
УСПЕХИ СОВРЕМЕННОГО ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

№ 7

2016

ISSN 1681-7494

Импакт-фактор

РИНЦ – 0,829

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

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
в Федеральной службе по надзору за соблюдением законодательства
в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия.

Свидетельство – **ПИ № 77-11311.**

Все публикации рецензируются. Доступ к журналу бесплатен.

Импакт-фактор РИНЦ = 0,829.

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

Журнал включен в Реферативный журнал и Базы данных ВИНТИ.

Учредитель – ИД «Академия Естествознания»
Издательство и редакция: Издательский Дом «Академия Естествознания»

Почтовый адрес –
105037, г. Москва, а/я 47,
АКАДЕМИЯ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ,
редакция журнала «УСПЕХИ СОВРЕМЕННОГО ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ»

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

Подписано в печать – 14.07.2016

Формат 60х90 1/8
Типография
ООО «Научно-издательский центр
Академия Естествознания»,
г. Саратов, ул. Мамонтовой, 5

Техническая редакция и верстка
Кулакова Г.А.
Корректор
Галенкина Е.С.

Способ печати – оперативный.
Усл.п.л. 25,13
Тираж – 1000 экз. Заказ. УСЕ/7-2016
Подписной индекс 70062

© ИД «Академия Естествознания»

СОДЕРЖАНИЕ

Химические науки (02.00.00)

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ВОДОРОДНЫХ СВЯЗЕЙ ВОДЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ТЕХНОЛОГИЯХ ОПРЕСНЕНИЯ И ОЧИСТКИ <i>Алхасов А.Б., Абдуллаев А.А., Рабаданов Г.А.</i>	9
ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ СОРБЕНТОВ РАЗЛИЧНОГО ТИПА В ЭКОМОНИТОРИНГЕ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ <i>Байбурдов Т.А., Гончаров В.М., Ступенькова Л.Л., Шахова Г.В., Юрасов Н.А.</i>	14
СИНТЕЗ АЦИЛПРОИЗВОДНЫХ N-ЗАМЕЩЕННЫХ АРОМАТИЧЕСКИХ КАРБАМАТОВ И ИХ НЕКОТОРЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ <i>Великородов А.В., Шустова Е.А., Степкина Н.Н., Старикова А.А.</i>	21
СОРБИЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ФИТОМИНЕРАЛОСОРБЕНТОВ <i>Гевара Хуан Хосе, Везенцев А.И.</i>	27
ХЕМОТАКСОНОМИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ РОДА ЯСКОЛКИ (<i>CERASTIUM L.</i>) СЕМЕЙСТВА ГВОЗДИЧНЫЕ (<i>CARYOPHYLLACEAE JUSS.</i>) <i>Дармограй С.В., Ерофеева Н.С., Филиппова А.С., Дармограй В.Н.</i>	32
ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ АДАПТАЦИОННЫХ РЕАКЦИЙ <i>Лопатина А.Б.</i>	37

Сельскохозяйственные науки (06.01.00, 06.03.00)

ГАПЛОИДНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ В ИСПОЛЬЗОВАНИИ МЕТОДОВ IN VITRO В СЕЛЕКЦИИ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ <i>Жангазиев А.С., Тайчибеков А.У., Капкынбаева Л.Б., Дюсенбаева Ж.С.</i>	42
ДЕНДРОПАРК ВЛАДИВОСТОКСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА ЭКОНОМИКИ И СЕРВИСА (ВГУЭС) – УНИКАЛЬНАЯ КОЛЛЕКЦИЯ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ В ГОРОДСКОМ ПРОСТРАНСТВЕ <i>Иваненко Н.В., Моисеенко Л.И., Якименко Л.В.</i>	46
ПРИРОСТ СУХОГО ВЕЩЕСТВА И ПРОДУКТИВНОСТЬ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УДОБРЕНИЙ <i>Иванова З.А., Нагудова Ф.Х.</i>	51
ОЦЕНКА АГРОХИМИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВ ООО «АГРОФИРМА «СЕЧЕНОВСКАЯ» СЕЧЕНОВСКОГО РАЙОНА НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ <i>Копосова Н.Н., Дедык В.Е.</i>	56
ИСПЫТАНИЯ СОРТОГИБРИДОВ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ <i>Кулькеев Е.Е., Тайчибеков А.У., Капкынбаева Л.Б., Шолтанкулова Г.А.</i>	61
ИССЛЕДОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ ЛОМКОКОЛОСНИКА СИТНИКОВОГО ОТ СПОСОБА УБОРКИ И ОТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УДОБРЕНИЯ <i>Куспангалиева Х., Мухамбетов Б., Сагындыкова С.З.</i>	65
ВИДОВОЙ СОСТАВ СОРНЫХ РАСТЕНИЙ ПОСЕВОВ ОСНОВНЫХ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР В ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЕ ЧЕЧЕНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ <i>Макаева А.З., Оказова З.П.</i>	70
СВОЙСТВА ТЕХНОГЕННЫХ ЭЛЮВИЕВ ОТВАЛА УГОЛЬНОГО РАЗРЕЗА ПРИ ИНОКУЛЯЦИИ ПОЧВЕННЫМИ МИКРООРГАНИЗМАМИ <i>Макеева Н.А., Неверова О.А.</i>	76
ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ И ГЕРБИЦИДОВ НА БИОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ ПОЧВЫ В ГОРНОЙ ЗОНЕ <i>Мамиев Д.М., Абаев А.А., Оказова З.П.</i>	81
КОМПЛЕКСНАЯ УТИЛИЗАЦИЯ ОТХОДОВ СПИРТОВОГО ПРОИЗВОДСТВА И СВИНОВОДЧЕСКИХ ОТХОДОВ <i>Сафронова Т.И., Полторак Я.А., Степанов В.И.</i>	86

ИЗУЧЕНИЕ ЖИРНОКИСЛОТНОГО СОСТАВА ПОРОШКА СЕМЯН ЭСПАРЦЕТА <i>Тарасенко Н.А., Бутина Е.А., Красина И.Б.</i>	91
ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ PARTHENOCISSUS QUINQUEFOLIA L. PLANCH. В ВИАЛЕСОМЕЛИОРАТИВНЫХ НАСАЖДЕНИЯХ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ <i>Терешкин А.В., Фроленкова М.Д.</i>	95
РОЛЬ ГЕНОФОНДА НУТА (CICER ARIETINUM L.) ИЗ КОЛЛЕКЦИИ ЗЕРНОБОБОВЫХ КУЛЬТУР В РЕШЕНИИ ЗАДАЧ СЕЛЕКЦИИ В АЗЕРБАЙДЖАНЕ <i>Шихалиева К.Б., Акперов З.И., Амиров Л.А., Гасанова С.К., Бабаева С.М.</i>	101

Науки о Земле (25.00.00)

КОМПЛЕКСНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И МЕРОПРИЯТИЯ ПО РЕШЕНИЮ ПРОБЛЕМ НЕГЕРМЕТИЧНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ КОЛОНН САМОТЛОРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ <i>Апасов Т.К., Мухаметишин В.Г., Апасов Г.Т.</i>	106
ДИНАМИКА АГЛОМЕРАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В ТЕРРИТОРИАЛЬНОМ РАЗМЕЩЕНИИ ГОРОДСКОГО И СЕЛЬСКОГО НАСЕЛЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ) <i>Дмитриева Ю.Н.</i>	111
АНТРОПОГЕННОЕ ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА И ЕГО ПОСЛЕДСТВИЯ ДЛЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА НА РЕГИОНАЛЬНОМ УРОВНЕ <i>Жемухов Р.Ш., Машукова Ф.Э.</i>	118
ТИПЫ КАРСТОВО-СПЕЛЕОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ КАРАЧАЕВО-ЧЕРКЕССКОЙ РЕСПУБЛИКИ И ИХ ТУРИСТСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ <i>Кипкеева П.А., Потапенко Ю.Я., Каракетов А.К.</i>	123
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭКОНОМИКИ СЕВЕРНЫХ СООБЩЕСТВ СИБИРИ В МИРОВОМ КОНТЕКСТЕ <i>Кужлина В.В.</i>	128
ВЫЩЕЛАЧИВАНИЕ ЗОЛОТА И ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ НЕЦИАНИСТЫМИ РАСТВОРИТЕЛЯМИ <i>Михайлов А.Г., Харитонов М.Ю., Вахлаев И.И., Свиридова М.Л.</i>	132
ХАКАНДЖИНСКОЕ ЭПИТЕРМАЛЬНОЕ ЗОЛОТО-СЕРЕБРЯНОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ ПРИОХОТЬЯ (РОССИЯ): ФАКТОРЫ ЛОКАЛИЗАЦИИ И УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ <i>Остапенко Н.С., Нерода О.Н.</i>	137
СОВРЕМЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ СТОКА НАНОСОВ РЕК БАЙКАЛА: ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВКЛАДОВ КЛИМАТИЧЕСКОГО И АНТРОПОГЕННОГО ФАКТОРОВ <i>Потемкина Т.Г., Потемкин В.Л.</i>	142
ОТНОСИТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДЛЯ ОЦЕНКИ РАЗВИТИЯ ТУРИСТСКО-РЕКРЕАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ТЕРРИТОРИИ (НА ПРИМЕРЕ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ) <i>Рязанцев А.С., Петросян Г.Г.</i>	149
ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ПРИ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ДОБЫЧИ НЕФТИ НА ТЕРРИТОРИИ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ <i>Савенок О.В., Яковлев А.Л.</i>	154
ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ АРМИРОВАННЫХ ГРУЗОНЕСУЩИХ ТРУБ В ГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ <i>Саранча А.В., Бордодымов Д.А., Огай В.А.</i>	162
ВЛИЯНИЕ АБИОТИЧЕСКОГО СТРЕССА НА РОСТ РАСТЕНИЙ <i>Сукиасян А.Р., Тадевосян А.В., Симонян Г.С., Пирумян Г.П.</i>	168

УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ РЕКРЕАЦИОННОГО КОМПЛЕКСА ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ <i>Третьякова О.В., Созонова Е.Ю.</i>	173
СЕЙСМИЧЕСКОЕ МИКРОРАЙОНИРОВАНИЕ ПРОМПЛОЩАДОК ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПРОЕКТА ПО ОТРАБОТКЕ ЖЕЛЕЗНОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ «ТАЕЖНОЕ» <i>Федоров А.А., Сясько А.А.</i>	179
СВЯЗЬ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА МЕРЗЛОТНЫХ ПОЧВ И РАДИАЛЬНОГО ПРИРОСТА ЛИСТВЕННИЦЫ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ <i>Федоров П.П., Десяткин А.Р.</i>	185
АНАЛИЗ НЕФТЕГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ, НАХОДЯЩИХСЯ В НЕСТАЦИОНАРНЫХ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ <i>Черницкий И.В.</i>	190
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В МЕРЗЛОТНО-ЛАНДШАФТНОМ АНАЛИЗЕ ОСВАИВАЕМЫХ ТЕРРИТОРИЙ <i>Шестакова А.А., Торговкин Я.И.</i>	195

CONTENTS

Chemical sciences (02.00.00)

RESULTS OF WATER INVESTIGATIONS THROUGH HYDROGEN BONDS AND PROSPECTS OF THEIR USE IN DESALINATION AND PURIFICATION TECHNOLOGIES <i>Alkhasov A.B., Abdullaev A.A., Rabadanov G.A.</i>	9
PROSPECTS FOR APPLICATION OF POLYMERIC SORBENTS OF DIFFERENT TYPES IN THE ENVIRONMENTAL MONITORING OF WATER OBJECTS <i>Bayburdov T.A., Goncharov V.M., Stupenkova L.L., Shakhova G.V., Yurasov N.A.</i>	14
SYNTHESIS OF ACYL DERIVATIVES N-SUBSTITUTED AROMATIC CARBAMATES AND THEIR SOME TRANSFORMATIONS <i>Velikorodov A.V., Shustova E.A., Stepkina N.N., Starikova A.A.</i>	21
SORPTION CHARACTERISTICS OF FITOMINERALOSORBENT <i>Guevara Juan Jose, Vezentsev A.I.</i>	27
CHEMOTAXONOMICAL STUDY OF THE CERASTIUM GENUS SOME PLANTS OF THE CARYOPHYLLACEAE FAMILY <i>Darmogray S.V., Erofeeva N.S., Filippova A.S., Darmogray V.N.</i>	32
CHEMICAL FOUNDATIONS OF ADAPTATION'S REACTION <i>Lopatina A.B.</i>	37

Agricultural sciences (06.01.00, 06.03.00)

HAPLOID TECHNOLOGY USE IN VITRO METHODS IN BREEDING WINTER WHEAT <i>Zhangaziev A.S., Taychibekov A.U., Kashkynbaeva L.B., Dyusenbaeva Zh.S.</i>	42
ARBORETUM OF VLADIVOSTOK STATE UNIVERSITY OF ECONOMICS AND SERVICES (VSUES) – THE UNIQUE COLLECTION OF TREES WITHIN THE URBAN BOUNDARIES <i>Ivanenko N.V., Moiseenko L.I., Yakimenko L.V.</i>	46
THE INCREASE OF DRY MATTER AND PRODUCTIVITY OF MAIZE HYBRIDS DEPENDING ON THE FERTILIZER <i>Ivanova Z.A., Nagudova F.Kh.</i>	51
ASSESSMENT OF THE AGROCHEMICAL CONDITION OF SOILS OF AGRICULTURAL FIRM «SECHENOVSKAYA» OF THE SECHENOVSKY REGION OF THE NIZHNY NOVGOROD AREA <i>Koposova N.N., Dedyk V.E.</i>	56
VARIETU TESTS HYBRIDS OF SUGAR BEET <i>Kulkeev E.E., Taichibekov A.U., Kashkinbaeva L.B., Sholpankulova G.A.</i>	61
RESEARCH PSATHYRSTACHYS JUNCEA ON METHOD OF HARVESTING AND THE USE OF FERTILIZERS <i>Kuspangalieva Kh., Mukhambetov B., Sagyndykova S.Z.</i>	65
THE SPECIES COMPOSITION OF WEEDS OF CROPS MAJOR FIELD CROPS IN THE FOREST-STEPPE ZONE OF THE CHECHEN REPUBLIC <i>Makaeva A.Z., Okazova Z.P.</i>	70
PROPERTIES OF TECHNOLOGICAL ELUVIUM DUMP COAL MINE BY INOCULATED WITH SOIL MICROORGANISMS <i>Makeeva N.A., Neverova O.A.</i>	76
INFLUENCE OF FERTILIZERS AND HERBICIDES ON SOIL BIOLOGICAL ACTIVITY IN A MOUNTAIN AREA <i>Mamiev M.D., Abaev A.A., Okazova Z.P.</i>	81

INTEGRATED WASTE MANAGEMENT ALCOHOLIC PRODUCTION AND PIG WASTE <i>Safronova T.I., Poltorak Ya.A., Stepanov V.I.</i>	86
STUDYING OF ZHIRNOKISLORNY COMPOSITION OF POWDER OF SEEDS OF THE COCK'S HEAD <i>Tarasenko N.A., Butina E.A., Krasina I.B.</i>	91
POSSIBILITY OF USE OF PARTHENOCISSUS QUINQUEFOLIA L. PLANCH. IN PROTECTIVE FOREST PLANTINGS ALONG TRANSPORT WAYS OF THE SARATOV REGION <i>Tereshkin A.V., Frolenkova M.D.</i>	95
ROLE OF CHICKPEA GENEPOOL (CICER ARIETINUM L.) FROM LEGUME COLLECTION IN THE SOLUTION OF BREEDING PROBLEMS IN AZERBAIJAN <i>Shikhalieva K.B., Akperov Z.I., Amirov L.A., Gasanova S.K., Babaeva S.M.</i>	101
Earth sciences (25.00.00)	
INTEGRATED RESEARCH AND ACTION TO ADDRESS PROBLEMS LEAKAGE PRODUCTION CASING SAMOTLOR FIELD <i>Apasov T.K., Mukhametshin V.G., Apasov G.T.</i>	106
THE DYNAMICS OF THE AGGLOMERATION PROCESS IN THE TERRITORIAL ALLOCATION OF URBAN AND RURAL POPULATION (ON THE EXAMPLE IRKUTSK REGION) <i>Dmitrieva Yu.N.</i>	111
ANTHROPOGENIC CLIMATE CHANGE AND ITS IMPLICATIONS FOR AGRICULTURE AT THE REGIONAL LEVEL <i>Zhemukhov R.Sh., Mashukova F.Eh.</i>	118
TYPES OF KARST AND SPELEOLOGICAL OBJECTS OF KARACHAEVO OF THE CIRCASSIAN REPUBLIC AND THEIR TOURIST POTENTIAL <i>Kipkeeva P.A., Potapenko Yu.Ya., Karaketov A.K.</i>	123
COMPARATIVE ANALYSIS OF THE ECONOMY OF THE NORTHERN COMMUNITIES OF SIBERIA IN INTERNATIONAL CONTEXT <i>Kuklina V.V.</i>	128
GOLD AND NONFERROUS METALS LEACHING BY NOT CYANIC SOLVENTS <i>Mikhaylov A.G., Kharitonova M.Yu., Vashlaev I.I., Sviridova M.L.</i>	132
KHAKANDGINSKOYE EPITHERMAL AU-AG DEPOSIT, PRIOKHOTIYE (RUSSIA): FACTORS OF LOCALIZATION AND FORMATION CONDITIONS <i>Ostapenko N.S., Neroda O.N.</i>	137
RECENT CHANGES IN THE SEDIMENT LOADS OF THE BAIKAL'S RIVERS: A PRELIMINARY ESTIMATE OF CONTRIBUTION FROM CLIMATE CHANGE AND HUMAN ACTIVITIES <i>Potemkina T.G., Potemkin V.L.</i>	142
THE RELATIVE POTENTIAL TO ESTIMATE THE DEVELOPMENT OF TOURIST AND RECREATIONAL ACTIVITY AREAS (THE CASE OF VORONEZH REGION) <i>Ryazantsev A.S., Petrosyan G.G.</i>	149
RATIONALE FOR THE CHOICE OF THE TECHNICAL SYSTEM AT THE INTENSIFICATION OF OIL PRODUCTION IN THE KRASNODAR TERRITORY <i>Savenok O.V., Yakovlev A.L.</i>	154
THE USE OF POLYMERIC REINFORCED CARRYING PIPES IN THE GAS INDUSTRY <i>Sarancha A.V., Bordodymov D.A., Ogay V.A.</i>	162

IMPACT OF ABIOTIC STRESS ON GROWTH OF PLANT <i>Sukiasyan A.R., Tadevosyan A.V., Simonyan G.S., Pirumyan G.P.</i>	168
SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF RECREATIONAL FACILITIES IN THE TYUMEN REGION <i>Tretyakova O.V., Sozonova E.Yu.</i>	173
THE SEISMIC MICROZONING OF INDUSTRIAL SITES WHEN DEVELOPING THE PROJECT ON MINING OF IRON ORE DEPOSITS «TAEZHNOE» <i>Fedorov A.A., Syasko A.A.</i>	179
DEPENDENCE OF LARCH RADIAL INCREMENT ON PERMAFROST SOIL TEMPERATURE REGIME IN THE CENTRAL YAKUTIA <i>Fedorov P.P., Desyatkin A.R.</i>	185
ANALYSIS OF OIL AND GAS DEPOSITS LOCATED IN STATIONARY HYDROGEOLOGICAL CONDITIONS <i>Chernitskiy I.V.</i>	190
USE OF GIS TECHNOLOGIES IN PERMAFROST LANDSCAPE ANALYSIS OF DEVELOPMENT AREAS <i>Shestakova A.A., Torgovkin Ya.I.</i>	195

УДК 536.2

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ВОДОРОДНЫХ СВЯЗЕЙ ВОДЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ТЕХНОЛОГИЯХ ОПРЕСНЕНИЯ И ОЧИСТКИ

Алхасов А.Б., Абдуллаев А.А., Рабаданов Г.А.

ФГБУН «Институт проблем геотермии» Дагестанского научного центра РАН,
Махачкала, e-mail: ramadan01@mail.ru

В работе дано обоснование процессов формирования водородных связей (Н-связей), их свойств, в том числе новых, путем введения и использования нестатического потенциала взаимодействия и учета переноса заряда в воде. Определены физические параметры Н-связей и выявлено, что внешние факторы действуют на воду через параметры Н-связей. В частности, определены параметры Н-связей, соответствующие 30-градусным отклонениям их конфигураций от линейных. Выявлены температурные области существования в воде локальных ассоциаций молекул и одиночных Н-связей (димеров) с определением температуры границы раздела между областями. Из-за известной высокой стабильности Н-связи с пониженной поляризуемостью вода с димерным типом ассоциации молекул может быть эффективно использована в мембранной технологии опреснения и очистки.

Ключевые слова: водородная связь, локальные ассоциации молекул, длина связи, мембранная технология опреснения минерализованных вод

RESULTS OF WATER INVESTIGATIONS THROUGH HYDROGEN BONDS AND PROSPECTS OF THEIR USE IN DESALINATION AND PURIFICATION TECHNOLOGIES

Alkhasov A.B., Abdullaev A.A., Rabadanov G.A.

Institute for Geothermal Research, Dagestan Scientific Center, RAS,
Makhachkala, e-mail: ramadan01@mail.ru

This paper gives substantiation of hydrogen bonds (H-bonds) forming processes and their properties including the new ones, by the introduction and application of a non-static interaction potential and accounting for the charge transfer in water. The physical parameters of H-bonds are determined and it is identified that the external factors influence the water through H-bonds. In particular, the parameters of H-bonds corresponding to 30-degree deviation of their configurations from linear ones are defined. Temperature regions of existence for the local molecular associations and single H-bonds (dimers) in water are detected with the definition of the temperature for the boundary between the regions. Due to the known high stability of H-bonds with low polarizability, the water with the dimer type of molecular association can be used efficiently in membrane technology for water desalination and purification.

Keywords: hydrogen bond, local associations of molecules, bond length, membrane technology of mineral water desalination

В последние годы среди специалистов существует мнение, что низкий уровень технологического использования водных ресурсов в значительной мере обусловлен неадекватным пониманием реакции воды на факторы внешнего воздействия [5]. В данной работе принимается, что внешние факторы (температура, постоянное магнитное поле и другие) влияют на воду через водородные связи (Н-связи).

Вопросы стабильного существования Н-связей и локальных ассоциаций молекул H_2O исследованы ещё слабо, хотя их роль в создании структуры и свойств воды может быть значительной.

Выявление и учёт условий стабильного существования Н-связей позволяют регулировать свойства воды и улучшать технологические показатели ее использования.

Результаты исследования и их обсуждение

В модели резонансного взаимодействия (РВ) атомов разных молекул, ответственного за создание Н-связей, внешние факторы влияют на воду через Н-связи [3]. Для создания Н-связи между молекулами должно быть выполнено экранирование влияния валентного электрона атома водорода на его ядро (протон) и сдвиг протона к неподелённой электронной паре соседней молекулы, причём оба действия нужно осуществить во взаимной привязке.

Поэтому для описания процесса формирования Н-связи удобно использовать формулу для знакопеременного переносимого заряда, т.е. формулу

$$Q_H = e_0 (2\alpha - 1), \quad (1)$$

где e_0 – универсальная единица заряда.

В формуле (1) величина Q_H обладает свойствами:

$$\frac{1}{e_0} Q_H = \begin{cases} < 0, & \text{при } \alpha < 1/2; \\ 0, & \text{при } \alpha = 1/2; \\ > 0, & \text{при } \alpha > 1/2. \end{cases} \quad (2)$$

При вышеприведённом описании процесса создания Н-связей унитарный параметр α РВ атомов разных молекул, зависящий от факторов внешнего воздействия, может быть представлен в виде

$$\alpha = \alpha_n + \frac{1}{e_0} Q_H, \quad (3)$$

где α_n – поляризуемость молекулярной основы Н-связи, а величина Q_H определяется формулами (1) и (2). Рост унитарного параметра α РВ атомов разных молекул сопровождается деформацией замкнутой орбиты валентного электрона, а при $\alpha > 1/2$ – сдвигом протона.

Так как деформация орбиты происходит с сохранением её замкнутости, то деформация имеет вид растяжения орбиты вдоль главной оси эллипса.

Унитарный параметр α по мере роста влияния внешнего фактора последовательно осуществляет процессы экранирования влияния электронного заряда на протон и последующий его перенос, в котором величина Q_H играет роль заряда, переносимого при образовании Н-связи. Поэтому Н-связь имеет физически сложную природу и пространственную конфигурацию. Из-за локальности структуры описание Н-связи должно быть локальным. Кроме того, из-за свойства диссипативности вода не может быть описана статическим потенциалом.

В работах [1, 3] показано, что в качестве взаимодействия, ответственного за создание Н-связей, может быть использовано известное в квантовой механике резонансное взаимодействие (РВ) атомов разных молекул [4, 7]. В рамках РВ атомов разных молекул были определены основные характеристики Н-связей и их локальных ассоциаций [2]. Так, избыточная энергия Н-связи определяется равенством

$$\epsilon_H = \epsilon_0 \cdot \alpha(1 - \alpha), \quad (4)$$

где ϵ_0 – постоянная с размерностью энергии, не зависящая от унитарного параметра α РВ атомов разных молекул. Как видно из определения (4), ϵ_H имеет наибольшее зна-

чение при $\alpha > 1/2$, что согласно равенствам (1) и (2) соответствует экранированию электронного заряда и нулевому переносу протонного заряда (начало отсчёта формирования Н-связей).

Обратимся теперь к анализу избыточной энергии Н-связи (формула (4)). Величина ϵ_H представляет совокупность энергии РВ атомов разных молекул и энергии их дисперсионного взаимодействия. При интерпретации формирования Н-связи на языке зарядов унитарный параметр α РВ атомов разных молекул следует представить в виде суммы поляризуемости молекулярной основы Н-связи α_n и переносимого заряда Q_H . Поэтому характеристики Н-связи следует представлять с помощью равенств

$$\epsilon_H = \epsilon_0 \cdot \alpha(1 - \alpha);$$

$$\alpha = \alpha_n + Q_H. \quad (5)$$

В формулах (5) энергетический параметр ϵ_0 целесообразно выразить через энергию диссоциации Н-связи, которая по данным [8] равна 58 кДж/моль.

Так как Н-связь распадается на две молекулы, то на одну молекулу приходится 29 кДж/моль, что сравнительно мало. Например, энергия разрыва связи О–Н в молекуле H_2O составляет 490 кДж/моль. Поэтому энергия связи О–Н в молекуле в 7,24 раза больше энергии диссоциации Н-связи. Здесь также целесообразно привести максимальное значение избыточной энергии Н-связи: 14,5 кДж/моль.

Из практики известно, что Н-связь может легко менять свою конфигурацию и зарядовое состояние. К примеру, Н-связь можно деформировать путём изменения температуры в интервале

$$(23-66)^\circ C. \quad (6)$$

При таких деформациях Н-связи её зарядовое состояние изменяется в интервале

$$e_0 (0,16-0,6). \quad (7)$$

Для исследования влияния внешних факторов на воду через водородные связи оказываются важными как условия формирования Н-связей, так и их свойства. Существует ряд условий, при выполнении которых они могут изменить свою структуру. Так, к примеру, давно было замечено, что наибольшей устойчивостью обладают Н-связи с линейной конфигурацией, когда молекула-донор, протон и молекула-акцептор лежат на одной прямой. Из практики известно, что отклонения от линейной конфигурации Н-связи

достигают 30° и более [8]. Здесь интересно определить характеристики Н-связей, соответствующие таким 30-градусным отклонениям линии Н-связей от линейной конфигурации.

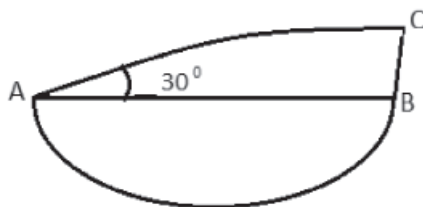


Схема расчёта параметров Н-связи

Относительное отклонение конфигурации Н-связи от линейной в дуговом измерении может быть определено равенством

$$A(\cup AB) = \frac{\cup ABC - \cup AB}{\cup AB} = \frac{\cup (AB + BC) - \cup AB}{\cup AB} = \frac{\cup BC}{\cup AB}. \quad (8)$$

Так как искривлённые линии Н-связи обуславливают изменение переносимого при образовании Н-связи заряда, то их удобно описать с помощью формулы (1). Такой заряд Н-связи естественно называть деформационным. Из-за того, что искривление линий Н-связи одновременно является отклонением от линейной конфигурации, должно иметь место равенство

$$A(\cup AB) = \frac{30}{180} = \frac{1}{6} = 2\alpha - 1. \quad (9)$$

Значения параметров Н-связи, соответствующие 30-градусным отклонениям её конфигурации от линейной, можно определить по формулам (1) и (9). Эти значения определяются равенствами

$$\alpha_n = 0,417; \quad Q_n = 0,166. \quad (10)$$

Температура как внешний фактор, создающий 30-градусное отклонение конфигурации Н-связи от линейной, может быть найдена из зависимости унитарного параметра α РВ атомов разных молекул от температуры T [1] и составляет

$$T_{np} = 23,208^\circ\text{C}. \quad (11)$$

С точки зрения практического использования важным свойством воды с локальными ассоциациями молекул является их устойчивость относительно изменения внешних условий и параметров. Ещё на эмпирическом уровне было замечено, что чем

больше размеры локальных ассоциаций молекул, тем меньше их устойчивость.

В используемой модели резонансных сил условие устойчивости Н-связей оказывается обеспеченным, если энергия дисперсионного взаимодействия атомов разных молекул превосходит избыточную энергию Н-связи, т.е.

$$\varepsilon_0 \alpha (1 - \alpha) < \varepsilon_0 \alpha^2 \quad \text{или} \quad \alpha > 1/2. \quad (12)$$

Условие устойчивости существования локальных ассоциаций молекул аналогично выполняется при преобладании избыточной энергии Н-связи над энергией взаимодействия деформационных зарядов Н-связей, входящих в состав локальной ассоциации, т.е. при выполнении неравенства

$$\alpha \cdot (1 - \alpha) > (2\alpha - 1)^2. \quad (13)$$

Естественно, что при выполнении обратного неравенства будет происходить распад локальных ассоциаций на отдельные Н-связи.

Для практики использования динамики Н-связей целесообразно определить граничные значения параметров Н-связей. Граничные значения унитарного параметра РВ атомов разных молекул определяются из равенства $\alpha \cdot (1 - \alpha) = (2\alpha - 1)^2$, т.е. из уравнения

$$\alpha^2 - \alpha + \frac{1}{5} = 0. \quad (14)$$

Удовлетворительный с точки зрения физики корень этого уравнения определяется величиной $\alpha_c = 0,72$.

Наконец, используя равенство (3), находим значения параметров Н-связей локальных ассоциаций молекул на границе их стабильности:

$$\alpha_n = 0,33; \quad Q_n = 0,44; \quad T_c = 42,68^\circ\text{C}. \quad (15)$$

Обратимся теперь к рассмотрению свойств энергоёмкости [1]. Отметим, что энергоёмкость $I(T)$ в отличие от конфигурационной энергии пригодна для описания произвольной локальной ассоциации молекул. Зависимость энергоёмкости от температуры как от внешнего фактора определяется равенством

$$I(T) = \frac{3T_0 T + (n_b - 1)T^2}{(T_0 + T)^2}, \quad (16)$$

где n_b – среднее число свободных центров захвата протона молекулами локальной ассоциации. Энергоёмкость имеет непосредственное отношение к высокой внутренней энергии воды. Она позволяет в локальных

областях воды создавать ассоциации молекул H_2O различных размеров и формы. Поэтому экстремальные свойства функции $I(T)$ представляют практический интерес. Так, определяя условие экстремальности функции $I(T)$ из равенства (16), находим, что в точке экстремума $I(T)$ температура определяется величиной

$$T_{\text{эк}} = \frac{3}{5 - 2n_b}. \quad (17)$$

Проверка условия экстремума $I(T)$ показывает, что точка экстремума $I(T)$ является также точкой её максимума. Так, например, при среднем заполнении центров захвата, равном 0,5, температура максимума энергоёмкости $I(T)$ составляет $24,9^\circ\text{C}$. Анализ зависимости I от n_b как от параметра показывает, что энергоёмкость в максимуме тем меньше, чем выше заполнение центров захвата протонов молекулами локальных ассоциаций молекул. Это утверждение является прямым следствием сохранения части энергии образования Н-связи. В этом случае сохранённая в структуре локальной ассоциации молекул энергия пропорциональна величине

$$T_{\text{max}}(n_b) - T_{\text{max}}(n_b - \alpha_n). \quad (18)$$

При значениях унитарного параметра α , больших $\alpha_c = 0,72$, локальные ассоциации молекул различных размеров, за исключением одиночных Н-связей (димеров), распадаются. Так как рост унитарного параметра α связан с увеличением локального сжатия [3], то его предельное значение, определяемое выражением $\alpha_{\text{нб}} = 0,8$, соответствует температуре $T_{\text{нб}} = 66,4^\circ\text{C}$. Если принять, что длина отдельной Н-связи уменьшается со сжатием её молекул, то необходимо допустить, что разрыв Н-связи происходит при наименьшей длине. Поэтому можно полагать, что чем больше сближены молекулы Н-связи, тем меньше их поляризуемость α_n . Вышеприведённые результаты анализа структуры и свойств получены на основе учёта влияния внешнего фактора на воду через Н-связи.

Действительно, если воздействие внешнего фактора на воду происходит в форме электрических сил, то его влияние должно выразиться поляризуемостью Н-связи. В случае влияния магнитного поля воздействие на воду выражается через магнитную восприимчивость Н-связи [8]. В случае влияния энергетического (теплового) поля на воду через Н-связи воздействие удобно

учитывать через зависимость унитарного параметра α от температуры.

Из вышеприведённого анализа динамики Н-связей ясно, что в минерализованной воде Н-связи могут привести к значительным изменениям ресурсности воды. Так, к примеру, появление деформационного заряда у Н-связей может привести к поляризации ионов растворённых веществ. Уменьшение длины и поляризуемости Н-связей может происходить под влиянием эффекта давления, производимого внешним фактором на унитарный параметр α . В этом случае длина Н-связи является её характеристикой, подвергающейся сжатию со стороны внешнего фактора. Одновременное уменьшение длины и поляризуемости и увеличение деформационного заряда Н-связи может создавать благоприятные условия разделения и опреснения минерализованных вод методом обратного осмоса [6].

Подготовка воды с димерным типом ассоциаций и всем набором параметров Н-связей сейчас является разрешимой проблемой. По данным расчёта использование минерализованных вод с димерными ассоциациями молекул при решении задач опреснения и очистки может оказаться эффективным. Для технологических показателей при прохождении потока Н-связей через обратноосмотическую мембрану может оказаться важным соотношение между длиной Н-связи и диаметром пор мембраны. У большинства типов мембран размер пор находится в интервале 3–5 нм. Длины сжатых Н-связей составляют порядка 1 нм. В случае использования минерализованной воды с димерным типом ассоциаций для стабильного её существования необходимо преобладание давления резонансных сил

$P_{\text{pc}} = P_0 \left(\frac{1}{\sqrt{1 - \alpha^2}} - 1 \right)$ над осмотическим давлением $P_{\text{осм}} = \Delta CRT$, т.е. выполнение неравенства

$$P_{\text{pc}} > P_{\text{осм}}. \quad (19)$$

Оценочная проверка неравенства (19) при фиксированной температуре показывает, что неравенство (19) верно при значениях минерализации до 30–40 г/л.

Выводы

1. Определены локальные параметры водородных связей (Н-связей), через которые оказывают своё влияние внешние факторы. В качестве пояснения можно заметить, что внешние факторы, т.е. электрическое,

магнитное поля и другие величины оказывают влияние на поляризуемость, магнитную восприимчивость и др., введенные впервые для Н-связей в нашей работе.

2. Рассчитаны свойства Н-связей и показано, что они имеют сложную природу со слагаемыми различного физического содержания. Известны случаи, когда отклонения от линейной конфигурации достигают 30 градусов. В данной работе определены значения параметров Н-связей, соответствующие 30-градусным отклонениям от линейных, и найдены температуры, вызывающие указанные отклонения (формулы (10) и (11)).

3. Найдены значения температуры T_c и параметров Н-связей (формула (15)), при которых происходит распад локальных ассоциаций молекул на одиночные Н-связи (димеры), обладающие заметно более высокой термостойкостью, чем локальные ассоциации молекул больших размеров.

4. Очень важный вопрос теории Н-связей касается резервирования в образующейся структуре части энергии, выделяемой при образовании Н-связи в виде конфигурационной или резонансной энергии. Из-за возможного взаимодействия Н-связей между собой конфигурационная энергия нами была заменена энергоёмкостью, пригодной для описания ассоциации молекул произвольной формы. Исследование энергоёмкости как функции температуры и числа свободных центров захвата протонов на экстремум показало, что при высоком заполнении центров максимум энергоёмкости достигается при меньшей температуре, чем при низком их заполнении. Этот эффект достаточно наглядно подтверждает вклад энергии образования Н-связей в максимум энергоёмкости локальных ассоциаций молекул. Получается, что вода может поддерживать максимум энергоёмкости путём

увеличения числа Н-связей при фиксированной температуре в молекулах их локальных ассоциаций.

5. Выяснено, что поток Н-связей с деформационным зарядом может поляризовать ионы растворённых веществ. В воде с димерным типом ассоциаций возможные одиночные молекулы могут димерно ассоциироваться на основе кооперативной природы процесса образования Н-связей.

6. При использовании воды с димерной ассоциацией молекул из-за значительной сжатости Н-связей и уменьшения их поляризуемости по сравнению с молекулами H_2O следует ожидать значительного повышения производительности обратного осмотической мембраны по фильтрату.

7. В случае использования высокоминерализованных вод для обеспечения стабильности димерных ассоциаций молекул необходимо обеспечить преобладание давления резонансных сил над осмотическим давлением (формула (19)).

Список литературы

1. Абдуллаев А.А., Рабаданов Г.А., Гашимова Э.Д. Сетка водородных связей в жидкой воде и оценка показателей перестроек под влиянием внешнего воздействия // Международный научно-исследовательский журнал. – 2015. – № 8–3. – С. 6–8.
2. Абдуллаев А.А. Расчёт динамики аномалий жидкой воды // Естественные и технические науки. – 2011. – № 6. – С. 59–61.
3. Абдуллаев А.А. Симметрии квантовых осцилляторов систем // Ядерная физика. – 1968. – № 6. – С. 1339.
4. Давыдов А.С. Квантовая механика. – М.: Физматлит, 1963. – 744 с.
5. Захаров С.Д., Мосягина М.В. Гетерогенная структура воды. Эволюция представлений (обзор) // Механизмы участия воды в биоэлектромагнитных эффектах. – Махачкала, 2016.
6. Карелин Ф.Н. Обессоливание воды обратным осмосом. – М.: Стройиздат, 1988.
7. Цянь Сюэ-Чень. Физическая механика. – М.: Мир, 1965. – 531 с.
8. Чанг Р. Физическая химия с приложением к биологическим системам. – М.: Мир, 1960. – 662 с.

УДК 543.38.05:543.544

**ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ СОРБЕНТОВ
РАЗЛИЧНОГО ТИПА В ЭКОМОНИТОРИНГЕ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ****¹Байбурдов Т.А., ²Гончаров В.М., ¹Ступенькова Л.Л., ¹Шахова Г.В., ²Юрасов Н.А.**¹ООО «Саратовский химический завод акриловых полимеров «АКРИПОЛ»,

Саратов, e-mail: bta@acrypol.ru;

²Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского,

Саратов, e-mail: nik-yurasov@yandex.ru

Проведены исследования эффективности применения полимерных абсорбентов различного типа в процессах сорбции и десорбции проб водных растворов органических веществ. Показана перспективность применения полимерных абсорбентов в качестве сорбентов проб водных объектов окружающей среды в процессах химико-аналитического контроля экологических загрязнителей природного и антропогенного происхождения. Сорбция проб водных растворов аналитов исследуемыми сорбентами происходит с высокой скоростью и при отрицательных температурах окружающей среды. В зависимости от типа экстрагента происходит экстракция аналита либо его водной пробы из полимерных абсорбентов. В результате проведенных исследований установлены оптимальные условия десорбции аналитов из полимерных абсорбентов. Получена высокая (более 90%) степень экстракции аналита через 27 суток хранения полимерных абсорбентов с пробами его водных растворов.

Ключевые слова: полимерный абсорбент, водная проба, сорбционные свойства, органические вещества, коэффициент экстракции, масс-спектрометрия

**PROSPECTS FOR APPLICATION OF POLYMERIC SORBENTS OF DIFFERENT
TYPES IN THE ENVIRONMENTAL MONITORING OF WATER OBJECTS****¹Bayburdov T.A., ²Goncharov V.M., ¹Stupenkova L.L., ¹Shakhova G.V., ²Yurasov N.A.**¹LLC «Saratov chemical plant acrylic polymers «AKRIPOL», Saratov, e-mail: bta@acrypol.ru;²Saratov State University named after N.G. Chernyshevskogo, Saratov, e-mail: nik-yurasov@yandex.ru

A study of efficiency of application of absorbent polymer different type in the processes of sorption and desorption of samples of aqueous solutions of organic substances. The prospects of application of polymer absorbents a sorbent sample of water objects of the environment in the process of chemical and analytical monitoring of environmental pollutants of natural and anthropogenic origin. It is shown, that sorption water solutions of the analytes investigated sorbents takes place at high speed and at low temperatures of environmental. Depending on the type of extragent are extracted analyte or polymeric absorbents. As a result of the checked researches optimum conditions of desorption of analytes from polymeric absorbents are established. High (more than 90%) extent of extraction of analyte in 27 days of storage of polymeric absorbents with tests of his water solutions is received.

Keywords: anionic polymeric absorbent, water sample, sorption conditions, organic compounds, coefficient of extraction, mass spectrometry

Контроль состояния объектов окружающей среды (ООС) и соблюдения требований нормативных документов экологического законодательства по рациональному использованию природных ресурсов являются основными задачами экологического мониторинга. Химико-аналитический контроль экологических загрязнителей природного и антропогенного происхождения водных объектов в следовых количествах требует применения систематического анализа, в основу которого положены структурно-логические схемы отбора репрезентативной пробы, доставки ее в лабораторию, пробоподготовки и собственно инструментальных методов (методик) измерений и интерпретации результатов. Внедрение в аналитическую практику новейших высокочувствительных систем, таких как высокоэффективная жидкостная и газовая

детектированием, позволяет использовать сорбционные полимерные композиции для отбора и подготовки жидких проб к анализу [3–6, 8]. Это приводит к уменьшению объема отбираемых проб без потери в чувствительности и специфичности обнаружения. Предлагаемые полимерные сорбенты способны удерживать широкий спектр полярных и неполярных молекул органических веществ. Основная трудность заключается в том, что невозможно создать сорбенты, которые из водной пробы с одинаковой скоростью и эффективностью сорбируют все органические вещества. Перспективным направлением является использование шпигулов водопоглощающих акриловых сополимеров, содержащих ионогенные функциональные группы. Такие иониты обладают регулируемыми величинами сорбционных свойств, развитой удельной поверхностью, высокой кинетикой сорбции и десорбции,

достаточной вибро- и ударопрочностью, устойчивостью к воздействию перепада температур [1–10].

Объектом исследования являлись модельные водные растворы аналитов: декана, этилбензола, никотинамида с массовой концентрацией 0,001–0,1 %.

В настоящей работе исследовали сорбцию проб водных растворов аналитов полимерными абсорбентами и десорбцию аналитов экстракцией органическими растворителями.

Материалы и методы исследования

В экспериментальных исследованиях использовали образцы порошкообразных анионного, катионного и полифункционального водопоглощающих сополимеров (ВПП), полученных в лабораторных условиях путем радикальной (со)полимеризации акриловых мономеров в присутствии N,N' -метилтен-бис-акриламида [7, 9]. В качестве анионных полимерных абсорбентов использовали сополимеры акриламида, содержащие карбоксильные звенья акриловой кислоты или сульфогруппы 2-акриламида-2-метилпропан-сульфокислоты. В качестве катионных полимерных абсорбентов использовали сополимеры акриламида, содержащие аминогруппы диметиламиноэтилметакрилата. Также исследовали сорбционные свойства амфифильного привитого сополимера акриламида, содержащего звенья полисахарида и акриловой кислоты, и композиционного полимерного абсорбента, полученного смешением анионного полимерного абсорбента, содержащего карбоксилатные звенья, и катионного полимерного абсорбента с аминогруппами.

Лабораторные образцы ВПП отличались величиной равновесной степени поглощения воды [11], которая изменялась в пределах от 13 до 500 г/г. Массовая доля растворимой части в образцах ВПП составляла менее 2%. Метод определения сорбционной емкости образцов ВПП по отношению к воде основан на измерении массы водной пробы до и после контакта с полимерным абсорбентом [2]. Степень насыщения полимерного абсорбента водной пробой (W , %) рассчитывали из соотношения массы пробы водного раствора аналита, сорбированной образцом полимерного абсорбента при эксперименте, к сорбционной емкости образца полимерного абсорбента по отношению к воде [2].

Для приготовления модельных водных растворов аналитов с массовой концентрацией 0,1–0,001 % использовали реактивы квалификации «чда».

Для проведения исследований сорбционных свойств полимерных абсорбентов в виалы вносили навески образцов порошкообразных ВПП и отмеряли с помощью пипетки заданные объемы дистиллированной воды или модельных водных растворов аналитов.

Основываясь на ранее полученных результатах [2], для оптимизации параметров экстракции аналитов из полимерных абсорбентов, в качестве экстрагентов были исследованы изопропиловый спирт (ИПС) и хлороформ (ХФ). При исследовании десорбции в виалы с образцами ВПП, содержащих пробы водных растворов аналитов, отмеряли заданные объемы экстрагентов. Через 10–180 мин отбирали пробы полученных экстрактов и проводили измерения содержания в них аналитов с помощью методов газовой

и высокоэффективной жидкостной хроматографии с хромато-масс-спектрометрическим и спектрофотометрическим детектированием соответственно. Количественное определение аналита проводили методом «внешнего стандарта» путем построения градуировочной зависимости по каждому определяемому веществу [2]. Рассчитывали содержание аналитов в экстракте по градуировочным зависимостям детектируемого сигнала (S) от концентрации (C) аналитов в водном растворе в диапазоне $(1–30) \cdot 10^{-5}$ г/см³. Степень экстракции (K_3 , %) каждого из аналитов вычисляли по формуле

$$K_3 = C_2 \cdot 100 / C_1,$$

где C_1 – массовая доля аналита в пробе его модельного водного раствора, %; C_2 – массовая доля экстрагированного аналита, %. Исследования проводили с использованием газового хромато-масс-спектрометра (ГХ-МС) Finnigan, модель Trace GC-DSQ, высокоэффективного жидкостного хроматографа (ВЭЖХ) «Стайер UV».

Результаты исследования и их обсуждение

Согласно результатам ранее проведенных исследований [2], сорбционная емкость образцов анионного полимерного абсорбента по отношению к воде практически не зависит от температуры эксперимента и возрастает с увеличением равновесной степени поглощения и массы образца ВПП, используемой в эксперименте. С уменьшением размера полимерных частиц от 1 до 0,3 мм скорость поглощения водной пробы абсорбентом возрастает незначительно. Результаты предварительно проведенных исследований сорбционных свойств образцов ВПП различного типа свидетельствуют о возможности их использования в качестве полимерных абсорбентов для отбора и временного хранения водных проб. Для отбора водной пробы в объеме 1 см³ в течение 1 мин достаточно использовать порошкообразные образцы ВПП, обладающие равновесной степенью поглощения воды менее 70 г/г и имеющие размер полимерных частиц менее 1 мм.

Определение оптимальных условий сорбции аналитов

Предварительно были проведены исследования изменения сорбционных свойств образца катионного ВПП по отношению к различным органическим растворителям. На рис. 1 представлены зависимости изменения степени водопоглощения образца № 3 катионного ВПП по отношению к органическим растворителям в двухкомпонентной системе органический растворитель – вода. На рис. 1 видно, что катионный полимерный абсорбент сорбирует ХФ, АН,

декан, этилбензол и ИПС в пределах от 2 до 4 г на 1 г полимерного абсорбента. Степень поглощения образца катионного ВПП возрастает пропорционально увеличению объемной доли воды в двухкомпонентных системах ХФ – вода или декан – вода. ХФ и декан практически не оказывают влияния на сорбционные свойства ВПП по отношению к воде. В двухкомпонентных системах ИПС–вода и АН–вода степень поглощения ВПП изменяется незначительно в интервале значений объемной доли воды в ИПС–вода (или в АН–вода) от 0,1 до 0,3. Затем с увеличением объемной доли воды степень поглощения ВПП начинает возрастать и достигает максимального значения для системы, содержащей более 70 % воды.

№ 1 анионного, содержащего карбоксилатные звенья, и образца № 4 амфифильного привитого ВПП, содержащего карбоксилатные звенья и звенья полисахарида, от объемной доли воды в бинарном растворителе ИПС–вода. В двухкомпонентном растворителе ИПС–вода степень поглощения образцов анионного, катионного и привитого ВПП изменяется незначительно в интервале значений объемной доли воды от 0,1 до 0,5. Степень поглощения образца № 5 композиционного ВПП, содержащего полимерный абсорбент с карбоксилатными звеньями и ВПП с аминогруппами, начинает возрастать с увеличением объемной доли воды более 0,3. Оценка выявленных зависимостей, приведенных на рис. 2,

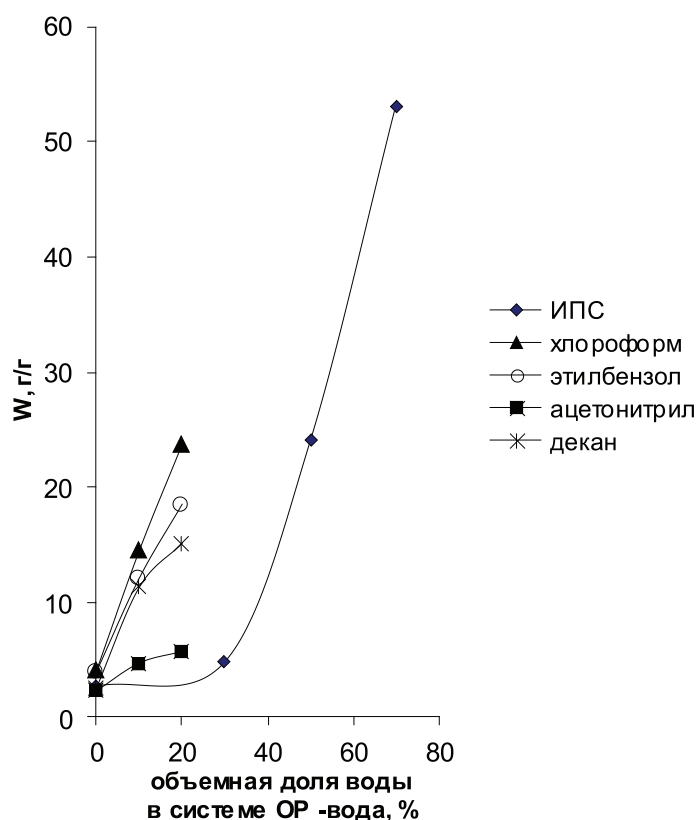


Рис. 1. Изменение степени поглощения (W , г/г) катионного полимерного абсорбента в зависимости от объемной доли воды в системе органический растворитель – вода (ОР – вода). ХФ – хлороформ, АН – ацетонитрил, ИПС – изопропиловый спирт)

На рис. 2, а представлены зависимости изменения степени водопоглощения образцов анионного, катионного и на их основе композиционного ВПП от объемной доли воды в бинарном растворителе ИПС–вода. На рис. 2, б представлены зависимости изменения степени водопоглощения образцов

показывает, что равновесная степень водопоглощения образцов ВПП, содержащих аминогруппы (№ 5 композиционного полимерного абсорбента, № 3 катионного ВПП, а также образца № 4, содержащего звенья полисахарида) в воде выше по сравнению с W в водно-спиртовом растворе.

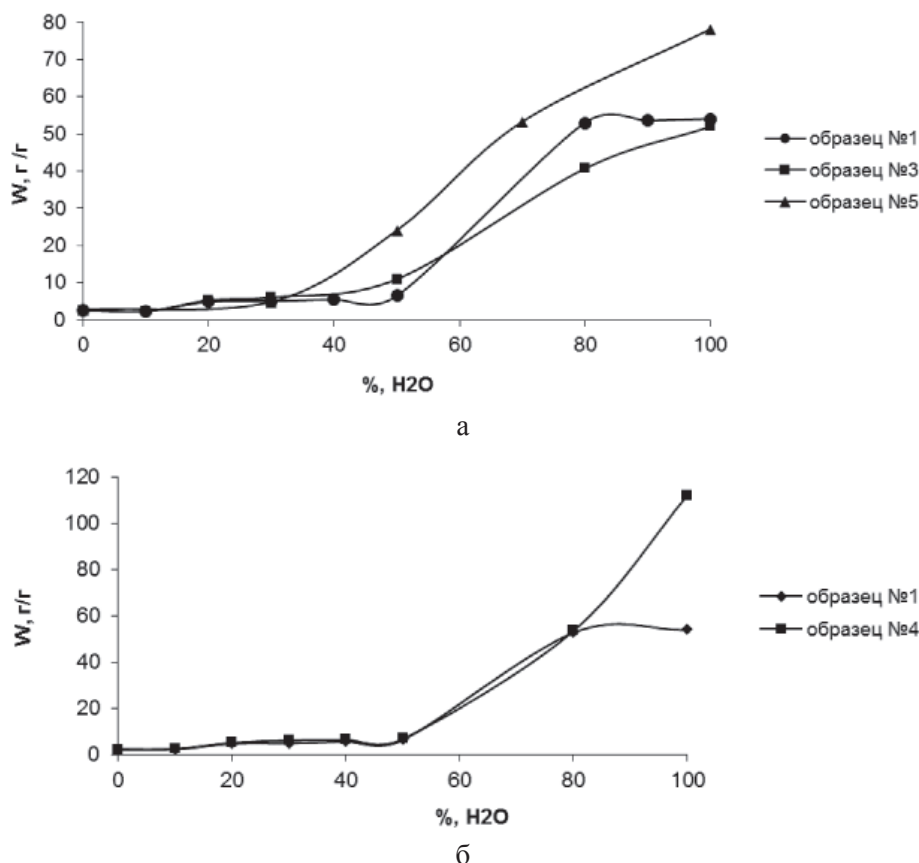


Рис. 2. Изменение степени поглощения (W , г/г) образцов ВПП в зависимости от объемной доли воды в бинарном растворителе ИПС – вода. Образец полимерного абсорбента: № 1 – анионный, содержащий карбоксилатные звенья; № 2 – катионный, содержащий аминогруппы; № 5 – композиционный, содержащий анионный и катионный ВПП; № 4 – амфифильный привитой ВПП, содержащий карбоксилатные звенья и звенья полисахарида

Определение оптимальных условий десорбции аналитов

Систематизация и анализ кинетических характеристик, приведенных на рис. 3, показывает, что с повышением объемного соотношения ИПС/вода увеличивается степень обезвоживания частиц. Так, степень набухания образца № 1 анионного ВПП, содержащего карбоксилатные звенья, при объемном соотношении ИПС/вода, равном 1, в течение 10 мин уменьшается до 14 г/г, а при объемном соотношении ИПС/вода, равном 2, – до 7,5 г/г. Образцы № 4 и 5 поликомплексов набухают в водно-спиртовых растворах. Увеличение степени экстракции водной пробы наблюдается либо при использовании привитого ВПП с большей степенью сшивания (рис. 3, б, образец № 6), либо при проведении экстракции воды ИПС при объемном соотношении ИПС/вода, равном 9 (рис. 3, в). Следовательно, ИПС экстрагирует из полимерных абсорбентов воду, и полная десорбция воды из образцов

ВПП возможна при условии использования экстрагента с объемным соотношением $V_{\text{вода}}/V_{\text{ИПС}} \leq 0,35$. При данном условии наблюдается образование осадка «обезвоженного» ВПП и надосадочной жидкости, содержащей ИПС и воду.

На рис. 4 приведены экспериментально полученные кинетические кривые изменения степени набухания образцов ВПП в присутствии ХФ. Сорбционные свойства образцов ВПП различного типа (анионного (№ 2), содержащего сульфогруппы, и амфифильного привитого ВПП (№ 6), содержащего звенья полисахарида и акриловой кислоты) по отношению к воде в присутствии хлороформа практически не изменяются. При этом наблюдается разделение смеси на два слоя: нижний слой – хлороформа, верхний слой – набухших в воде полимерных частиц ВПП. Кинетические кривые показывают, что в присутствии двухкомпонентного растворителя, содержащего ИПС и ХФ, полимерные абсорбенты сохраняют до 75 % сорбированной воды.

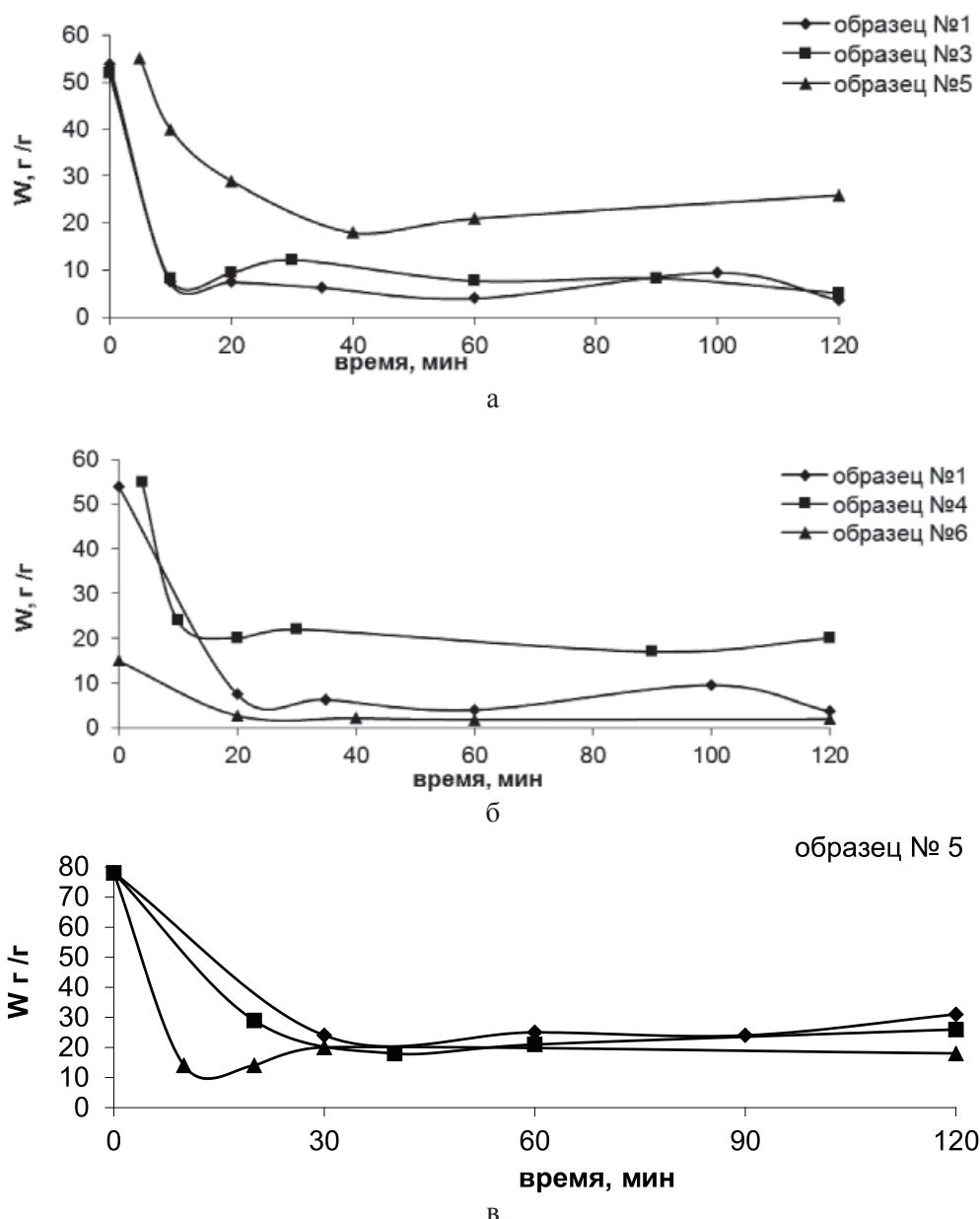


Рис. 3. Кинетические кривые изменения степени набухания (W , г/г) образцов ВПП в присутствии ИПС. $V_{\text{вода}}/V_{\text{ипс}} = 1:9$ (в, кривая Δ), $1:2$ (б; в, кривая $\square$), $1:1$ (а; в, кривая $\diamond$). Образец № 6 – амфифильный привитой ВПП, содержащий звенья полисахарида и карбоксилатные звенья

Следовательно, для проведения десорбции водных растворов аналитов из полимерных абсорбентов целесообразно применять в качестве экстрагента ИПС, а для десорбции аналитов – ХФ.

Определение оптимальных условий экстракции аналитов

В работе [2] было показано, что ХФ обладает высокими сорбционными свойствами по отношению к декану. В присутствии ХФ экстракция декана из анионного полимерного

абсорбента с сорбированной пробой его модельного водного раствора происходит с высокой степенью. На рис. 5, а представлены кинетические кривые изменения степени экстракции этилбензола ХФ из образца № 3 катионного ВПП, содержащего пробы модельного водного раствора аналита. В данной серии экспериментов происходит экстракция аналита экстрагентом из водной пробы, сорбированной полимерным абсорбентом. Степень экстракции этилбензола ХФ достигает более 80% в течение 30 минут экстракции.

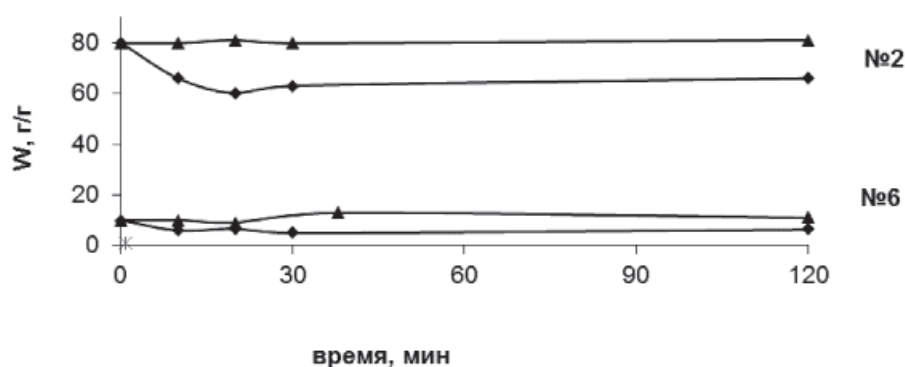


Рис. 4. Кинетические кривые изменения степени набухания (W , г/г) образцов № 2 анионного ВПП и № 6 амфифильного привитого полимерного абсорбента в присутствии ХФ:
ОР:вода = 1:2. ОР:ХФ (Δ); ХФ – ИПС ($\square$)

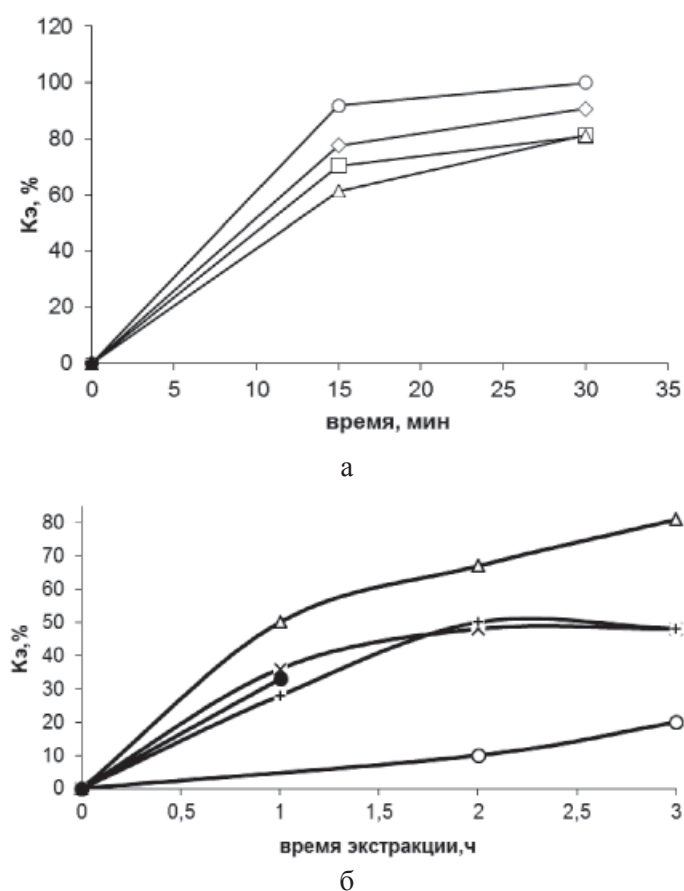


Рис. 5 Кинетические кривые изменения коэффициента экстракции ($K_{э}$, %) аналитов ХФ из катионного (а) и ИПС из композиционного (б) ВПП с пробами:
а – водных растворов ЭБ с массовой концентрацией (%): 0,0013 ($\circ$), 0,0024 ($\square$), 0,0040 (Δ), 0,0060 ($\diamond$); объемное соотношение ХФ:водная проба – 2:1; степень насыщения полимерного абсорбента водной пробой – 100%;
б – модельного водного раствора декана с массовой концентрацией 0,01 %; объемное соотношение ИПС: водная проба: 1:1($\bullet$), 1,5:1(+), 2:1 (Δ), 3:1(x), 9:1($\circ$); степень насыщения полимерного абсорбента в экспериментах – 100 %

На рис. 5, б представлены кинетические кривые изменения степени экстракции декана ИПС при различных объемных соотношениях экстрагента к пробе его во-

дного раствора, сорбированной композиционным ВПП. Аналогично данным, приведенным в работе [2], анализ полученных кинетических характеристик показывает,

Изменения степени экстракции (K_3) никотинамида ИПС в зависимости от концентрации водного раствора аналита, сорбированного различными полимерными абсорбентами. Время хранения сорбента с пробой водного раствора НА – 27 суток

Образец полимерного абсорбента	Объем пробы водного раствора аналита в сорбенте, мл	Общее количество НА, г·10 ⁻⁶	K_3 , %
№ 1 анионный	1,5	250	100
№ 3 катионный	1,5	23,3	93
№ 5 композиционный	1,5	2,3	92

что оптимальными условиями проведения экстракции этилбензола ХФ и декана ИПС с высокой степенью (более 80%) являются максимальная степень насыщения полимерного абсорбента водной пробой аналита и объемное соотношение экстрагент/водная проба аналита, равное 2.

В таблице представлены результаты исследований изменения степени экстракции никотинамида (НА) ИПС из ВПП различного типа, содержащими водные растворы аналита различной массовой концентрации. После хранения полимерных абсорбентов с пробами водных растворов НА в течение 27 сут получили более 90% извлечения аналита спиртом при объемном соотношении водной пробы в ВПП к ИПС, равном 0,5.

Заключение

Таким образом, полученные результаты экспериментальных исследований свидетельствуют об эффективности использования предлагаемых полимерных абсорбентов для отбора и подготовки жидких проб с анализу на содержание приоритетных экологических загрязнителей. Сшитые водопоглощающие акриловые сополимеры, содержащие ионогенные функциональные группы, являются эффективными сорбентами водных проб аналитов, обладающими высокой скоростью сорбции при различных температурах.

В зависимости от типа экстрагента происходит экстракция аналита либо его водной пробы из полимерного абсорбента. Оптимальными условиями экстракции аналитов являются высокая степень насыщения водной пробой полимерного абсорбента и объемное соотношение водной пробы к экстрагенту, равное 1:2.

Авторы выражают признательность доктору химических наук, доценту кафедры полимеров Саратовского государственного университета им. Н.Г. Чернышевского А.Б. Шиповской за оказание помощи в орга-

низации и проведении исследований, а также Центру коллективного пользования Института химии СГУ за предоставленное оборудование для проведения хроматографического анализа.

Список литературы

1. Абрамова Л.И., Байбурдов Т.А., Григорян Э.П. и др. Полиакриламид / под ред. В.Ф. Куренкова. – М.: Химия, 1992. – 192 с.
2. Байбурдов Т.А., Гончаров В.М. и др. Известия Саратовского университета: серия Химия. Биология. Экология. – 2015. – Т. 15, Вып. 1. – С. 36–43.
3. Даванков В.А., Сычев К.С., Ильин М.М. Применение сверхсшитых полистирольных сорбентов в высокоэффективной жидкостной хроматографии // Заводская лаборатория. – 2003. – 3. – № 4.
4. Денисова М.В. Нейтральные полимерные сорбенты для извлечения малополярных органических веществ: автореф. дис. ... канд. хим. наук. – М., 1990. – 16 с.
5. Другов Ю.С., Родин А.А. Пробоподготовка в экологическом анализе: практ. руководство. – М.: Бином. Лаб. знаний, 2009. – 855 с.
6. Киселев А.В. Межмолекулярные взаимодействия в адсорбции и хроматографии: учеб. пособие для хим., биолог. и химико-технолог. спец. вузов. – М.: Высш. шк., 1986. – 360 с.
7. Литвинова А.И., Ступенькова Л.Л., Байбурдов Т.А. Синтез сополимеров акриламида, акриловой кислоты и 2-акриламидо-2-метилпропансульфоната // Современные проблемы теоретической и экспериментальной химии: межвуз. сб. науч. тр. IX Всероссийской конф. молодых ученых с международным участием / Саратов. гос. ун-т; под ред. О.В. Федотова. – Саратов: Изд-во «КУБиК», 2013. – 233 с.
8. Макаров Е.Д. Проточная твердофазная микроэкстракция как новый способ сорбционной пробоподготовки в газовой хроматографии: автореф. дис. ... канд. хим. наук. – СПб., 2004. – 22 с.
9. Неровная Г.В., Ступенькова Л.Л., Байбурдов Т.А. Влияние концентрации сшивающего агента на параметры синтеза и влагопоглощающую способность акриловых сополимеров // Современные проблемы теоретической и экспериментальной химии: межвуз. сб. науч. тр. IX Всероссийской конф. молодых ученых с международным участием / Саратов. гос. ун-т; под ред. О.В. Федотова. – Саратов: Изд-во «КУБиК», 2013. – 233 с.
10. Сулейменов И.Э., Будтова Т.В., Бектуров Е.А. Кинетика набухания сильно набухающих гидрогелей в условиях сосуществования двух фаз / И.Э. Сулейменов, Т.В. Будтова, Е.А. Бектуров // Высокомолек. соед. А. – 2002. – Т. 44. – № 9. – С. 1571–1577.
11. ТУ 2216-016-55373366-2007 «Полимер акриламида АК 639», 2008.

УДК 547.495

СИНТЕЗ АЦИЛПРОИЗВОДНЫХ N-ЗАМЕЩЕННЫХ АРОМАТИЧЕСКИХ КАРБАМАТОВ И ИХ НЕКОТОРЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ

¹Великородов А.В., ¹Шустова Е.А., ¹Степкина Н.Н., ²Старикова А.А.

¹ФГБОУ ВО «Астраханский государственный университет»,

Астрахань, e-mail: org@asu.edu.ru;

²ФГБОУ ВПО «Астраханский государственный медицинский университет»

Минздрава РФ, Астрахань

Ацилированием метил N-3(4)-[(метоксикарбонил)амино]фенилкарбаматов уксусным ангидридом в присутствии 1 мол % $Mg(ClO_4)_2$ при нагревании при 70 °С в течение 1 ч получены с высоким выходом метил N-2-ацетил-5(4)-[(метоксикарбонил)амино]фенилкарбаматы. Ацилирование в аналогичных условиях соответствующего орто-измера протекает региоселективно и приводит к образованию 4-ацилзамещенного дикарбамата. Ацилирование метил N-(4-гидроксифенил)карбамата уксусным ангидридом как в присутствии перхлората магния, так и концентрированной серной кислоты протекает как О-ацилирование. Нагреванием 4-[(метоксикарбонил)амино]фенилацетата в течение 3 ч в дихлорэтане в присутствии безводного хлорида алюминия получен метил N-(3-ацетил-4-гидроксифенил)карбамат, конденсация которого с вератровым альдегидом в условиях основного катализа приводит к получению метил N-{3-[(E)-3-(3,4-диметоксифенил)-2-пропеноил]-4-гидроксифенил}карбамата, который превращен в соответствующий хромон при нагревании в ДМСО в присутствии I_2 . Структура новых соединений подтверждена методами ИК, ЯМР ¹H спектроскопии и масс-спектрометрии.

Ключевые слова: ароматические N-замещенные карбаматы, C- и О-ацилирование, перхлорат магния, перегруппировка О-ацильного производного карбамата, халконы, хромоны

SYNTHESIS OF ACYL DERIVATIVES N-SUBSTITUTED AROMATIC CARBAMATES AND THEIR SOME TRANSFORMATIONS

¹Velikorodov A.V., ¹Shustova E.A., ¹Stepkina N.N., ²Starikova A.A.

¹Astrakhan State University, Astrakhan, e-mail: org@asu.edu.ru;

²Astrakhan State Medicinal University, Astrakhan

By acylation of N-methyl 3 (4)-[(methoxycarbonyl)amino] phenylcarbamates with acetic anhydride in the presence of $Mg(ClO_4)_2$ 1 mol% for 1 h heating at 70 °C obtained N-methyl 2-acetyl-5 (4)-[(methoxycarbonyl) amino]phenylcarbamates in high yield. Acylation under similar conditions corresponding ortho-isomer occurs regioselectively and leads to the formation of 4-acyl substituted dicarbamate. Acylation of methyl N-(4-hydroxyphenyl)carbamate with acetic anhydride in the presence of magnesium perchlorate, and concentrated sulfuric acid occurs as O-acylation. By heating of 4-[(methoxycarbonyl)amino]phenylacetate for 3 hours in dichloroethane in the presence of anhydrous aluminum chloride was obtained methyl N-(3-acetyl-4-hydroxyphenyl) carbamate which upon condensation with veratric aldehyde under basic catalysis formed methyl N-{3-[(E)-3-(3,4-dimethoxyphenyl)-2-propenoyl]-4-hydroxyphenyl}carbamate, which when heated in DMSO in the presence of I_2 converted to the corresponding chromone. The structure of the novel compounds was confirmed by IR, ¹H NMR spectroscopy and mass spectrometry.

Keywords: aromatic N-substituted carbamates, C- and O-acylation, magnesium perchlorate, rearrangement of O-acyl derivative of carbamate, chalcones, chromones

Перхлораты металлов широко используются в качестве кислот Льюиса, катализирующих разнообразные превращения органических веществ, в том числе реакции этерификации, защиты и снятия защитных групп, присоединение по Михаэлю, присоединение с раскрытием цикла, конденсации, α-галогенирование 1,3-дикарбонильных соединений, синтез *трет*-бутиловых простых эфиров, этилкарбонатов и других соединений [4]. Они имеют заметную способность хелатировать ряд соединений, например, 1,3-дикарбонильных систем [7], а также характеризуются уникальными свойствами, среди которых следует отметить значительный ионный характер, электроотрицательность, которая соответствует высокой энергии соль-

ватации, что обуславливает их способность хорошо растворяться в воде и в большом числе неводных растворителей [13].

В обзоре [8], посвященном применению в органической химии хлорной кислоты и ее солей, рассмотрены реакции, в которых проявляется каталитическое действие этих соединений. Важнейшей среди таких реакций является реакция ацилирования ароматических и гетероароматических ядер по Фриделю – Крафтсу.

Ацильные производные аренов и гетаренов широко используются в органическом синтезе, в частности для получения халконов и различных гетероциклических систем. Из перхлоратов в реакции ацилирования наиболее широко применяются перхлораты лития, магния, цинка и никеля [4].

Показано, что при обработке активированного электронодонорными заместителями (OMe, Me) бензола эквимольным количеством ангидрида в присутствии двух эквивалентов перхлората лития или 0,5–1 мол % $\text{Mg}(\text{ClO}_4)_2$ при 60°C с высоким выходом образуются соответствующие продукты ацилирования. Методом ЯМР ^1H спектроскопии показано, что перхлорат металла сильно координируется с ангидридом, ускоряя, таким образом, электрофильную атаку по бензольному кольцу [5].

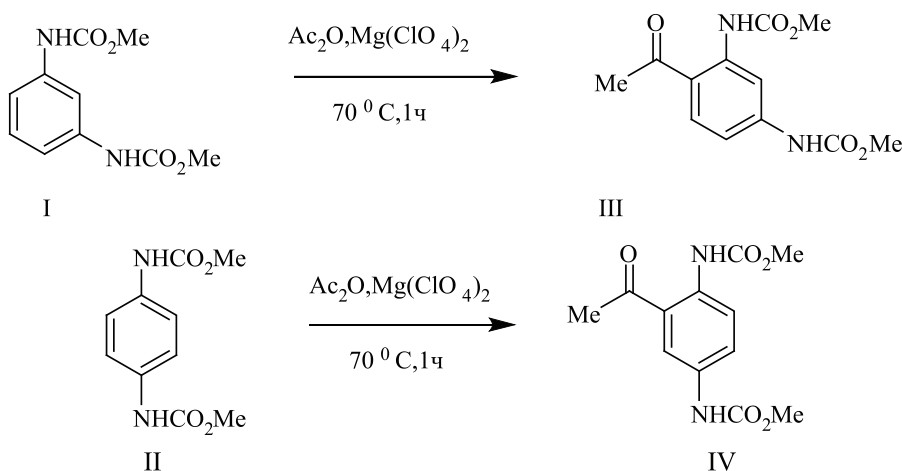
Продукты ацилирования фенолов, тиолов, аминов и спиртов являются важными полупродуктами в синтезе лекарственных и фармацевтических препаратов, которые обычно получают по реакции ацилирования ангидридами [9]. В то же время слабые нуклеофильные свойства HO-содержащих соединений, в особенности фенолов, требуют активации ангидрида, которая обычно достигается применением таких нуклеофильных агентов, как DMAP [12], Bu_3P [14] и кислот Льюиса CoCl_2 [2], трифлатов скандия, висмута и индия [4], цеолитов [3], глини [10], $\text{HBF}_4 - \text{SiO}_2$ [6]. Однако эти методы ацилирования не лишены недостатков с позиций принципов зеленой химии. К их числу относится значительная продолжительность реакций, жесткие условия, применение галогенсодержащих растворителей, высокотоксичных веществ (DMAP)

или легковоспламеняющихся (Bu_3P) веществ, дорогостоящих трифлатов, необходимость применения избытка ацилирующего агента, а также возможность протекания побочных процессов в случае субстратов, чувствительных в кислой среде.

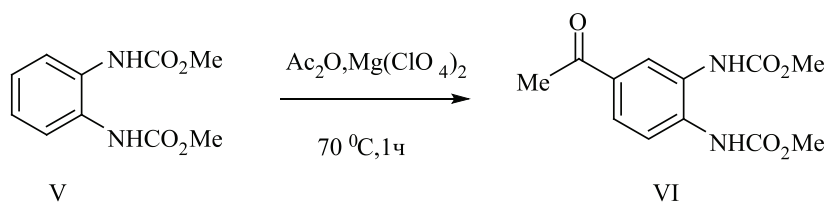
Хорошо известно, что некоторые реакционноспособные соединения, например электроноизбыточные арены и гетероциклические соединения (тиофен, силван), способны подвергаться С-ацилированию при помощи системы реагентов уксусный ангидрид – перхлорат магния [1]. Так, авторы статьи [11] показали, что 5-фенил-2-(фур-2-ил)оксазол подвергается ацилированию системой $\text{Ac}_2\text{O} - \text{Mg}(\text{ClO}_4)_2$ с образованием 5-фенил-2-(5-ацетилфур-2-ил)оксазола с выходом 60 %.

Реакции С- и О-ацилирования ароматических N-замещенных карбаматов и их некоторые превращения

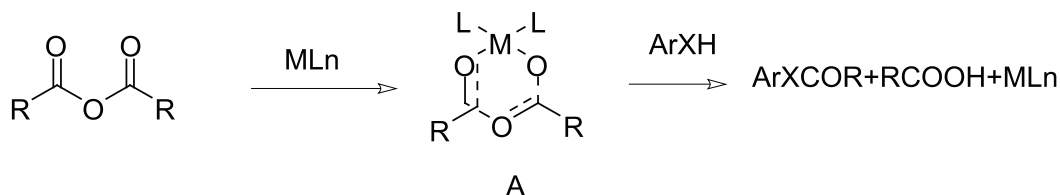
Нами установлено, что ацилирование метил N-3(4)[(метоксикарбонил)амино]фенилкарбаматов (I, II) эквимольным количеством уксусного ангидрида в присутствии 1 мол % перхлората магния при нагревании реакционной массы при 70°C в течение 1 ч протекает с образованием соответствующих ацильных производных (III, IV) с выходами 78–85 %.



В случае метил N-2-[(метоксикарбонил)амино]фенилкарбамата (V) реакция С-ацилирования в аналогичных условиях протекает селективно с образованием одного из возможных региоизомеров (VI), структура которого подтверждена методом ЯМР ^1H спектроскопии.

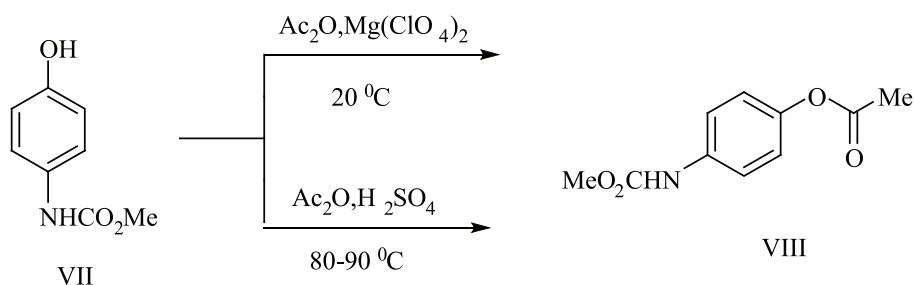


Роль перхлоратов металлов в активации ангидрида заключается в координации катиона перхлората (ML_n) ангидридом, что приводит к образованию шестичленного переходного состояния А [7].



В переходном состоянии А ангидрид становится более восприимчивым к нуклеофильной атаке ареном, которая ведет к образованию продукта ацилирования, карбоновой кислоты и регенерации катализатора.

При попытке ацилировать этой системой реагентов метил N-(4-гидроксифенил)карбамата (VII) при комнатной температуре и при перемешивании в течение 20 мин, а также при использовании в качестве катализатора концентрированной серной кислоты при нагревании при 80–90 °С, в обоих случаях был выделен только продукт О-ацилирования (VIII) с выходами 85 и 79% соответственно.



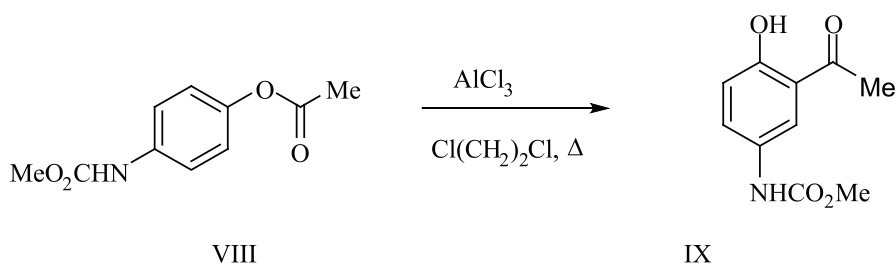
Авторы статьи [7] показали, что большее соотношение величины заряда к размеру иона Mg^{2+} по сравнению с ионом Li^+ дает возможность перхлорату магния координироваться с ангидридом более эффективно и в более мягких условиях, поэтому с достаточно активированными соединениями, к числу которых принадлежат производные фенолов, реакцию проводят при комнатной температуре.

Структура 4-[(метоксикарбонил)амино]фенилацетата (VIII) подтверждена методом ИК спектроскопии и элементным анализом.

В ИК спектре О-ацильного производного (VIII) в отличие от исходного гидроксизамещенного карбамата (VII) отсутствует полоса поглощения при 3220 cm^{-1} , обусловленная валентными колебаниями

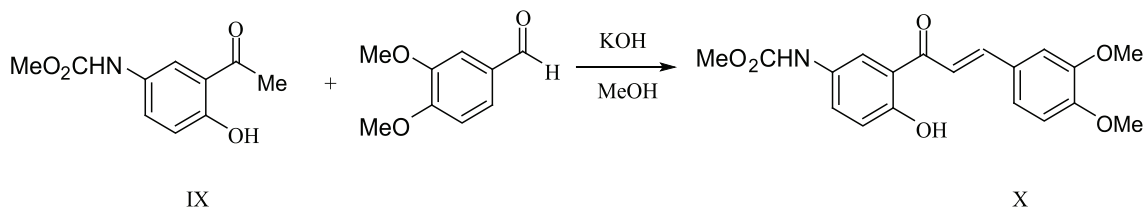
фенольного гидроксила, но в то же время присутствует полоса поглощения при 3335 cm^{-1} , связанная с валентными колебаниями группы NH, а также наряду с полосами валентных колебаний связей $C\equiv C$ бензольного кольца имеются полосы поглощения при 1710 и 1780 cm^{-1} , обусловленные колебанием карбонил карбаматной и ацетоксигрупп.

Нами изучена возможность перегруппировки О-ацильного производного в продукт С-ацилирования. Установлено, что при нагревании 4-[(метоксикарбонил)амино]фенилацетата (VIII) в течение 3 ч в дихлорэтано в присутствии безводного хлорида алюминия образуется метил N-(3-ацетил-4-гидроксифенил)карбамат (IX) с выходом 64%.



Строение соединения (IX) подтверждено методами ИК и ЯМР ^1H спектроскопии.

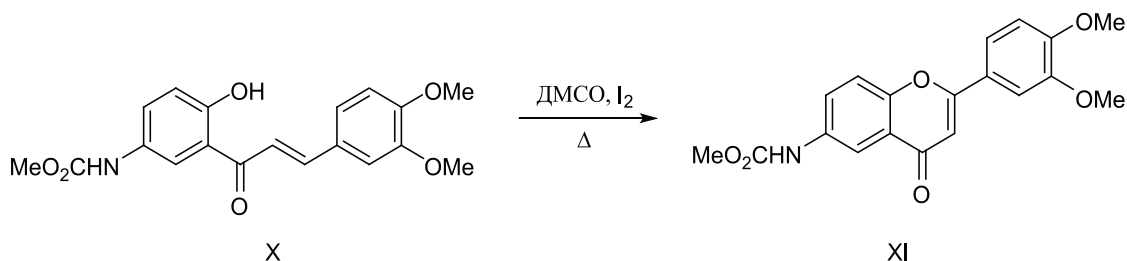
С целью дальнейшей функционализации соединения IX альдольно-кетоновой конденсацией Кляйзена – Шмидта с вератровым альдегидом в условиях основного катализа получен халкон (X).



Структура метил N-{3-[(*E*)-3-(3,4-диметоксифенил)-2-пропеноил]-4-гидроксифенил} карбамата (X) подтверждена методами ИК и ЯМР ^1H спектроскопии.

В спектре ЯМР ^1H протоны сопряженной двойной связи проявляются в области 7,19–7,24 м.д. (J 15,2 Гц), что свидетельствует о *E*-конфигурации халкона (X).

Установлено, что кипячение соединения (X) в ДМСО в присутствии каталитического количества иода сопровождается гетероциклизацией с образованием метил N-[2-(3,4-диметоксифенил)-4-оксо-3,4-дигидро-2*H*-хромен-6-ил]карбамата (XI).



Экспериментальная часть

Спектры ЯМР ^1H получены на спектрометре Bruker DRX-500 (500,13 МГц), растворитель ДМСО- d_6 . ИК спектры измерены на ИК Фурье-спектрофотометре InfraLUM FT-02 в интервале 4000–400 см^{-1} в KBr. Масс-спектры получены на приборах MX-1306; Kratos MS-30 и Finigan MAT INCOS 50 при энергии ионизирующих электронов 70 эВ. Чистоту полученных соединений контролировали методом ТСХ на пластинах Silufol UV-254; проявление в парах иода.

Метил N-{2-ацетил-5-[(метоксикарбонил)амино]фенил}карбамат (III). Смесь 2,24 г (0,01 моль) метил N-3-[(метоксикарбонил)амино]фенилкарбамата (I), 1,2 мл (0,012 моль) уксусного ангидрида и 22 мг (1 мол %) перхлората магния нагревали на водяной бане при 70 °С в течение 1 ч, охлаждали до комнатной температуры, добавляли 10 мл ледяной воды, осторожно нейтрализовали кислоту твердым карбонатом натрия и полученную смесь обрабатывали бензолом (2×15 мл). Объединенные бензольные экстракты сушили сульфатом магния и растворитель удаляли в вакууме, полученный кристаллический

продукт подвергали хроматографированию на нисходящей стеклянной колонке, заполненной активированным силикагелем марки Silicagel 100/400 мкм, элюент – метилхлорид – диэтиловый эфир, 1:1 (по объему) и перекристаллизовывали из диэтилового эфира. Выход 2,3 г (87%), бесцветные кристаллы, $T_{\text{пл}} = 124\text{--}126^\circ\text{C}$. ИК спектр, ν , см^{-1} : 3310; 3330 (NH), 1710; 1680 (C=O), 1610; 1585; 1565 (C=C, C $\equiv$ C $_{\text{аром}}$). Спектр ЯМР ^1H , δ , м.д.: 2,58 с (3H, COMe), 3,70 с (6H, 2NHCO $_2$ Me), 7,28 д (1 H $_{\text{аром}}$, J 8 Гц), 7,99 д (1 H $_{\text{аром}}$, J 8 Гц), 8,53 с (1 H $_{\text{аром}}$), 10,18 уш. с (1H, NH), 11,39 уш. с (1 H, NH). Масс-спектр, m/z ($I_{\text{отн}}$, %): 267 (8) [$M+1$] $^+$, 266 (52) [M] $^+$, 251 (13), 235 (5), 224 (13), 220 (10), 219 (100), 192 (5), 187 (28), 175 (5), 147 (6), 133 (4), 119 (2), 78 (2), 59 (7), 43 (5). Найдено, %: C 53,81; H 5,25; N 10,42. C $_{12}$ H $_{14}$ N $_2$ O $_5$. Вычислено, %: C 54,14; H 5,26; N 10,53. M 266.

Соединения (IV, VI) получены аналогично.

Метил N-{2-ацетил-4-[(метоксикарбонил)амино]фенил}карбамат (IV). Выход 2,35 г (89%), бесцветные кристаллы, $T_{\text{пл}} = 119\text{--}120^\circ\text{C}$ (из этанола). ИК спектр, ν , см^{-1} : 3315; 3330 (NH), 1710; 1675 (C=O), 1610; 1575; 1565 (C=C, C $\equiv$ C $_{\text{аром}}$). Спектр ЯМР ^1H , δ , м.д.: 2,53 с (3 H, COMe),

3,70 с (6H, 2NHCO₂Me), 7,08 д (1 H_{аром}, J 8 Гц), 7,22 с (1 H_{аром}), 7,48 д (1 H_{аром}, J 8 Гц), 9,49 уш. с (1 H, NH), 9,75 уш. с (1 H, NH). Масс-спектр, *m/z* (*I*_{отн}, %): 267 (2) [M+1]⁺, 266 (16) [M]⁺, 235 (2), 225 (14), 224 (100), 208 (5), 193 (11), 192 (67), 176 (2) 165 (13), 160 (31), 147 (8), 133 (13), 121 (11), 106 (8), 94 (6), 78 (6), 59 (19), 43 (33). Найдено, %: C 54,01; H 5,21; N 10,35. C₁₂H₁₄N₂O₅. Вычислено, %: C 54,14; H 5,26; N 10,53. *M* 266.

Метил N-{4-ацетил-2-[(метоксикарбонил)амино]фенил}карбамат (VI). Выход 2,29 г (87%), бесцветные кристаллы, *T*_{пл} = 138140°C (из метанола). ИК спектр, *v*, см⁻¹: 3310; 3325 (NH), 1710; 1685 (C=O), 1610; 1570; 1562 (C=C, C≡C_{аром}). Спектр ЯМР ¹H, *δ*, м.д.: 2,54 с (3 H, COMe), 3,76 с (6 H, 2NHCO₂Me), 7,84 д (1 H_{аром}, J 8,5 Гц), 7,94 с (1 H_{аром}), 7,98 д (1 H_{аром}, J 8,5 Гц), 9,54 уш. с (1 H, NH), 9,80 уш. с (1 H, NH). Найдено, %: C 54,09; H 5,20; N 10,48. C₁₂H₁₄N₂O₅. Вычислено, %: C 54,14; H 5,26; N 10,53.

4-[(Метоксикарбонил)амино]фенилацетат (VIII).

а) Смесь 1,67 г (0,01 моль) метил-N-(*n*-гидроксифенил)карбамата (VII), 1,2 мл (0,012 моль) свежеперегнанного уксусного ангидрида, 2 капли концентрированной серной кислоты нагревали на кипящей водяной бане в течение четырех часов, реакционную массу охлаждали и выливали на 50 г толченого льда. Выпавший кристаллический осадок отфильтровывали, промывали водой, сушили на воздухе и перекристаллизовывали из гексана. Выход 1,65 г (79%) соединения (VIII), бесцветные кристаллы, *T*_{пл} = 77–79°C. ИК спектр, *v*, см⁻¹: 3335 (NH), 1710; 1780 (C=O), 1620; 1555; 1530 (C≡C_{аром}). Найдено, %: C 57,42; H 5,26;

N 6,62. C₁₀H₁₁NO₄. Вычислено, %: C 57,28; H 5,30; N 6,39.

б) Смесь 1,67 г (0,01 моль) метил N-(4-гидроксифенил)карбамата (VII), 1,2 мл (0,012 моль) уксусного ангидрида и 22 мг (1 мол%) перхлората магния перемешивали при 20°C в течение 20 мин, выливали на измельченный лед, выпавший осадок отфильтровывали, сушили на воздухе и перекристаллизовывали из гексана. Выход 1,88 г (90%), бесцветные кристаллы, *T*_{пл} = 77–79°C. Найдено, %: C 57,31; H 5,28; N 6,35. C₁₀H₁₁NO₄. Вычислено, %: C 57,28; H 5,30; N 6,39.

Метил N-(3-ацетил-4-гидроксифенил)карбамат (IX). Смесь 1 г (5 ммоль) 4-[(метоксикарбонил)амино]фенилацетата (VIII), 0,5 г безводного хлорида алюминия в 15 мл

дихлорэтана кипятили 5 ч, охлаждали, обрабатывали 1 н раствором соляной кислоты (50 мл), органический слой промывали водой, сушили сульфатом магния и растворитель удаляли, остаток перекристаллизовывали из гексана. Выход 0,89 г (89%), бесцветные кристаллы, *T*_{пл} = 98–99°C. ИК спектр, *v*, см⁻¹: 3315; 3400 (NH, OH), 1710; 1690 (C=O), 1610; 1565; 1550 (C≡C_{аром}).

Спектр ЯМР ¹H, *δ*, м.д.: 2,75 с (3 H, COMe), 3,71 с (3 H, NHCO₂Me), 7,04 д (1 H, H_{аром}, J 8,5 Гц), 7,54 д (1 H, H_{аром}, J 8,5 Гц), 7,95 с (1 H, H_{аром}), 9,58 уш. с (1 H, NH), 13,14 с (1 H, OH). Найдено, %: C 57,31; H 5,30; N 6,43. C₁₀H₁₁NO₄. Вычислено, %: C 57,28; H 5,30; N 6,39.

Метил N-{3-[(E)-3-(3,4-диметоксифенил)-2-пропеноил]-4-гидроксифенил}карбамат (X). К смеси 0,42 г (2 ммоль) метил N-(3-ацетил-4-гидроксифенил)карбамата (IX), 0,33 г (2 ммоль) 3,4-диметоксибензальдегида в 10 мл метанола при 35°C в течение 0,5 ч при перемешивании добавляли 0,6 мл 10%-го метанольного раствора гидроксида калия. Реакционную массу перемешивали 4 ч при 35°C, оставляли на 24 ч при комнатной температуре, выливали в 100 мл ледяной воды, подкисляли разбавленной соляной кислотой (1:1). Выпавший осадок отфильтровывали, сушили на воздухе и перекристаллизовывали из этанола. Выход 0,76 г (84%), светло-желтые кристаллы, *T*_{пл} = 162–164°C. ИК спектр, *v*, см⁻¹: 3320; 3405 (NH, OH), 1710; 1680 (C=O), 1610; 1585; 1565 (C=C, C≡C_{аром}). Спектр

ЯМР ¹H, *δ*, м.д.: 3,71 с (3 H, NHCO₂Me), 3,85 с (6 H, 2OMe), 6,79 д (1 H_{аром}, J 8,2 Гц), 7,02 с (1 H_{аром}), 7,15 д (1 H, H_{аром}, J 8,2 Гц), 7,19–7,21 м (2 H, 1 H_{аром}, 1 H_{аром}, HC=CH), 7,24 д (1 H, HC=CH, J 15,2 Гц), 7,67 д (1 H_{аром}, J 8,5 Гц), 8,15 с (1 H_{аром}), 9,59 уш. с (1 H, NH), 13,14 с (1 H, OH). Найдено, %: C 63,84; H 5,34; N 4,01. C₁₉H₁₉NO₆. Вычислено, %: C 63,87; H 5,32; N 3,92.

Метил N-[2-(3,4-диметоксифенил)-4-оксо-4H-хромен-6-ил]карбамат (XI). Растворяли 0,1 г (0,4 ммоль) иода в 10 мл диметилсульфоксида, добавляли 0,71 г (2 ммоль) халкона (X), полученную смесь кипятили 0,5 ч, охлаждали, переносили на измельченный лед, добавляли 10%-ный раствор тиосульфата натрия для удаления иода, осадок отфильтровывали, сушили на воздухе и перекристаллизовывали из этанола. Выход 0,55 г (78%), бесцветные кристаллы, *T*_{пл} = 201–203°C. ИК спектр, *v*, см⁻¹: 3310 (NH), 1710; 1655 (C=O), 1610; 1575; 1560

(C=C, C $\equiv$ C_{аром}). Спектр ЯМР ¹H, δ , м.д.: 3,71 с (3 H, NHCO₂Me), 3,80 с (6 H, 2OMe), 6,64 с (1 H, H_{хромона}), 6,85 д (1 H, H_{аром}, J 7,5 Гц), 7,15 с (1 H, H_{аром}), 7,48–7,51 м (2 H, H_{аром}), 7,82 д (1 H, H_{аром}, J 8,5 Гц), 8,25 с (1 H, H_{аром}), 9,58 уш. с (1 H, NH). Найдено, %: C 63,99; H 4,58; N 4,01. C₁₉H₁₇NO₆. Вычислено, %: C 64,23; H 4,79; N 3,94.

Заключение

Приведенные в работе экспериментальные данные показывают эффективность и региоселективность реакций ацилирования изомерных ароматических дикарбаматов и 4-гидроксизамещенного фенилкарбамата уксусным ангидридом в присутствии каталитических количеств перхлората магния, а также синтетические возможности ацилпроизводных при получении некоторых новых производных арил- и гетарилкарбаматов.

Список литературы

1. Дорофеев Г.Н. Каталитическое ацетилирование некоторых ароматических и гетероциклических соединений в присутствии хлорной кислоты // ЖОХ. – 1961. – Т. 31. – № 3. – С. 5 994–999.
2. Ahmed S., Iqbal J. Cobalt(II) chloride catalysed coupling of thiols and anhydrides: A new and efficient synthesis of thiol esters // Tetrahedron Lett. – 1986. – Vol. 27. – № 32. – P. 3791–3794.
3. Ballini R., Bosica G., Carloni S., Ciaralli L., Maggi R., Sartori G. Zeolite HSZ-360 as a new reusable catalyst for the direct acetylation of alcohols and phenols under solventless conditions // Tetrahedron Lett. – 1998. – Vol. 39. – № 33. – P. 6049–6052.
4. Bartoli G., Bosco M., Marcantoni E., Massaccesi M., Rinaldi S., Sambri L. LiClO₄-Acyl anhydrides complexes as powerful acylating reagents of aromatic compounds in solvent free conditions // Tetrahedron Lett. – 2002. – Vol. 43. – № 34. – P. 6331–6133.
5. Bartoli G., Locatelli M., Melchiorre P., Sambri L. Taking up the cudgels for perchlorates: uses and applications in organic reactions under mild conditions // Eur. J. Org. Chem. – 2007. – № 13. – P. 2037–2049.
6. Chakraborti A.K., Gulhane R. Indium(III) chloride as a new, highly efficient, and versatile catalyst for acylation of phenols, thiols, alcohols, and amines // Tetrahedron Lett. – 2003. – Vol. 44. – № 35. – P. 6749–6753.
7. Chakraborti A.K., Sharma L., Gulhane R., Shivani. Electrostatic catalysis by ionic aggregates: scope and limitations of Mg(ClO₄)₂ as acylation catalyst // Tetrahedron. – 2003. – Vol. 59. – № 39. – P. 7661–7668.
8. Dalpozzo R., Bartoli G., Sambri L., Melchiorre P. Perchloric acid and its salts: very powerful catalysts in organic chemistry // Chem. Rev. – 2010. – Vol. 110. – № 6. – P. 3501–3551.
9. Greene T.W., Wuts P.G.M. Protective groups in organic synthesis. – Wiley: New York, 1999. – 779 p.
10. Li A.-X., Li T.-S. Ding T.-H. Montmorillonite K-10 and KSF as remarkable acetylation catalysts // Chem. Commun. – 1997. – № 15. – P. 1389–1390.
11. Patsenker L.D., Lokshin A.I., Drushlyak T.G., Baumer V.N. Acylation of 5-phenyl-2-(fur-2-yl)oxazole // Chem. Heterocycl. Comp. – 1997. – Vol. 33. – № 11. P. – 1266–1271.
12. Steglich W., Hofte G. N, N-Dimethyl-4-pyridinamine, a very effective acylation catalyst // Angew. Chem.Int. Ed. Engl. – 1969. – Vol. 8. – № 12. – P. 981.
13. Urbansky E.T. Perchlorate is an environmental contaminant which may affect thyroid gland functions, where it is mistakenly taken up in place of iodide // Environ Sci. & Pollut. Res. – 2002. – Vol. 9. – № 3. – P. 187–192.
14. Vedejs E., Diver T.S. Tributylphosphine: A Remarkable Acylation Catalyst // J. Am. Chem. Soc. – 1993. – Vol. 115. – № 8. – P. 3358–3359.

УДК 544.723.212

СОРБЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ФИТОМИНЕРАЛОСОРБЕНТОВ**Гевара Хуан Хосе, Везенцев А.И.***Белгородский государственный национальный исследовательский университет,
Белгород, e-mail: vesentsev@bsu.edu.ru*

Настоящая работа посвящена исследованию характеристик сорбционных процессов нативной и модифицированных монтмориллонитсодержащих глин по отношению к уксусной кислоте и ионам Fe^{3+} . Экспериментально установлено влияние биологически активных веществ (БАВ) в виде продуктов спиртовой экстракции лекарственных растений (ромашки аптечной и календулы лекарственной) на сорбционную способность модифицированных экспериментальных сорбентов (фитоминералосорбентов – ФМС). Выявлено, что, модифицирование монтмориллонитсодержащей глины (МСГ) биологически активными веществами приводит к частичному блокированию сорбционно активных центров монтмориллонита и, следовательно, к снижению сорбционной способности ФМС. Однако модифицированные экспериментальные сорбенты проявляют высшую энергию взаимодействия и силу связывания адсорбат-адсорбент по сравнению с нативной монтмориллонит содержащей глиной, что свидетельствует о большей способности удерживания сорбированных молекул.

Ключевые слова: глина, монтмориллонит, фитоминералосорбент, сорбционные процессы, ионы Fe^{3+} , уксусная кислота, энергия взаимодействия, сила связывания

SORPTION CHARACTERISTICS OF FITOMINERALOSORBENT**Guevara Juan Jose, Vezentsev A.I.***Belgorod National Research University, Belgorod, e-mail: vesentsev@bsu.edu.ru*

This article is dedicated to the study of sorption characteristics of native and modified montmorillonite-containing clay with respect to acetic acid and Fe^{3+} ions. Experimentally established influence of biologically active substances, products of alcohol extraction of medicinal herbs (chamomile and calendula officinalis), on the sorption capacity of the modified experimental sorbents (fitomineralosorbents). It was determined that the modification of the montmorillonite-containing clay with biologically active substances, leads to a partial blockage of the sorption-active centers of montmorillonite and thus, reduces the sorption capacity of the fitomineralosorbents. However, the experimental modified sorbents exhibit higher energy interaction and binding force of the adsorbate-adsorbent as compared to the native-containing montmorillonite clay, indicating a greater ability of retaining the adsorbed molecules.

Keywords: clay, montmorillonite, fitomineralosorbent, sorption processes, Fe^{3+} ions, acetic acid, interaction energy, binding force

В последние годы наблюдается повышенный интерес к модифицированию сырьевых ингредиентов с целью получения композиционных материалов с заданными свойствами [4]. Используемая монтмориллонитовая глина содержит в своем составе пленочные кристаллы монтмориллонита, состоящие из трёхслойных пакетов, с толщиной элементарных пакетов – 0,96 нм [7]. Данный материал можно рассматривать как наноконпозиционный, который в настоящей работе используется при разработке фитоминералосорбентов (ФМС) на основе монтмориллонитсодержащих глин и этиловых экстрактов лекарственных растений (ромашка аптечная и календула лекарственная) [1, 2]. Разработанные ФМС обладают высокой сорбционной емкостью и низкой стоимостью [6]. Целью настоящей работы является экспериментальное определение характеристик сорбционных свойств и сорбционных процессов, протекающих при очистке модельных водных растворов с использованием натив-

ной и модифицированных монтмориллонитсодержащих глин по отношению к уксусной кислоте и ионам Fe^{3+} .

Для решения данной проблемы были поставлены следующие задачи: установить максимальную сорбцию, силы связывания и энергию взаимодействия экспериментальных сорбентов в процессе сорбции уксусной кислоты. Определить максимальную сорбционную емкость и скорость сорбции ионов Fe^{3+} нативной и модифицированной монтмориллонит содержащей глины.

Материалы и методы исследования

Исследование проводилось на ранее разработанных и изученных экспериментальных сорбентах [5, 3]. На основе ФМС использована монтмориллонит содержащая глина, которая также служит в качестве контроля, т.е. для сравнения сорбционных характеристик и сорбционных процессов, происходящих с участием экспериментальных сорбентов.

Сорбция уксусной кислоты экспериментальными сорбентами проведена в модельных водных растворах с концентрациями 0,2; 0,1; 0,05; 0,025 и 0,0125 М. Для определения сорбционной активности разработанных

сорбентов в 100 мл приготовленных растворов уксусной кислоты вносили по 1 грамму предварительно растертого в ступке образца сорбента. В колбе с закрытой пробкой встряхивали содержимое в течение 10 минут и отфильтровывали через бумажные фильтры «белая лента». Концентрация уксусной кислоты после адсорбции определена титрованием раствором NaOH, также определены энергия взаимодействия и сила связывания адсорбат-адсорбент.

Результаты исследования и их обсуждение

На основе экспериментальных данных сорбции уксусной кислоты построены изотермы адсорбции (рис. 1) и проведен сравнительный анализ полученных результатов.

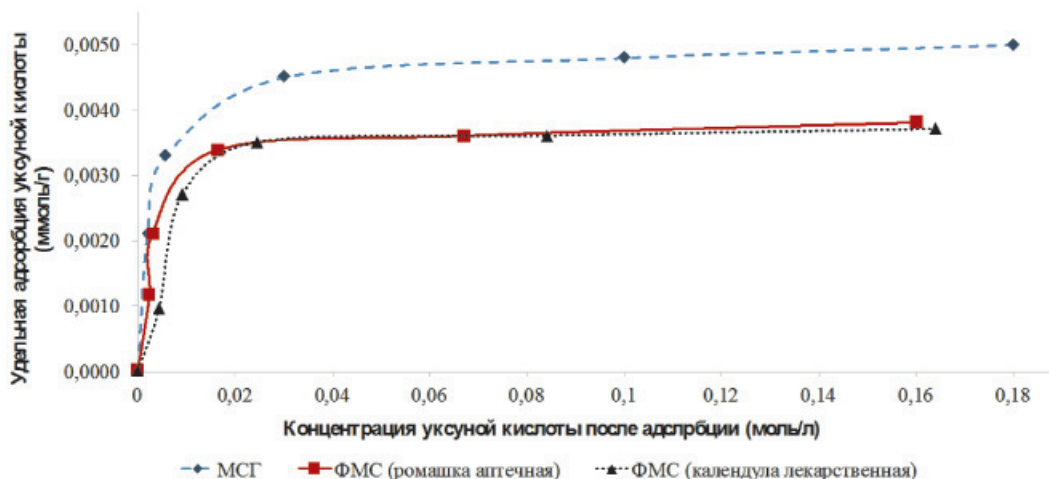


Рис. 1. Изотермы сорбции уксусной кислоты экспериментальными сорбентами

Для определения эффективности поглощения катионов железа (III) экспериментальными сорбентами использовали спектрофотометрический метод анализа модельных растворов железоаммонийных квасцов $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$. Поглотительную способность экспериментальных сорбентов по отношению к ионам Fe^{3+} определяли в статических условиях путем построения изотерм адсорбции методом переменных концентраций. Из стандартного раствора приготовили раствор с концентрацией ионов Fe^{3+} 5 мг/л. Для этого 50 мл стандартного раствора перенесли в мерную колбу на 1 л и довели до метки дистиллированной водой. Навески по 1 г сорбента перенесли в каждую из 5 конических колб, добавили по 100 мл рабочего раствора и зафиксировали продолжительность сорбции ионов железа в течение 1, 5, 15, 30 и 60 мин. После прохождения заданного времени суспензии перемешали и отфильтровали с помощью воронок и фильтра «белая лента» в чистые конические колбы. Затем отобрали пипеткой по 40 мл полученных фильтратов и вносили в мерные колбы на 50 мл. В каждую колбу добавили по 3–4 капли азотной кислоты, по 5 мл 10% раствора тиоцианата калия и довели до метки дистиллированной водой. Перемешали и в спектрофотометре измерили оптическую плотность каждого раствора при длине волны 480 нм в кювете толщиной 1 см. Как раствор сравнения использовали дистиллированную воду. Оптическую плотность каждого раствора измерили 3 раза и вычислили среднее арифметическое. По градуировочному графику с помощью уравнения регрессии

$$y = a + bx,$$

где a и b – коэффициенты регрессии. Вычислили концентрацию ионов Fe^{3+} в исследуемых растворах в мг/л.

Полученные данные показывают, что обогащенная МСГ сорбирует уксусную кислоту на 26% больше ФМС, полученного с экстрактом календулы лекарственной, и на 24% больше чем ФМС, полученного с экстрактом ромашки аптечной. Высокая сорбционная емкость МСГ объясняется тем, что в кристаллах монтмориллонита ионно-обменный процесс происходит внутри кристаллической решетки в полостях между кремнекислородными тетраэдрическими слоями и на внешней поверхности кристалла.

В случае ФМС экстрагированные БАВ осаждаются на поверхности кристаллов минералов монтмориллонитсодержащих глин, и прежде всего на поверхности сорбционно-активного монтмориллонита, и препятствуют процессу сорбции, частично блокируя активные центры, отвечающие за нейтрализацию кислой среды, что объясняет менее активное поглощение уксусной кислоты.

Данные, полученные при анализе изотерм сорбции, обработаны на соответствие преобразованному уравнению Фрейндлиха:

$$\lg A = \lg K + \frac{1}{n} \lg C,$$

где A – величина адсорбции, ммоль/г; C – равновесная концентрация уксусной кислоты, моль/л; K – эмпирическая константа, представляющая значение адсорбции при равновесии адсорбат-адсорбент.

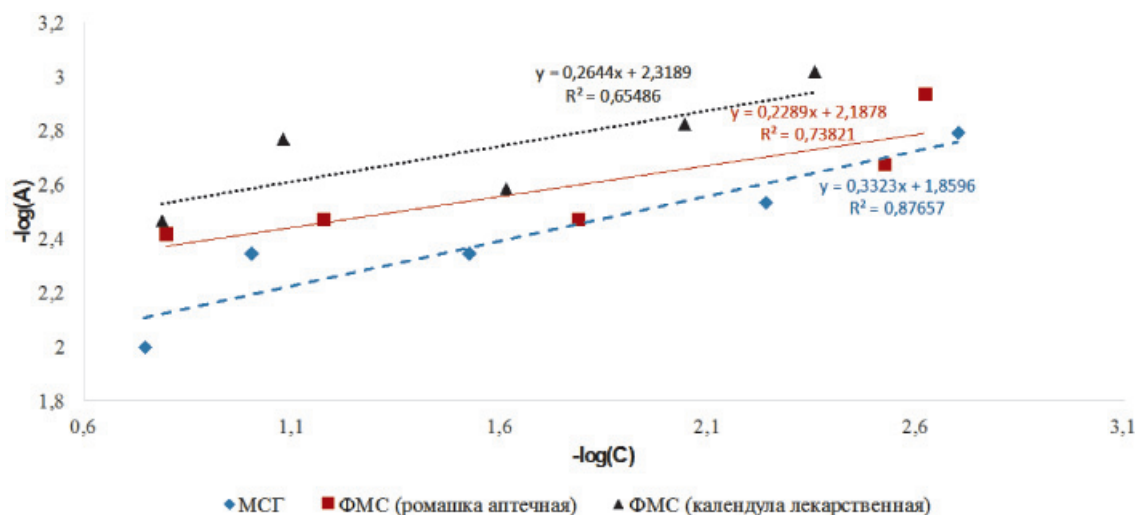


Рис. 2. Линеаризованные формы изотерм сорбции типа Фрейндлиха

Уравнение Фрейндлиха применяется для обработки экспериментальных данных при молекулярной адсорбции. Путем графического решения уравнения Фрейндлиха определили максимальную сорбцию экспериментальных сорбентов (рис. 2).

Исходя из полученных данных, установлено, что образец МСГ отличается максимальной адсорбцией и более отрицательной энергией взаимодействия ($\Delta G = -13,23$ кДж/моль), но сила связывания адсорбат-адсорбент определяется константой, которая меньше, чем у других образцов, и равна $K = 72,38$. Это хорошо тем, что на поверхности МСГ сорбируется максимальное количество уксусной кислоты по сравнению с другими образцами, но при этом легко происходит процесс десорбции, что способствует понижению pH раствора.

Данные, подтверждающие вышеприведенный анализ, представлены в таблице.

Энергия связи уксусной кислоты с адсорбентами

Образец	МСГ	ФМС (ромашка аптечная)	ФМС (календула лекарственная)
Показатель			
K	72,38	154,10	208,40
ΔG (кДж/моль)	-13,23	-12,5	-10,60

На основе полученных экспериментальных данных построены изотермы сорбции ионов Fe^{3+} экспериментальными сорбентами, где представлена зависимость концентрации сорбированных ионов Fe^{3+} от продолжительности процесса (рис. 3).

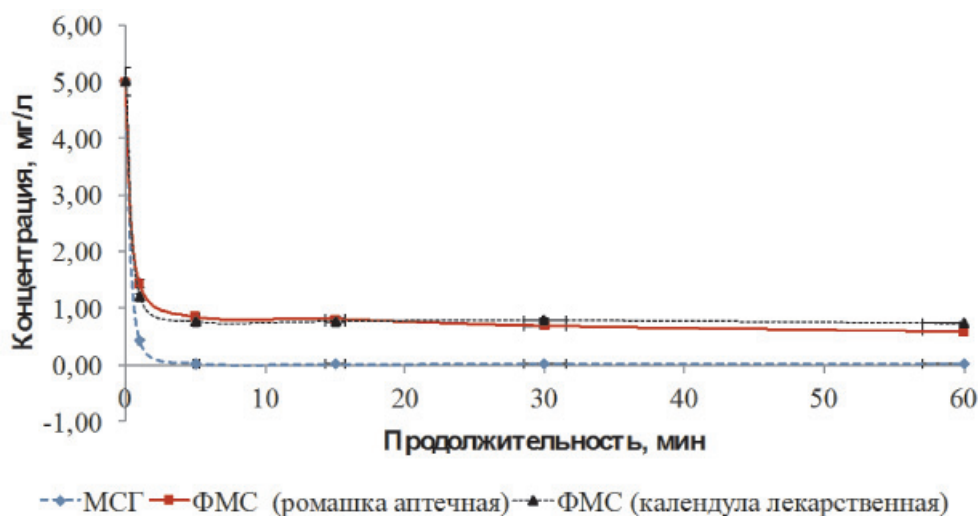


Рис. 3. Кинетическая кривая сорбции ионов Fe^{3+} из модельных водных растворов экспериментальными сорбентами

Установлено, что в первую минуту сорбция ионов Fe^{3+} максимальна. Для МСГ первоначальная концентрация ионов Fe^{3+} в модельных растворах (5 мг/л) снижается до 0,45 мг/л. Для ФМС (ромашка аптечная) и ФМС (календула лекарственная) концентрация ионов Fe^{3+} снижается до 1,44 и 1,2 мг/л соответственно. После 5-й минуты сорбции наблюдается выход кинетических кривых на плато. При этом концентрация ионов Fe^{3+} для МСГ, ФМС (ромашка аптечная) и ФМС (календула лекарственная) составляет 0,3, 0,85 и 0,76 мг/л соответственно. Данное явление связано с образованием насыщенного мономолекулярного слоя, что соответствует выходу кривых на плато. Эффективность поглощения из модельных водных растворов катионов железа (III) после 60 минут для МСГ достигает 98,5 % (0,023 мг/л). Концентрация ионов Fe^{3+} после 60 минут для ФМС с экстрактом ромашки аптечной и ФМС с экстрактом календулы лекарственной составляет 0,59 и 0,73 мг/л соответственно, что указывает на уменьшение поглотительной способности по сравнению с МСГ. На основании полученных данных рассчитана скорость сорбции ионов Fe^{3+} в модельных растворах (рис. 4).

пятой минуте скорость сорбции ионов Fe^{3+} снижается на 76–78 % и составляет 0,99 мг/л·мин для МСГ, 0,83 мг/л·мин для ФМС (ромашка аптечная) и 0,85 мг/л·мин для ФМС (календула лекарственная). Затем скорость снижается практически до нуля после десятой минуты и составляет 0,083, 0,074 и 0,071 мг/л·мин соответственно. Снижение сорбционной способности по соотношению к ионам Fe^{3+} объясняется тем, что произошло блокирование активных центров минералов, слагающих используемые глины и отвечающих за сорбцию ионов Fe^{3+} биологически активными веществами, продуктами экстракции ромашки аптечной и календулы лекарственной.

Заключение

Установлено, что модифицирование МСГ биологически активными веществами ромашки аптечной и календулы лекарственной приводит к снижению сорбционной способности, что коррелирует со структурно-морфологическими изменениями монтмориллонит содержащих глин в связи с тем, что БАВ экстрагированных лекарственных растений частично блокируют сорбционно активные центры монтмориллонита. Однако ФМС проявляют высшую энергию

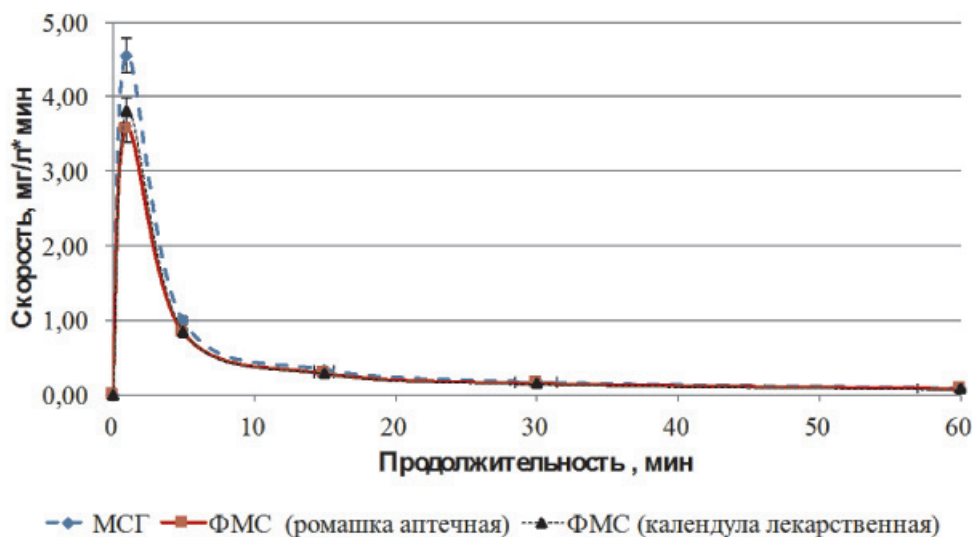


Рис. 4. Зависимость скорости сорбции ионов Fe^{3+} в модельных растворах от продолжительности процесса

Установлено, что скорость сорбции ионов Fe^{3+} экспериментальными сорбентами на первой минуте максимальна и составляет 4,56 мг/л·мин для МСГ, 3,56 мг/л·мин для ФМС (ромашка аптечная) и 3,8 мг/л·мин для ФМС (календула лекарственная). На

взаимодействия и силу связывания адсорбат-адсорбент по сравнению с МСГ, что свидетельствует о большой способности удерживания сорбированных молекул.

Работа выполнена за счет средств гранта РФФИ № 14-43-08021 «Исследование

процессов фазо- и структурообразования, протекающих при совместном пиролизе растительных отходов агропромышленного комплекса Белгородской области с местными монтмориллонит содержащими глинами, и изучение влияния физико-химических параметров процесса синтеза эффективных композиционных сорбентов на поглощение тяжелых металлов, патогенных и условно-патогенных бактерий из водных растворов и очистку плодородных почв от пестицидов», 2015–2016 гг.

Список литературы

1. Везенцев А.И., Буханов В.Д., Гевара Хуан Хосе, Панькова О.Н., Соколовский П.В. Разработка и изучение фитоминералосорбентов на основе минерального и растительного сырья // Актуальные проблемы теории адсорбции, пористости и адсорбционной селективности: материалы Всероссийской конференции с участием иностранных ученых, 14–18 апреля 2014 года. – М.-Клязьма, 2014. – С. 71.
2. Везенцев А.И., Нгуен Хоай Тьяу, Буханов В.Д., Соколовский П.В., Гевара Агирре Хуан Хосе. Композиционный сорбент на основе минерального и растительного сырья // Актуальные проблемы теории адсорбции, пористости и адсорбционной селективности: материалы Всероссийской конференции с участием иностранных ученых, 14–18 апреля 2014 года. – М.-Клязьма, 2014. – С. 82.
3. Везенцев А.И., Покровский М.В., Шапошников А.А., Гевара Хуан Хосе, Круть У.А. Обогащенные монтмориллонит содержащие глины как перспективное сорбционно активное средство при лечении гнойных и воспалительных ран // Сорбционные и хроматографические процессы. – 2015. – Т. 15. – Вып. 4. – С. 280–287.
4. Везенцев А. И., Трубицин М. А., Романщак А.А. и др. Разработка эффективных сорбентов на основе минерального сырья Белгородской области // Сорбенты как фактор качества жизни и здоровья: материалы Всероссийская научная конференция с международным участием, 11–14 окт. 2004 г. – Белгород: Изд-во БелГУ, 2004. – С. 29–33.
5. Гевара Хуан Хосе, Везенцев А.И. Структурно-морфологические характеристики фитоминералосорбента // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 11–1. – С. 44–48.
6. Гевара Хуан Хосе, Везенцев А.И., Шапошников А.А. Современные фитоминералосорбенты // Сорбционные и ионообменные процессы в нано- и супрамолекулярной химии: Всероссийская научная конференция с международным участием, 22–24 сентября 2014 года. – Белгород, 2014. – С. 174–178.
7. Грим Р.Э. Минералогия и практическое использование глин. – М.: Мир, 1967. – 511 с.

УДК 54.05: 615.322

ХЕМОТАКСОНОМИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ РОДА ЯСКОЛКИ (*CERASTIUM* L.) СЕМЕЙСТВА ГВОЗДИЧНЫЕ (*CARYOPHYLLACEAE* JUSS.)

Дармограй С.В., Ерофеева Н.С., Филиппова А.С., Дармограй В.Н.

ГБОУ ВПО «Рязанский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова»

Минздрава России, Рязань, e-mail: pharmacognosia_rzgm@mail.ru

Изучали растения рода ясколки флоры СНГ, полученные из гербариев этого региона, а также заготовленные в Рязанской области. В настоящем сообщении приводятся результаты исследования некоторых экидистероидных соединений, содержащихся в указанном таксоне, а именно: экидистерона и полиподина В, а также флавоноида виценина, методом хроматографии в тонком слое (ТСХ) на пластинках «Silufol UV 240». Экидистероиды разделяли в системах растворителей хлороформ: спирт этиловый (2:1), (4:1). Для виценина использовалась система бутанол : уксусная кислота : вода (БУВ) 4:1:2 соответственно, в качестве проявителя использовался спиртовой раствор циркониила нитрата основного 1 %. Детектирование экидистероидов на хроматограммах проводили с помощью ванилинсерной кислоты, при действии которой экидистероиды приобретают буро-зеленоватый оттенок при дневном свете, а в УФ-свете – голубоватую флуоресценцию с различными оттенками в зависимости от структуры экидистероидов, виценин на свету приобретает желто-коричневое окрашивание, при проявлении раствором циркониила нитрата в УФ-лучах светится желто-оранжевым цветом. В результате установлено наличие в исследуемых видах небольших количеств экидистероидов и виценина в более высоких концентрациях.

Ключевые слова: ясколка, *Cerastium* sp., полиподин В, экидистерон, виценин, хемотаксономия, ТСХ

CHEMOTAXONOMICAL STUDY OF THE CERASTIUM GENUS SOME PLANTS OF THE CARYOPHYLLACEAE FAMILY

¹Darmogray S.V., ¹Erofeeva N.S., ¹Filippova A.S., ¹Darmogray V.N.

I.P. Pavlov Ryazan State Medical University, Ryazan, e-mail: pharmacognosia_rzgm@mail.ru

In the article was studied qualitative composition of the some plants of the family Caryophyllaceae (Juss.) the *Cerastium* genus, using thin layer chromatography (TLC) for the presence of flavonoid compound vicenin and phytoecdysteroids polypodine B and ecdysterone. Used 'Silufol UV 240', for ecdysteroids used systems chloroform: ethyl alcohol (2: 1) (4: 1), for vicenin used system butanol: acetic acid: water (4:1:2). Detection of vicenin carried out alcoholic solution of zirconyl nitrate 1 %, phytoecdysteroids were detected vanillin sulfuric acid. In this species found small amounts of steroid compounds, and higher concentrations polyphenolic substance vicenin. The presence of substances and results of TLC of polypodine B, ecdysterone and vicenin can helps to accurate chemotaxonomical determination of this species.

Keywords: *Cerastium* sp., polypodine B, ecdysterone, vicenin, chemotaxonomy, TLC

Фитоэкидистероиды – гормоны линьки насекомых – являются перспективным классом биологически активных веществ (БАВ). Многие исследования подтвердили широкий спектр фармакологической активности данных веществ [1, 3, 5, 7]. При этом наличие стероидных соединений в растении является важным хемотаксономическим признаком семейства гвоздичные (*Caryophyllaceae* Juss.). Род ясколки (*Cerastium* L.), относящийся к подсемейству алсиновые (*Alsinoideae*), на сегодняшний день некоторыми исследователями причислен к родам, не содержащим в своем составе экидистероидов [3, 8]. Однако первое упоминание данного рода в числе экидистероидсодержащих представителей семейства гвоздичные было еще в 1996 г. [2]. В 2014 г. нами было установлено, что в траве ясколки полевой (*C. arvense* L.) содержится фитоэк-

дистероид экистен (экидистерон). В качестве примера приводим результаты анализа высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) (рис. 1, табл. 1). Также, методами ВЭЖХ и радиоиммунного анализа (РИА) небольшое содержание экидистероидов было недавно обнаружено в листьях ясколки костенцовой (*C. holosteoides*) [9].

Помимо фитоэкидистероидов для гвоздичных достаточно характерно наличие флавоноида виценина, представляющего собой 6,8-с-β-D-диглюкопиранозид апигенина и антоцианов [4].

Цель работы – провести анализ гербарных образцов ясколки (*Cerastium* L.) методом ТСХ на наличие фитоэкидистероидов и полифенольного соединения виценина, используя в качестве образцов-свидетелей спиртовые растворы виценина, полиподина В и экидистерона.

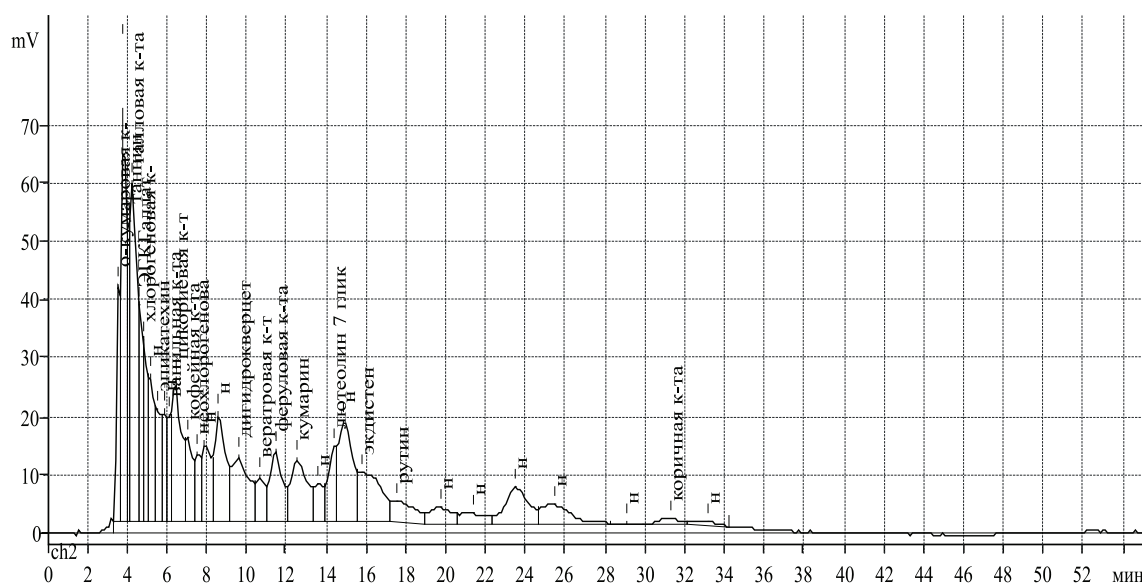


Рис. 1. Хроматограмма ВЭЖХ водно-спиртового извлечения ясколки полевой (*C. arvensis* L.), детектирование при длине волны 254 нм

Таблица 1

Данные, полученные хроматограммой ВЭЖХ водно-спиртового извлечения ясколки полевой (детектирование при длине волны 254 нм)

№ п/п	Время, мин	Высота, mV	Площадь, mV·с	ФО	Концентрация, %	Название
1	3,499	40,22	491,52	1,000	3,43	о-кумаровая кислота
2	3,785	70,46	1129,05	1,000	7,89	аскорбиновая кислота
3	4,04	51,55	395,79	1,000	2,76	таннин
4	4,191	58,22	1372,24	1,000	9,59	галловая кислота
5	4,587	36,75	417,41	1,000	2,92	ЭГКГаллат
6	4,753	31,00	438,34	1,000	3,06	хлорогеновая кислота
7	5,064	25,11	518,42	1,000	3,62	неизвестно
8	5,508	19,04	350,81	1,000	2,45	эпикатехин
9	5,796	18,94	336,87	1,000	2,35	неизвестно
10	6,044	18,00	166,33	1,000	1,16	ванильная кислота
11	6,357	24,40	806,20	1,000	5,63	цикориевая кислота
12	6,971	14,31	389,78	1,000	2,72	кофейная кислота
13	7,493	11,84	208,75	1,000	1,46	неохлорогеновая кислота
14	7,865	13,46	429,20	1,000	3,00	неизвестно
15	8,559	18,52	738,85	1,000	5,16	неизвестно
16	9,562	11,03	644,28	1,000	4,50	дигидрокверцетин
17	10,66	7,76	281,51	1,000	1,97	вератровая кислота
18	11,39	12,07	526,04	1,000	3,67	феруловая кислота
19	12,44	10,56	632,23	1,000	4,42	кумарин
20	13,56	6,62	208,67	1,000	1,46	неизвестно
21	14,35	13,26	407,00	1,000	2,84	лютеолин-7-гликозид
22	14,87	17,50	829,94	1,000	5,80	неизвестно
23	15,7	8,74	730,86	1,000	5,11	экдистен
24	17,46	3,90	312,60	1,000	2,18	рутин
25	19,71	2,81	221,96	1,000	1,55	неизвестно
26	21,33	1,77	184,94	1,000	1,29	неизвестно
27	23,47	6,39	543,42	1,000	3,80	неизвестно
28	25,4	3,51	391,94	1,000	2,74	неизвестно
29	29,05	0,44	27,27	1,000	0,19	неизвестно
30	31,21	1,14	111,84	1,000	0,78	коричная кислота
31	33,16	0,76	71,97	1,000	0,50	неизвестно
31	55,27	560,07	14316,04	0,020	100,00	

Таблица 2

Подроды и секции рода ясколки (*Cerastium* L.)

Подрод 1 <i>Cerastium</i>	
Секция 1 <i>Caespitosa</i> (Pax et K. Hoffm.)	<i>Cerastium caespitosum</i> Gilib.
	<i>Cerastium fontanum</i> Baumg.
	<i>Cerastium holosteoides</i> Fr.
Секция 2 <i>Cerastium</i> (Pax et K. Hoffm.)	<i>Cerastium alpinum</i> L.
	<i>Cerastium arvense</i> L.
	<i>Cerastium biebersteinii</i> DC.
Секция 3 <i>Fugatia</i> (Pax et K. Hoffm.)	<i>Cerastium glomeratum</i> Thull.
	<i>Cerastium glutinosum</i> Fr.
Подрод 2 <i>Schizodon</i> Fenzl	
Секция 4 <i>Schizodon</i> (Fenzl.)	<i>Cerastium dichotomium</i> L.
Секция 5 <i>Strepodon</i> (Ser.)	<i>Cerastium maximum</i> L.
	<i>Cerastium pauciflorum</i> Steven ex Ser.
	<i>Cerastium dahuricum</i> Fisch.
	<i>Cerastium perfoliatum</i> L.

Материалы и методы исследования

Некоторые виды (*C. arvense*, *C. caespitosum*) заготавливались на территории Рязанской области, остальные были получены из гербариев. Исследуемые растения были поделены на секции [6] (табл. 2).

Для проведения ТСХ-анализа на фитоэкдистероиды использовали пластинки «Silufol UV 240», в качестве системы применяли раствор хлороформ: спирт этиловый 4:1, 2:1. В качестве свидетелей использовали спиртовые растворы полиподина и экдистерона. Детектирование экдистероидов на хроматограммах проводили с помощью ванилинсерной кислоты. Исследование на виценин проводилось методом ТСХ на пластинках «Silufol UV 240», в качестве системы использовали бутанол: уксусная кислота: вода (БУВ) 4:1:2 соответственно. В качестве проявителя использовался спиртовой раствор циркониила нитрата основного 1%.

Для получения извлечения около 0,2–0,5 г образцов растений помещали в пробирки и настаивали, используя в качестве растворителя спирт этиловый 40% в течение 21 дня. После этого спиртовые извлечения с помощью микрокапилляров наносили на пластинки. Растворы свидетелей наносились таким же образом. После высушивания пластинки в течение 10 мин ее помещали в насыщенную парами системы камеру и ждали, пока фронт растворителя пройдет до конца пластинки, после чего пластинку высушивали в течение 20 мин. Высушенную пластинку просматривали сначала при дневном свете, затем обрабатывали ванилинсерной кислотой, при этом при дневном свете экдистероиды обнаруживались в виде зеленовато-бурых пятен различной интенсивности. После обработки парами аммиака в ультрафиолетовых лучах (УФ-лучах) при длине волны 240 нм экдистероиды приобретали голубой цвет с зеленоватым оттенком, а полиподин В флуоресцировал голубым цветом с лиловым оттенком.

При исследовании на виценин пластинку обрабатывали спиртовым раствором циркониила нитрата основного 1%, после чего на хроматограмме при дневном освещении были отчетливо видны пятна от желтого до коричнево-бурого цвета в зависимости от концентрации его в извлечении, а в УФ-лучах пятна приобретали яркое оранжево-желтое окрашивание.

Таким образом, нами были получены несколько хроматограмм, в которых спиртовые экстракты растений были разделены по секциям (рис. 2, 3).

Результаты исследования и их обсуждение

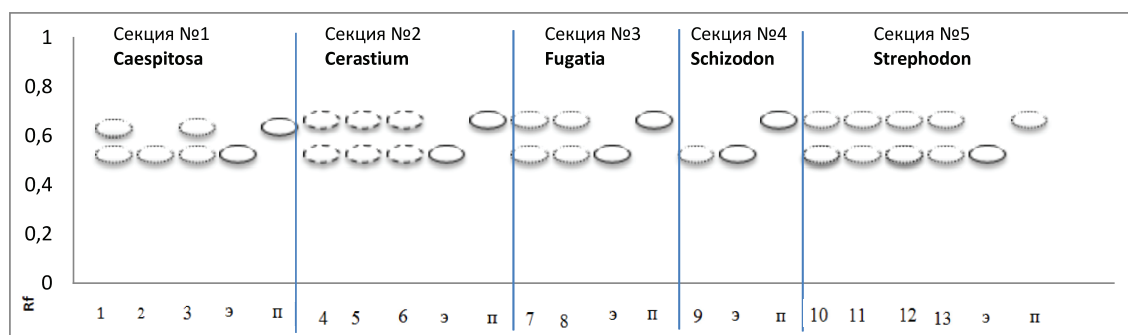
На полученных хроматограммах (рис. 2, 3) можно обнаружить небольшие количества экдистероидов, по цвету пятен схожих с пятнами свидетелей. Так как в вытяжке из растения могут содержаться вещества, маскирующие цвет экдистероидов, после детектирования ванилинсерной кислотой мы обрабатывали пластинку парами аммиака, в которых пятна экдистероидов немного изменяли цвет. Таким образом, мы добились снижения влияния маскирующих агентов. На хроматограммах можно было различить голубоватые пятна, характерные для экдистерона, и лиловато-бурые пятна полиподина.

Наиболее четко пятна экдистероидов на хроматограммах прослеживались в секциях *Caespitosa* (Pax et K. Hoffm.), *Cerastium* (Pax et K. Hoffm.), *Strepodon* (Ser.), при этом в секции № 2 количество экдистероидов по результатам эксперимента было самым высоким (визуальная оценка).

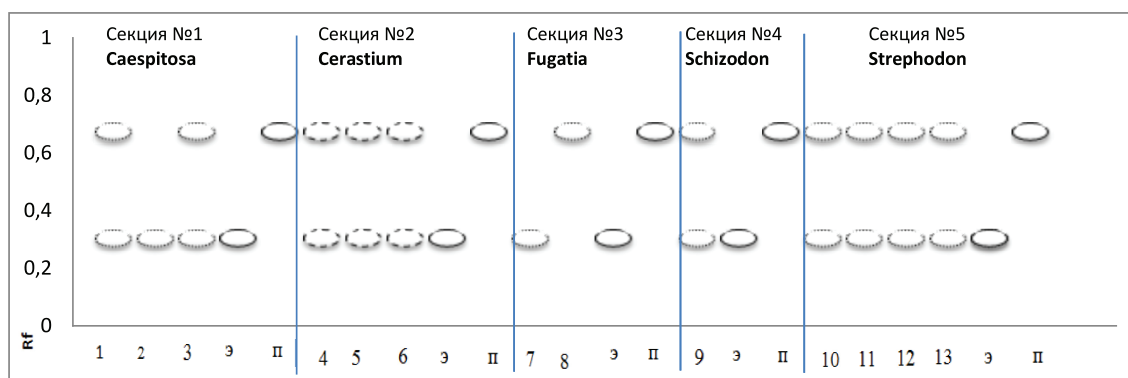
Результаты ТСХ исследования на виценин показали более явные результаты, где на хроматограммах всех секций были отчетливо видны пятна виценина. При этом наиболее яркие пятна имели извлечения растений секции № 2 *Cerastium* (Pax et K. Hoffm.), однако принадлежащий к ней вид *C. alpinum* в сравнении с остальными содержал небольшие количества виценина. Секция № 3 *Fugatia* (Pax et K. Hoffm.) также содержит растения, в которых виценина

достаточно много, при этом *C. glomeratum* содержит большее количество вещества, чем *C. glutinosum*. В остальных секциях № 1 *Caespitosa*, № 4 *Schizodon* было обнаружено небольшое количество виценина в сравнении с остальными секциями, при этом наименее видимые пятна прослеживались в секции № 1. Секция № 5 содержит

виценин во всех исследуемых образцах, однако его количество неодинаковое: максимальное у *C. maximum* и минимальное у *C. dahuricum*, остальные образцы содержат практически одинаковое количество вещества. Полученные результаты позволяют заключить, что дальнейшее изучение растений данного рода перспективно.



а



б

Рис. 2. Схема хроматограмм растений рода ясколка в системе хлороформ: спирт этиловый 2:1 (а), 4:1 (б). Обозначения: п – полипидин, э – эждистерон; секция № 1: 1 – *C. fontanum*; 2 – *C. holosteoides*; 3 – *C. caespitosum*; секция № 2: 4 – *C. alpinum*; 5 – *C. arvense*; 6 – *C. biebersteinii*; секция № 3: 7 – *C. glomeratum*, 8 – *C. glutinosum*; секция № 4: 9 – *C. dichotomium*; секция № 5: 10 – *C. perfoliatum*; 11 – *C. maximum*; 12 – *C. pauciflorum*; 13 – *C. dahuricum*

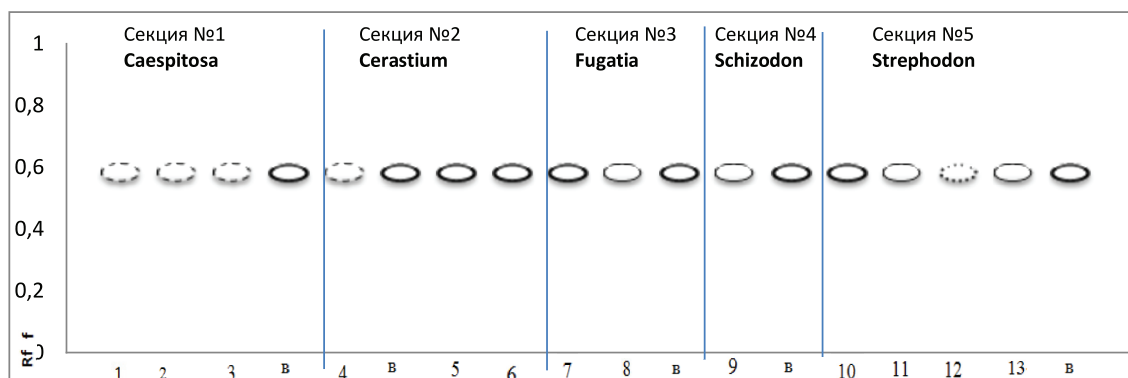


Рис. 3. Схема хроматограмм растений рода ясколка, полученных в системе БУВ 4:1:2. Обозначения: в – виценин; секция № 1: 1 – *C. caespitosum*; 2 – *C. holosteoides*; 3 – *C. fontanum*; секция № 2: 4 – *C. alpinum*; 5 – *C. arvense*; 6 – *C. biebersteinii*; 7 – *C. glomeratum*; 8 – *C. glutinosum*; 9 – *C. dichotomium*; 10 – *C. maximum*; 11 – *C. pauciflorum*; 12 – *C. dahuricum*; 13 – *C. perfoliatum*

Выводы

1. Нами установлено, что некоторые растения рода ясколки (*Cerastium L.*) семейства гвоздичные (*Caryophyllaceae Juss.*) содержат фитоэкдистероиды экдистерон и полипозин в небольших концентрациях, максимальное количество которых было обнаружено в секции № 2 *Cerastium*.

2. Исследуемые нами образцы растений рода во всех секциях имеют в своем составе вицинин, наибольшее содержание которого наблюдалось в секции № 2 *Cerastium*.

Список литературы

1. Дармограй В.Н. Качественное и количественное определение экдистероидов и полифенольных соединений травы ушанки мелкоцветковой (*Otites parviflorus* Grossh.) / В.Н. Дармограй, Н.С. Ерофеева, С.В. Дармограй, А.С. Филиппова, В.А. Морозова, Г.В. Дубоделова // Успехи современного естествознания. – 2015. – № 12. – С. 21–25.
2. Дармограй В.Н. Фармакогностическое изучение некоторых видов семейства гвоздичных и перспективы их использования в медицинской практике: дис. ... в виде науч. докл. ... д-ра фармац. наук: 15.00.02; РязГМУ им. акад. И.П. Павлова. – Рязань, 1996. – 92 с.
3. Зибарева Л.Н., Дайнен Л., Ерёмкина В.И. Скрининг видов семейства *Caryophyllaceae* на присутствие фитоэкдистероидов // Растит. ресурсы. – 2007. – Т. 43, Вып. 4. – С. 66–74.
4. Зоз И.Г. К хемотаксономии семейства *Caryophyllaceae Juss.* / И.Г. Зоз, В.И. Литвиненко, В.Н. Дармограй // Тез. докл. V делегатского съезда Всесоюз. ботанического о-ва. – Киев, 1973. – С. 149–150.
5. Михеев А.В., Игнатов И.С. Опыт применения экдистероидов в лечении нагноительных заболеваний лёгких и плевры // Наука молодых (*Eruditio Juvenium*). – 2013. – № 3. – С. 27–33.
6. Флора Восточной Европы. – Т. XI. Коллектив авторов / отв. ред. и ред. тома Н.Н. Цвелёв. – М.: СПб.: Товарищество научных изданий КМК, 2004. – 536 с.; ил.
7. Шулькин А.В. Изучение антигипоксического и антиишемического эффектов фитоэкдистерона // Российский медико-биологический вестник имени академика И.П. Павлова. – 2011. – № 3. – С. 30–36.
8. Novozhilova E., Rybin V., Gorovoy P., Gavrilenko I., Doudkin R. Phytoecdysteroids of the East Asian *Caryophyllaceae* // *Pharmacogn. Mag.* – 2015 May. – 11 (Suppl 1). – S225–S230.
9. Volodin V.V., Volodina S.O. Floristic and molecular phylogenetic analysis of the distribution of phytoecdysteroids among plants of North-East Russia (*Asteraceae* and *Caryophyllaceae*) // *Biology and Medicine*. – 2015. – № 7(1).

УДК 663.1

ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ АДАПТАЦИОННЫХ РЕАКЦИЙ

Лопатина А.Б.

ГОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»,
Пермь, e-mail: panachev@pstu.ru

В данном научном обзоре освещены вопросы проведения химических и биохимических реакций внутри организменных для формирования адаптационного ответа. Стереотип мышления приводит к тому, что химическое обеспечение адаптационных реакций, формирование срочной и долговременной адаптации, сводится к функционированию нейро-гормонального аппарата и только. Однако, в свете вновь открывшихся данных, становится понятным и формирование системного структурного следа путем синтеза нуклеиновых кислот, которые обеспечивают создание системного структурного следа. Помимо этого, описаны механизмы ДНК репарации, которые запускают механизмы формирования системного структурного следа путем синтеза нуклеиновых кислот, что и является ключевыми основами адаптации и адаптационных реакций. Описаны гормональные механизмы обеспечения адаптационных реакций с точки зрения биохимических реакций, протекающих при этом.

Ключевые слова: биохимические реакции, адаптация, ДНК-репарация, нуклеиновые кислоты

CHEMICAL FOUNDATIONS OF ADAPTATION'S REACTION

Lopatina A.B.

Perm National Research Polytechnic University, Perm, e-mail: panachev@pstu.ru

This scientific review highlights the issues of chemical and biochemical reactions within the organismic to form the adaptive response. The stereotype of thinking leads to the fact that chemical reactions software adaptation, formation of urgent and long-term adaptation, comes to the functioning of neuro-hormonal system and only. However, in light of the newly discovered data it becomes clear and forming a structural system track by synthesis of nucleic acids, which provide creation system structural trace. In addition, the described DNA repair mechanisms that trigger mechanisms of systemic structural trace through the synthesis of nucleic acids, which are the key fundamentals of adaptation and adaptive responses. Described hormonal mechanisms for adaptive responses in terms of biochemical reactions occurring during this.

Keywords: polymerase chain reaction, chemical reagents, DNA, unclean acid

С открытием и внедрением в повседневную деятельность все большего количества методов исследования становится очевидным то, что любой организм является биохимической лабораторией, реагирующей постоянно на любого рода изменения окружающей и внутренней сред. Выявить эти изменения зачастую не представляется возможным в силу разнообразных причин:

1. Краткосрочность реакции.
2. Невозможность застать момент проведения той или иной реакции.
3. Нечувствительность или низкая чувствительность методов исследования.
4. Недостаточная чувствительность химических реактивов.
5. Отсутствие следового эффекта после проведения той или иной реакции, которая была краткосрочной и наличие ее не было зафиксировано в момент ее действия, после чего метаболиты данной реакции, которые могли бы послужить индикаторами ее проявления, или оперативно вывелись, или подверглись мгновенному распаду.
6. Отсутствие алгоритмов поиска химических реакций, которые перманентно про-

текают в организме, однако для фиксации этих реакций требуются маркеры их, которые оказывают системное действие или действие их является не прямым, а опосредованным.

Поэтому выходом из сложившейся ситуации является лишь один вариант – познавать закономерности, которые происходят в организме в процессе формирования адаптивных реакций, что можно зафиксировать с помощью выявления методами отслеживания нейро-гормональных реакций и описания химических основ адаптационных реакций.

Целью данного обзора является описание химических основ адаптационных реакций и биохимических реакций, обуславливающих становление адаптационных механизмов.

Последовательность явлений при процессе формирования долговременной адаптации состоит в том, что увеличение физиологической функции клеток систем, ответственных за адаптацию, вызывает в качестве первого изменения увеличение скорости транскрипции РНК на структурных генах ДНК в ядрах этих клеток [11].

Попытки изучения ДНК и химических реакций, протекающих в клетках, насчитывают уже десятки лет [14]. Успехи современной химии, биохимии и молекулярной химии являются огромными, но даже при таком прогрессивном изучении молекулярных и субмолекулярных процессов загадки природы, сотворившей и встроившей процессы самовосстановления, саморегуляции и репарации ДНК, превосходят все мыслимые и немыслимые ожидания [15]. 2015 год ознаменовался вручением Нобелевской премии трем ученым за вклад в изучение механизмов репарации ДНК. Все химические реакции, происходящие на уровне ДНК бактерии, свойственны и клеткам человеческого организма, за малым исключением или с некоторыми вариациями [8]. Однако голографичность энзимных механизмов и репаративных процессов ДНК бактерии в общем и целом схожа с химическими процессами, протекающими в клетках макроорганизма, что делает задачу изучения химических процессов репарации ДНК микросистем еще более актуальной [2].

В настоящее время современная наука все больше и больше внимания уделяет нанообъектам, молекулярной биологии и молекулярной химии [16]. Безусловно, что первыми объектами для изучения на молекулярном уровне становятся одноклеточные структуры, такие как бактерии, вирусы. ДНК этих структур, являющихся носителями информации, в первую очередь подвергается расщеплению, попыткам синтеза, подвергается различным облучениям, солнечному, радиоактивному, с целью исследования ответной реакции на воздействие этих факторов [17]. Безусловно, изучение химических реакций на уровне микробиологических структур экстраполируется на попытки понимания течения подобных процессов и реакций в структурах живого человеческого организма, что и делает эти опыты актуальными и важными. Исследование закономерности мутационных процессов на уровне клеток, а затем и организма человека в целом, невозможно, без понимания закономерностей происхождения мутаций на уровне одноклеточных субъектов химического обеспечения механизмов репарации ДНК микробиологических систем, с экстраполяцией полученных результатов на макроуровень, в том числе на уровень организма человека, что делает изучение этой проблемы важной и актуальной задачей.

На основании этих и других факторов механизм, через который функция регулирует количественный показатель активности генетического аппарата – скорость транскрипции, был обозначен как «взаимосвязь между функцией и генетическим аппаратом клетки» [11].

Формирование на основе этой взаимосвязи структурных изменений в доминирующей системе, ответственной за адаптацию, всегда происходит при решающем участии нейрогуморальных механизмов целого организма, прежде всего механизмов стресс-реакции, названной Г. Селье общим адаптационным синдромом [3].

Формирование и становление этапов адаптации, как срочной, так и долговременной, описывалось в более ранних работах [6, 7].

При адаптации к повторным стрессорным воздействиям быстро возрастает активность ключевого фермента синтеза катехоламинов – тирозингидроксилазы в надпочечниках и в нервных центрах и тем самым увеличивается мощность стресс-реализующей адренергической системы. При этом одновременно возрастает активность ферментов биосинтеза таких стресс-лимитирующих факторов, как γ -аминомасляная кислота (ГАМК), опиоидные пептиды, простагландины, – увеличивается эффективность систем, ограничивающих интенсивность и длительность стресс-реакции. При адаптации к увеличивающимся дозам ядов происходит не только простая гипертрофия печени, но и возрастает активность ферментов микросомального окисления, которые играют роль в ее детоксикационной функции [4, 11].

Опираясь на понятия «адаптация», «адаптационные реакции», «неспецифические механизмы защиты», «саморегуляция», «самовосстановление», «оптимальный приспособительный результат», до недавнего времени очень сложно говорить и найти морфологический субстрат этих, по сути своей, функциональных понятий. Конечно же, в достижении любого приспособительного результата участвуют все механизмы и системы, от клетки до организма в целом. Конечно же биологическим субстратом, через который реализуется формирование и срочной и долговременной адаптации, являются нуклеиновые кислоты и белковые структуры [5], при участии гуморально-гормональных факторов, обеспечивающих реализацию этих процессов [1]. Однако, все более глубоко изучая структуру ДНК, можно говорить и о молекулярном компоненте

адаптационных реакций, о структуре ДНК и о ее способности к самовосстановлению и саморегуляции [13].

Явление фотореактивации [8] положило основу для дальнейших исследований механизмов репарации ДНК [17]. В настоящее время известно несколько разных механизмов репарации ДНК [9].

ДНК всех живых организмов постоянно подвергается воздействию повреждающих факторов: ультрафиолет, радиация, тысячи химически активных веществ в нашей пище, химические соединения, содержащиеся в кофе и кофейных напитках. Но гораздо важнее факторы внутренние, которых мы не можем избежать в принципе. Главных таких факторов три. Во-первых, обмен веществ, основанный на кислородном дыхании. Митохондрии – клеточные органеллы, в которых кислород используется для производства АТФ, работают не с абсолютной эффективностью, и промежуточные активные формы кислорода утекают из них и способны повреждать ДНК. Вода, как очень активное соединение, постоянно гидролизует ДНК. Наконец, еще одним важным источником повреждений в ДНК служат ошибки ферментов, которые ее копируют, – ДНК-полимераз; количество неверно включенных нуклеотидов составляет около 300 000 на каждое клеточное деление.

На основе ферментов ДНК – полимераз и природной способности ДНК репарировать себя в настоящее время получил широкое использование и международное признание диагностический метод полимеразной цепной реакции (ПЦР). Молекулярные основы метода: в основе метода полимеразной цепной реакции лежит процесс естественной репликации ДНК, который включает три этапа. Первый этап – денатурация, расплетение двойной спирали и расхождение нитей. Второй этап – образование коротких двухцепочечных участков ДНК, которые служат затравками для синтеза новых цепей. Третий этап – удлинение обеих цепей затравок в результате комплементарного достраивания в направлении от пять – штрих к три – штрих концу молекулы ДНК. Материалом для достраивания служат дезоксинуклеотидтрифосфаты. Этот процесс катализируется ферментом ДНК – полимеразой. ДНК-полимераза катализирует последовательное присоединение дезоксирибонуклеотидных остатков к цепи затравки со свободной три – штрих ОН – группой. В этом процессе сначала образуются водородные связи между комплементарными

азотистыми основаниями, а затем образуется фосфодиэфирная связь между остатками рибозы. В результате этой реакции образуется новая цепь ДНК, комплементарная исходной матричной цепи [10].

Строение молекулы ДНК представляет собой сложную структуру. ДНК – это очень длинная нитевидная молекула, состоящая из двух полинуклеотидных цепей, скрученных вокруг общей оси в двойную спираль. Каждая цепь ДНК состоит из большого количества соединенных друг с другом мономерных звеньев – дезоксирибонуклеотидов четырех разных типов: дезоксинуклеотида аденозина, дезоксинуклеотида гуанозина, дезоксинуклеотида тимидина, дезоксинуклеотида – цитидина. Эти мономеры образуют характерные для каждого организма специфические последовательности. Дезоксирибонуклеотиды состоят из трех компонентов: азотистого основания (производного пурина или пиримидина), сахара дезоксирибозы и остатка фосфорной кислоты. Остатки фосфорной кислоты выполняют структурную роль, образуя сахарофосфатный остов молекулы ДНК. Три штрих ОН – группы дезоксирибозы одного нуклеотида связаны фосфодиэфирной связью с пять – штрих ОН – группы другого соседнего нуклеотида. Поэтому цепь ДНК обладает полярностью и имеет три – штрих конец и 5 – штрих конец. Азотистые основания несут собственно генетическую информацию. Аденин образует две водородные связи с тиминном, а гуанин образует две водородные связи с цитозином. Эта закономерность лежит в основе принципа комплементарного спаривания оснований. Аденин всегда связывается с тиминном, а гуанин всегда связывается с цитозином.

Цепи ДНК удерживаются вместе благодаря образованию водородных связей между комплементарными парами оснований. При увеличении температуры до 80–90 градусов или изменении pH происходит разрушение водородных связей, что ведет к денатурации молекулы ДНК. При снижении температуры и при введении значений pH к нейтральным, расплетенная цепь ДНК самопроизвольно сплетается, образуя исходную двойную спираль. Этот процесс называется ренатурацией [10].

Поскольку активирующее влияние увеличенной функции, опосредованное через механизмы внутриклеточной регуляции, адресовано именно в генетический аппарат клетки, то рост количества информационной РНК приводит к увеличению

программированных этой РНК рибосом и полисом, на которых интенсивно протекает синтез клеточных белков. В результате масса структур увеличивается и происходит увеличение функциональных возможностей клетки, составляющих основу «долговременной» адаптации [11]. Введение животным актиномицина – антибиотика, который делает невозможной транскрипцию, лишает генетический аппарат клеток возможности отреагировать на увеличение функции. В результате переход «срочной» адаптации в «долговременную» становится неосуществимым: адаптация к физическим нагрузкам, гипоксии, образование новых временных связей и другие адаптационные реакции оказываются невыполнимыми при действии нетоксичных доз актиномицина, которые не нарушают осуществления готовых, ранее сложившихся адаптационных реакций. Эти процессы и являются морфо-функциональным и химическим субстратом становления психо-соматических процессов [12], которые слабо корректируются медикаментозными и химически синтезированными средствами, но при этом хорошо поддаются коррекции с помощью природных средств и естественных химических составов [9]. Самой важной системой репарации является *эксцизионная репарация оснований*. Она устраняет подавляющее большинство всех повреждений. К ним относятся как раз те, которые неизбежно возникают в ДНК под действием воды и кислорода, но и многие другие повреждения тоже ею исправляются. Если поломки в других системах репарации вызывают тяжелые заболевания, неисправность эксцизионной репарации оснований у человека, за редкими исключениями, в заболеваниях не проявляется – эмбрионы гибнут на самых ранних стадиях [8].

Открытие эксцизионной репарации оснований связывается с исследованиями химической реактивности ДНК. Ранние представления о ДНК как химически устойчивой молекуле, которая лишь изредка повреждается под влиянием ультрафиолета, радиации или химических мутагенов, в корне неверно – ДНК в водной среде повреждается постоянно. В двух простых и легко идущих химических реакциях – превращение цитозина в урацил (который в норме встречается в РНК, но не в ДНК) и апуринизация (отщепление от ДНК аденина или гуанина) – было показано, что они протекают и в изолированной ДНК, и в живой клетке. Более того, получив

ДНК, в которой часть цитозина была заменена на урацил, обнаружили фермент, который удалял урацил в виде свободного основания – *урацил-ДНК-гликозилазу* (Uracil DNA glycosylases) и был открыт новый вид репарации.

По пути эксцизионной репарации оснований происходит репарация небольших поврежденных оснований и апуринизированных нуклеотидов, которые не вносят значительных искажений в структуру ДНК и поэтому не узнаются системой эксцизионной репарации нуклеотидов. Сначала поврежденное основание узнается одним из ферментов, относящимся к классу ДНК-гликозилаз (DNA glycosylase), которые выщипывают его из ДНК. ДНК-гликозилазы обладают групповой специфичностью – некоторые удаляют из ДНК только окисленные пуриновые основания, другие – окисленные пиримидины, третьи – алкилированные основания, четвертые – урацил и т.п. После этого фермент АП-эндонуклеаза разрывает ДНК рядом с повреждением, ДНК-полимераза встраивает один (так называемая «короткозаплаточная репарация») или несколько нуклеотидов («длиннозаплаточная репарация»), и репарация завершается ДНК-лигазой. В процессе эксцизионной репарации оснований участвуют еще несколько белков, но они играют вспомогательную роль [5].

Эксцизионная репарация оснований используется не только для восстановления ДНК, но и в других процессах. Например, ту же урацил-ДНК-гликозилазу клетки человека используют для борьбы с вирусами, в частности с ВИЧ. Существует специальный фермент АРОВЕС [17], который в вирусной ДНК массово превращает цитозин в урацил, а урацил-ДНК-гликозилаза потом такую ДНК расщепляет. Иммунный ответ также требует участия урацил-ДНК-гликозилазы, которая в этом случае отвечает за генерацию разнообразия антител. Эксцизионная репарация оснований лежит в основе эпигенетических процессов – направленной модификации ДНК, которая регулирует активность генов. В раковых клетках некоторые пути репарации выключены – и ингибиторы оставшихся путей, главным образом эксцизионной репарации оснований, сейчас рассматриваются как новые многообещающие лекарства в онкологии.

Таким образом, адаптационный ответ формируется на уровне всего организма. Его функциональный принцип, не явный

и неясный при рассмотрении структур, его реализующих, становится все более очевидным по мере познания механизмов саморегуляции и самовосстановления ДНК, что и является морфологическим субстратом для реализации адаптационных реакций на уровне всего организма. Системный структурный «след» образуется при адаптации к самым различным факторам окружающей среды и вместе с тем конкретная архитектура этого «следа» различна для каждого из этих факторов. На уровне гормональной регуляции эти приспособления характеризуются гипертрофией коркового и мозгового вещества надпочечников, на уровне сердца – умеренной гипертрофией миокарда, ростом АТФазной активности миозина, увеличением числа коронарных капилляров и емкости коронарного русла и т.д. Наконец, на уровне двигательного аппарата развивается гипертрофия скелетных мышц и увеличение в них числа митохондрий, последнее изменение имеет исключительное значение, так как в сочетании с увеличением мощности систем кровообращения и внешнего дыхания оно обеспечивает увеличение аэробной мощности организма – рост его способности утилизировать кислород и осуществлять аэробный ресинтез АТФ, необходимый для интенсивного функционирования аппарата движения.

Список литературы

1. Барабой В.А., Брехман Н.И., Колотни В.Г. и др. Перекисное окисление и стресс. – СПб.: Наука, 1992.
2. Владимиров Г.Е., Пантелеева Н.С. Функциональная биохимия. – М.: Наука, 1961.
3. Гаркави Л.Х., Квакина Е.Б., Кузьменко Т.С. Антистрессорные реакции и активационная терапия. – М.: ИМЕДИС, 1998. – 656 с.
4. Зиннатуллина И.Р. Адаптивные реакции сердечно-сосудистой и центральной нервной систем на умственную и локальную физическую нагрузку у студентов-спортсменов: дис. ... канд. биол. наук. – Набережные Челны, 2009. – 120 с.
5. Кочетков Н.К., Будовский Э.И., Свердлов Е.Д., Симукова Н.А., Турчинский М.Ф., Шибяев В.Н. Органическая химия нуклеиновых кислот. – М.: Химия, 1970. – 718 с.
6. Лопатина А.Б. Неспецифические механизмы защиты и адаптационные реакции организма // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2013. – № 10 – С. 467–469.
7. Лопатина А.Б. Неспецифические механизмы защиты и удовлетворительная адаптация // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2013. – № 10 – С. 459–461.
8. Лопатина А.Б. Химическое обеспечение механизмов репарации ДНК микробиологических систем // Успехи современного естествознания. – 2015. – № 12. – С. 37–41.
9. Лопатина А.Б. Особенности химического состава мертвого моря и свойства комплекса DN-1 // Успехи современного естествознания. – 2015. – № 11–2. – С. 149–152.
10. Лопатина А.Б. Химические основы проведения полимеразной цепной реакции // Успехи современного естествознания. – 2016. – № 4. – С. 38–42.
11. Меерсон Ф.З., Пшенникова М.Г. Адаптация к стрессорным ситуациям и физическим нагрузкам. – М.: Медицина, 1988. – 256 с.
12. Милашечкина Е.А. Комплексный подход к оценке психосоматического здоровья и личностно-ориентированные методы его коррекции у подростков, проживающих в экологически неблагоприятных районах: дис. ... канд. биол. наук. – Ставрополь, 2005. – 145 с.
13. Попичев М.И. Биохимические механизмы «долговременной» и «срочной» адаптации к физическим нагрузкам и влияние на них биологически активной добавки к пище, содержащей полиненасыщенные жирные кислоты семейства Омега 3: дис. ... д-ра биол. наук. – Симферополь, 2001. – 256 с.
14. Рис Э., Стернберг М. Введение в молекулярную биологию: От клеток к атомам: пер. с англ. – М.: Мир, 2002. – 142 с.
15. Сетлоу Р., Поллард Э. Молекулярная биофизика. – М.: Мир, 1964. – 440 с.
16. Щелкунов С.Н. Генетическая инженерия. – Новосибирск: Сиб. ун-в. изд-во, 2004. – 496 с.
17. Setlow Richard B., DNA Damage and Repair: Photobiological Odyssey // Photochemistry and Photobiology. – 1997. – 120 p.

УДК 632.93

ГАПЛОИДНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ В ИСПОЛЬЗОВАНИИ МЕТОДОВ IN VITRO В СЕЛЕКЦИИ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

Жангазиев А.С., Тайчибеков А.У., Кашкынбаева Л.Б., Дюсенбаева Ж.С.

Таразский государственный педагогический институт, Тараз, e-mail: tch_a_42@inbox.ru

В статье представлены результаты работ о возможности применения андрогенных дигаплоидных линий в селекции пшеницы. Показано, что в условиях юга и юго-востока Казахстана путем использования в селекции методов *in vitro* получены новые селекционные материалы озимой мягкой пшеницы, сочетающие высокую урожайность с важнейшими хозяйственно ценными признаками. В результате испытания АДГ – линии в СП-1 из 50 по продуктивности и по высоте растений для дальнейших испытаний были отобраны 15 (3%). По результатам двухлетнего изучения в КП и при предварительном сортоиспытании наибольший интерес представила селекционная линия АДГ-1050, которая была создана при бэккроссом скрещивании сортов (Казахстанская-4×Саратовская-29)×Грекум-476. На клеточном уровне (АДГ-1050) *in vitro* проведен отбор (F₂), дигаплоидизация (n-21×2), размножение (1993–1995), в результате была создана дигаплоидная линия АДГ-1050НЗ, отличающаяся высокой урожайностью. С помощью гаплоидной технологии *in vitro* получены ценный исходный материал для селекции озимой пшеницы. Выделенные АДГ-линии озимой мягкой пшеницы достоверно превосходили по урожайности и по качеству зерна родительских сортов и стандарты. АДГ-1050 линия под названием Нуреке с 2008 года допущена к использованию в производство Алматинской и Жамбылской областей.

Ключевые слова: озимая пшеница, селекция, скрещивание, генетика, сорт Нуреке, дигаплоидная линия, гибридизация, популяции, гаплоидная технология

HAPLOID TECHNOLOGY USE IN VITRO METHODS IN BREEDING WINTER WHEAT

Zhangaziev A.S., Taychibekov A.U., Kashkynbaeva L.B., Dyusenbaeva Zh.S.

Taraz State Pedagogical Institute, Taraz, e-mail: tch_a_42@inbox.ru

The article presents the results of studies on the possibility of the use of androgenic digaploidy lines in wheat breeding. It is shown that in conditions of the south and south-east of Kazakhstan through the use in *in vitro* selection techniques to obtain new breeding materials of winter wheat, combining high productivity with the most important economically valuable traits. As a result of tests ADH – line 1 of SP-50 in terms of productivity and adjustment for further tests were selected plant 15 (3%). According to the results of two years of study in KP and the preliminary strain testing of greatest interest presented breeding line ADH-1050, which was established with bekkrossnom crossbred varieties (Kazakhstan-Saratov-4×29)×Grekum-476. At the cellular level (ADH-1050) *in vitro* selection performed (the F₂) digaploidization (the n-21×2), multiplication (1993–1995) as a result was created dihaploid line ADH-1050N3, featuring high yield. With the help of *in vitro* haploid technology to gain valuable source material for breeding of winter wheat. Dedicated ADH-line winter wheat, significantly exceeded the yield and quality of grain varieties and parental standards. ADH-1050 line called Nurek since 2008 allowed for use in the production of Almaty and Zhambyl regions.

Keywords: winter wheat, breeding, mating, genetics, variety Nurek, diploid line, hybridization, population, haploid technology

В статье представлены результаты работ о возможности применения андрогенных дигаплоидных линий в селекции пшеницы. Показано, что в условиях юга и юго-востока Казахстана путем использования в селекции методов *in vitro* получены новые селекционные материалы озимой мягкой пшеницы, сочетающие высокую урожайность с важнейшими хозяйственно ценными признаками. Новые АДГ-1050 линий достоверно превышали родительские формы и стандарты по урожайности и качеству зерна. В Госреестр РК он внесен как высокоурожайный сорт озимой мягкой пшеницы под названием Нуреке.

Современная стратегия селекции пшеницы направлена на создание сортов обладающих комплексной устойчивостью

к неблагоприятным абиотическим и биотическим факторам окружающей среды, экологической пластичностью. Многими учеными отмечено, что применение методов генной и клеточной инженерии позволяет конструировать новые генетические структуры, получать новые формы и сорта растений с улучшенными наследственными признаками [2–3; 6–8]. Одним из подходов в создании высокопродуктивных, устойчивых к болезням, вредителям и к неблагоприятным факторам среды растений является использование ядерно-плазматического эффекта при отдаленной гибридизации, с помощью метода эмбриокультуры. Второе направление для использования в селекции растений – гаплоидная технология. Она позволяет сократить сроки создания новых

сортов на 4–5 лет. Метод дает возможность ускоренно получать гомозиготные чистые линии из гибридной популяции (F_2 – F_3), формы и сорта, а также существенно повысить вероятность отбора хозяйственно ценных генотипов при уменьшении объема изучаемой гибридной популяции.

Цель исследования – изучение возможности использования гаплоидной технологии в селекции озимой пшеницы на юге Казахстана для создания новых сортов, устойчивых к абиотическим, биотическим факторам окружающей среды и получения зерна высокого качества.

Сотрудники лаборатории селекции озимой пшеницы КазНИИЗиР в содружестве с учеными Института биологии и биоинженерии НПЦРК на практике начали испытывать созданные андрогенные дигаплоидные линии (АДГ-линии), представляющие интерес как ценный исходный материал для практической селекции. В течение более чем 15 лет (1992–2008) испытывали АДГ-линии, полученные методом культуры пыльников в лаборатории генетики и селекции ИББР. Результаты их селекционной проработки представлены в настоящей статье.

Материалы и методы исследования

Объектами исследований служили бэккроссные и внутривидовые гибриды (F_2 – F_3): (BC₁Казахстанская-4×Саратовская-29)×Грекум-476; (BC₁Мироновская-808×Скала)×Скала; F_2 Саратовская-29×Эритроспермум-350)×Грекум-476 мягкой пшеницы и коммерческие сорта пшеницы Стекловидная-24; Прогресс; Казахстанская-10; Казахстанская-4; Жетысу; Саратовская-29; Грекум-476.

Донорские растения (пыльников гибриды F_2) и сорта выращивали в полевых условиях на поливном стационаре КазНИИЗиР. Культуру изолированных пыльников и микроспор изучали согласно методике Б. Анапияева [1]. Оптимальной для культивирования пыльников является стадия вакуолизированной микроспоры. В стадии образования трех листочков нормально развивающегося растения производили удвоение гаплоидного набора хромосом методом вакуум-инфильтрации в растворе колхицина (0,15%). Растения отмывали водой, корешки фиксировали для цитологического анализа и высаживали в почву.

Испытания АДГ-линии проводили согласно «Методики государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур» [4, 5]. Методика закладки опытов в соответствии с основами селекции и математическая обработка результатов исследований проводились общепринятыми методами, в научных исследованиях в соответствии с программой селекции «ОПАКС» [9]. Отобранные АДГ-линии внутривидовых гибридов размножали, одновременно оценивая их на восприимчивость к листовым болезням, устойчивость вредителям, определяли высоту растения, период созревания и продуктивность. Лучшие линии после оценки подвергали стационарному испытанию в питомниках селекции озимой мягкой пшени-

цы (КП, ПСИ и КСИ) на урожайность, устойчивость к листовым болезням, определяли качество зерна. Посев линии озимой пшеницы проводили сеялкой ССФК-7, на делянках с площадью – 20 кв. м, в 3-кратной повторности. Уборка проводилась комбайном «Хеге-125». Оценка линий и сортообразцов на качество зерна проводили в аналитической лаборатории КазНИИЗиР.

Результаты исследования и их обсуждение

Полученные в лаборатории Генетики и селекции ИББР АДГ-линии размножали для проработки их по полной селекционной схеме на поливном стационаре лаборатории селекции озимой мягкой пшеницы КазНИИЗиР.

В результате испытания АДГ-линии в СП-1 из 50 по продуктивности и по высоте растений для дальнейших испытаний были отобраны 15 (3 %). Наибольшее количество перспективных АДГ-линий выделено из пыльников гибридов от бэккроссных скрещиваний в сравнении с гибридами от простых парных скрещиваний: BC₁Казахстанская-4×Саратовская-29)×Грекум-476; F_2 (Саратовская-29×Эритроспермум-350)×Грекум-476; F_2 (ОПАКС-1×Скала)×Скала и др. В 1996–1998 годах в СП-2 отобрано достаточно много высокопродуктивных АДГ-линий от внутривидовых скрещиваний. Особенно выделялись высокой продуктивностью АДГ-линии: АДГ-1050, АДГ-1048, АДГ-1051, АДГ-1-38 от бэккроссных скрещиваний с участием Грекум-476. В дальнейшем при изучении их в СП-2 и в контрольном питомнике, все они по продуктивности, устойчивости к желтой ржавчине и полеганию оказались лучше стандартов. Особенно выделялись высокой продуктивностью и кустистостью: АДГ-1050, АДГ-1048, АДГ-1051. По данным КП, среди АДГ-линии для дальнейшего исследования выделены две формы: АДГ-1050 и АДГ-1048, сочетающие повышенную продуктивность с низкостебельностью, а также слабую восприимчивость к желтой ржавчине.

По результатам двухлетнего изучения в КП и предварительном сортоиспытании наибольший интерес представила селекционная линия АДГ-1050, которая была создана при бэккроссном скрещивании сортов (Казахстанская-4×Саратовская-29)×Грекум-476. На клеточном уровне (АДГ-1050) *in vitro* проведен отбор (F_2), дигаплоидизация ($n = 21 \times 2$), размножение (1993–1995), в результате была создана дигаплоидная линия АДГ-1050НЗ, отличающаяся высокой урожайностью. Была

испытана в малом (1997–1998 гг.) в конкурсном с 1999 по 2002 гг. в условиях предгорной поливной зоны Заилийского Алатау.

Разновидность – Эритроспермум. Относится к среднеазиатской группе. Колос цилиндрической формы, средней длины (8–9 см), средней плотности. Масса 1000 зерен 43 г (39–49). Сорт среднеспелый с вегетационным периодом 260–278 дней. Зимостойкость хорошая на уровне стандарта Жетысу. Высота растений 87–110 см. Сорт слабо восприимчив к ржавчине и твердой головне. АДГ-1050 линия, под названием «Нуреке» проходила оценку по хозяйственно ценным признакам в конкурсном испытании (1999, 2000 и 2002 гг.). Сорт высокопродуктивный: за годы конкурсного испытания (1999, 2000, 2002) на орошаемых землях предгорной зоны Алматинской области, урожайность зерна Нуреке в среднем за три года составила 65,4 ц/га (с колебаниям от 45 до 85 ц/га) или была на 7,9 ц/га выше, чем у стандарта Жетысу.

Результаты испытаний в КСИ представлены в табл. 1.

В новом сорте удачно сочетаются хозяйственно ценные признаки родительских форм – высокая продуктивность и качество зерна, а также засухоустойчивость. Одним из основных положительных достоинств является высокое качество зерна (табл. 2).

По данным лаборатории технологической оценки качества зерна КазНИИЗиР за 1999–2002 гг. новый сорт Нуреке стабильно формирует высококачественное зерно.

Это обусловлено тем, что для создания нового сорта были привлечены для бэккросса сильная пшеница – Грекум-497, потомство которой отличалось высокой однородностью зерна и стекловидностью. По объему хлеба они превосходили стандартный сорт Жетысу на 172 мм куб, и Безостую 1 на 80 мм куб. Содержание белка в зерне у сорта Нуреке составило 15–16%, сырой клейковины – 31%, физические качества клейковины (упругость, растяжимость, сила муки) очень хорошие, благодаря чему по хлебопекарному свойству сорт относится к сильной пшенице.

Интересной особенностью сорта Нуреке является способность формировать высокий урожай как при яровом, так и при осенне-зимнем посеве в зоне районирования, т.е. сорт факультативный. При осеннем посеве он хорошо переносит зимы. В условиях жесткой богары в яровом посеве на Кербулакском сортоучастке урожайность зерна за три года (2003–2005) составила 13,0 ц/га зерна, что на 1,2 ц/га выше, чем у стандартного сорта Казахская-4 (табл. 3).

Таблица 1

Хозяйственно-биологическая характеристика сорта Нуреке в сравнении с сортом-стандартом Жетысу (КазНИИЗиР, КСИ, 1999, 2000, 2002 гг.)

Новый сорт, стандарт	Урожайность, ц/га				Вегетационный период, день	Высота растений, см	Продуктивная кустистость, шт.	Масса 1000 зерен, г	Число зерен с главного колоса	Поражаемость болезнями, балл/л/%
	1999	2000	2002	средняя						
Нуреке	85,2	66,0	45,0	65,4	270	99	3,4	46	41	3/40
Жетысу	75,6	57,0	40,0	57,5	272	97	3,,2	43	41	4/60

Таблица 2

Технологическая характеристика сорта Нуреке (КСИ среднее за три года 1999, 2000, 2002)

Сорт и стандарт	Натура зерна, г/л	Стекловидность, %	Содержание клейковины, %	Содержание белка, %	Сила муки, е.а.	Валорем оценка, е.в. (AD VALOREM)	Объем хлеба, мм куб.	Общая оценка хлеба, балл
Нуреке	775	40,7	31,2	15,5	415	53	975	3,8
Жетысу	756	41,0	30,4	14,2	222	46	803	3,2

Таблица 3

Биологическое описание сравнения сорта Нуреке (АДГ-1050)
с сортом стандарт Жетысу (в среднем 2002–2010, 2012 гг.)

Показатели	Единица измерения	Сорт Нуреке	Стандарт Жетысу
Производительность семян	ц/га	65,4	57,5
Длительность роста и развития	день	270	272
Длина растения	см	99	97
Альвеограф	е.а.	53,0	46
Объем хлеба	мм/куб.	975	803
Вес 1000 зерен	г	46,0	43,0
Количество зерен в колосе	шт	42	46
Зараженность болезнью желтая ржавчина	балл %	3/20	4/60
Зараженность септориозом	балл %	3/15	4/60

Высокая урожайность этого сорта подтверждена на озимом посеве. По данным государственного испытания в Алматинской области (2004–2006 гг.) на Илийском неорошаемом сортоучастке при размещении озимой пшеницы после многолетних трав средняя урожайность зерна за три года испытания составила 32,0 ц/га, что на 2,8 ц/га больше чем у стандарта – сорта Стекловидная-24. На Илийском сортоучастке по зерновому предшественнику средняя урожайность нового сорта составила 29,6 ц/га, что на 2,5 ц/га больше, чем у стандарта – сорта Стекловидная-24, а по зерновому предшественнику 29,6 ц/га, что на 2,4 ц/га больше, чем у стандартного сорта. Самый высокий урожай зерна по данному сорту был получен в 2006 году на Жамбылском орошаемом сортоучастке, где он составил 45,0 ц/га, что на 11,0 ц/га было выше, чем у стандартного сорта Южная-12, по предшественнику люцерны.

В табл. 3 приведены дополнительные биологические особенности сорта Нуреке и устойчивость его к различным вирусным заболеваниям, такими как септориоз и желтая ржавчина.

Новый сорт – двуручка Нуреке допущен к использованию в условиях производства как факультативный с 2007 года на влагообеспеченных богарных и необеспеченных поливных землях предгорной и среднегорной зоны Алматинской области. Ускоренное внедрение нового сорта Нуреке в производство будет способствовать повышению урожайности и валового сбора зерна данной культуры.

Заключение

С помощью гаплоидной технологии *in vitro* получен ценный исходный материал

для селекции озимой пшеницы. Выделенные АДГ-линии озимой мягкой пшеницы, достоверно превзошли по урожайности и по качеству зерна родительские сорта и стандарты. АДГ-1050 линии под названием Нуреке с 2008 года допущена к использованию в производство Алматинской и Жамбылской областей.

Список литературы

1. Анапияев Б. Культура микроспор и гаплоидная биотехнология пшеницы. – Алматы, 2001. – 220 с.
2. Биотехнология в селекции пшеницы на севере Казахстана. Итоги и перспективы // Развитие ключевых направлений сельскохозяйственных наук в Казахстане: селекция, биотехнология, генетические ресурсы: международная конференция. – Астана, 2004. – С. 354–360. (в соавторстве Зеленский Ю.И., Созинова Л.Ф., Любовцев В.В., Шек Г.О).
3. Использование ДН-метода для проведения гаметной селекции // Биология науки XXI века: Сборник тезисов 7-й Пущинской школы-конференции молодых ученых 14–18 апреля. – М., 2003. – С. 90.
4. Оразалиев Р.А., Шегебаев О.Ш. Новый сорт получения гибридных семян зерновых культур // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана. – 1981. – № 4. – С. 30–32.
5. Рахимбаев И. Биотехнология в Казахстане. Алматы // Вестник региональной сети по внедрению сортов и семеноводства. – 2004. – № 1–2 (8–9). – С. 75–77.
6. Селекция на уровне гамет и молекулярно-генетическая оценка растений-регенерантов яровой мягкой пшеницы // Российская школа-конференция «Генетика микроорганизмов», посвященная 100-летию со дня рождения С.А. Алиханяна. – М.-Пущино-на-Оке, 2006. – С. 33.
7. Селекционная оценка линий-регенерантов яровой мягкой пшеницы, отобранной в условиях *in vitro* к водному стрессу // Современные проблемы почвозащитного земледелия и пути повышения устойчивого развития зернового производства в степных регионах: международная научно-практическая конференция, посвященная 50-летию «НПЦ ЗХ им. А.И. Бараева». – Шортанды, 2006. – С. 135–139 (в соавторстве Р.Н. Оковитая).
8. RAPD-анализ ДНК линий-регенерантов пшеницы: методические рекомендации. – Астана, 2005. – 17 с (в соавторстве Е.З. Кочиева).
9. Международный классификатор – СЭВ рода *Triticum* L. – Л., 1980. – 81с.

УДК 630*160.2

ДЕНДРОПАРК ВЛАДИВОСТОКСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА ЭКОНОМИКИ И СЕРВИСА (ВГУЭС) – УНИКАЛЬНАЯ КОЛЛЕКЦИЯ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ В ГОРОДСКОМ ПРОСТРАНСТВЕ

¹Иваненко Н.В., ^{1,2}Моисеенко Л.И., ¹Якименко Л.В.

¹ФГБОУ ВО «Владивостокский государственный университет экономики и сервиса»,
Владивосток, e-mail: Natalya.Ivanenko@vvsu.ru;

²Межведомственный научно-образовательный центр «Растительные ресурсы», Горнотаежная
станция им. В.Л. Комарова ДВО РАН, Владивосток, e-mail: Larisa.Moiseenko@vvsu.ru

Рассмотрен видовой состав дендропарка Владивостокского государственного университета экономики и сервиса. В дендропарке представлено более 50% видового разнообразия древесных растений селитебной части Владивостокского городского округа. В составе древесно-кустарниковых пород дендропарка ВГУЭС насчитывается 80 видов растений. Голосеменные представлены 4 семействами, 8 родами, 14 видами. Покрытосеменные лиственные древесные породы представлены 22 семействами, 46 родами, 65 видами. Большинство видов дендропарка – представители лесных фитоценозов. Флористическое ядро дендропарка составляют преимущественно восточноазиатские виды, ареалы которых охватывают Дальний Восток, Маньчжурию, Корею, Японию. Среди них *Carpinus cordata*, *Magnolia sieboldii*, *Cerasus sargentii*, *Prinsepia sinensis*, *Lonicera maackii*, *Vitis amurensis* и др. Большинство древних и эндемичных видов в составе арборифлоры дендропарка относятся к редким и исчезающим растениям. На территории дендропарка обустроена экологическая тропа

Ключевые слова: Владивостокский городской округ, городские леса, дендропарк, видовой состав древесно-кустарниковых пород, экологическая тропа

ARBORETUM OF VLADIVOSTOK STATE UNIVERSITY OF ECONOMICS AND SERVICES (VSUES) – THE UNIQUE COLLECTION OF TREES WITHIN THE URBAN BOUNDARIES

¹Ivanenko N.V., ^{1,2}Moiseenko L.I., ¹Yakimenko L.V.

¹Vladivostok State University Economics and Service, Vladivostok, e-mail: NatalyaIvanenko@vvsu.ru;

²Interdepartmental scientific-educational center «Plant resources», Mountain-taiga Station
named after V.L. Komarov FEB RAS, Vladivostok, e-mail: Larisa.Moiseenko@vvsu.ru

This article reviews the plant species of the arboretum of Vladivostok State University of Economics and Services. Over 50% of tree species growing in Vladivostok residential areas could be found within the arboretum. Overall there are over 80 different species of trees and shrubs within the arboretum. There are 4 families of gymnosperm trees which belong to 8 different subclasses and 14 orders, 22 families of flower tree plants which belong to 46 subclasses and 65 orders. Most of the species found in the arboretum are the representatives from the forest plant communities. The floristic species are mainly originated from the Eastern Asia floristic area which comprises of the Far East, Manchuria, Korea and Japan areas. Among these species are *Carpinus cordata*, *Magnolia sieboldii*, *Cerasus sargentii*, *Prinsepia sinensis*, *Lonicera maackii*, *Vitis amurensis*, etc. Most of the ancient and endemic species in the arboretum belong to rare and endangered plants. There is an educational trail within the arboretum.

Keywords: the Vladivostok city district, urban forests, the arboretum, plant species of the arboretum, educational trail within the arboretum

На территории Владивостокского городского округа произрастает около 105 видов деревьев, кустарников и лиан. Округ располагается в южной подзоне смешанных хвойно-широколиственных лесов, где господствует маньчжурский флористический комплекс. В настоящее время на территории округа преобладают вторичные леса. Доминанты – дуб монгольский, тополь корейский, клены и примесь интродуцентов. Обширные участки природного комплекса Владивостокского городского округа под антропогенным воздействием преобразованы на 80–100%, превратившись в урбанизированные ландшафты. В природный комплекс г. Владивостока включены всего

3 парка общей площадью 48 га, что явно недостаточно для удовлетворения общеэкологических потребностей населения. В целом обеспеченность горожан зелеными насаждениями составляет собственно в г. Владивостоке не более 10% от нормы [3, 4, 5, 6].

Дендропарк Владивостокского государственного университета экономики и сервиса рассмотрен как образец уникальной коллекции древесных растений, представленной на небольшой площади (около трех гектаров). В дендропарке представлено более 50% видового разнообразия древесных растений селитебной части города. В 2005 году на территории дендропарка сотрудниками кафедры экологии и природопользования

университета обустроена экологическая тропа с использованием информационных табличек. В Приморском крае при учебных заведениях дендрарии и экологические тропы существующим уровнем обустройства не представлены. Единичные примеры обустроенных экологических троп имеются в Ботаническом саду-институте ДВО РАН во Владивостоке и Дальневосточном институте лесного хозяйства в Хабаровске. Экологическая тропа является экскурсионным объектом г. Владивостока. Коллекционный фонд растений ежегодно пополняется, в связи с этим возникла необходимость уточнения видового состава дендрофлоры.

Работа по оценке видового состава и численности древесно-кустарниковой растительности дендропарка была выполнена в 2015 г. с участием студентов кафедры «Экология и природопользование» ВГУЭС, обучающихся по направлению «Экология и природопользование». Анализ видового состава выполнялся маршрутным методом и стационарно с использованием гербарных образцов растений. Проведен анализ таксономического состава растений.

В составе древесно-кустарниковых пород дендропарка ВГУЭС насчитывается 80 видов растений. Голосеменные представлены 4 семействами, 8 родами, 14 видами. Покрытосеменные листовые древесные породы представлены 22 семействами, 46 родами, 66 видами.

Семейство Pinaceae Spreng. ex F. Rudolphi Сосновые

Род *Larix* Mill. Лиственница: *Larix* sp. Лиственница; *Larix Gmelinii* Rupr. Лиственница Гмелина. Род *Pinus* L. Сосна: *Pinus koraiensis* Silebold et Zucc. Сосна корейская; *Pinus sylvestris* L. subsp. *kulundensis* Sukaczew. Сосна обыкновенная. Род *Abies* Hill. Пихта: *Abies holophylla* Maxim. Пихта цельнолистная; *Abies nephrolepis* (Trautv.) Maxim. Пихта белокорая. Род *Picea* A. Dietr. Ель: *Picea ajanensis* (Lindl. et Gord.) Fisch. ex Carr. Ель аянская

Семейство Cupressaceae Gray (Кипарисовые)

Род *Microbiota* Kom. Микробиота: *Microbiota decussata* Kom. Микробиота перекрестнопарная. Род *Juniperus* L. Можжевельник: *Juniperus davurica* Pall. Fl. Ross. Можжевельник даурский; *Juniperus sargentii* (A. Henry) Taceda ex Koidz. Можжевельник Сарджента. *Juniperus rigida* Siebold et Zucc. Можжевельник твердый; *Juniperus Sabina* L. Можжевельник казацкий.

Семейство Taxaceae Lindl. Тисовые

Род *Taxus* L. Тис: *Taxus cuspidata* Sieb. et Zucc. ex Endl. Тис остроконечный.

Семейство Ginkgoaceae Engl.

Род *Ginkgo* L. Гинкго: *Ginkgo biloba* L. Гинкго двухлопастное.

Семейство Aristolochiaceae Juss. Кирказоновые

Род *Aristolochia* L. Кирказон: *Aristolochia manshuriensis* Kom. Кирказон маньчжурский.

Семейство Oleaceae. Hoffmanns. & Link, nom. cons. Маслиновые

Род *Fraxinus* L. Ясень: *Fraxinus mandshurica* Rupr. Ясень маньчжурский; *Fraxinus rhynchophylla* Hance. Ясень носолистный (горный). Род *Syringa* L. Сирень: *Syringa vulgaris* L. Сирень обыкновенная; *Syringa amurensis* Rupr. (*Ligustrina amurensis* Rupr.). Сирень амурская (Лигустрина амурская, Трескун амурский); *Syringa wolfii* Schneid. Сирень Вольфа. Род *Forsythia* Vahl. Форзиция: *Forsythia ovata* Nakai. Форзиция яйцевидная (Форсайтия яйцевидная).

Семейство Salicaceae Mirb. Ивовые

Род *Populus* L. Тополь: *Populus coreana* Rehder. Тополь корейский; *Populus tremula* L. Тополь дрожащий, Осина.

Семейство Malvaceae Мальвовые или Tiliaceae Juss. Липовые

Род *Tilia* L. Липа: *Tilia amurensis* Rupr. Липа амурская.

Семейство Aceraceae Juss. Кленовые, Sapindaceae Juss Сапиндовые

Род *Acer* L. Клен: *Acer mono* Maxim. Клен моно (мелколистный); *Acer mandshuricum* Maxim. Клен маньчжурский; *Acer negundo* L. Клен яснелистный (американский); *Acer ginnala* Maxim. Клен приречный, или Гиннала; *Acer pseudosieboldianum* Pax. Kom. Клен ложнозибольдов.

Семейство Fabaceae Lindl. Бобовые

Род *Robinia* L. Робиния: *Robinia pseudoacacia* L. Робиния ложноакация. Род *Amorpha* L. Аморфа: *Amorpha fruticosa* L. Аморфа кустарниковая. Род *Caragana* Lam. Карагана: *Caragana usuriensis* (Rgl.) Pojark. Карагана уссурийская. Род *Maackia* Rupr. et Maxim. Маакия: *Maackia amurensis* Rupr. et Maxim. Маакия амурская (Акация амурская).

**Семейство *Betulaceae* S.F. Gray.
Березовые**

Род *Betula* L. Береза: *Betula davurica*. Pall. Fl. Ross. Береза даурская, или черная; *Betula plathyphylla* Sukaczew. Береза плосколистная. Род *Alnus* Gaertn. Ольха: *Alnus* sp. Ольха. Род *Carpinus* L. Граб: *Carpinus cordata* Blume. Граб сердцелистный.

Семейство *Ulmaceae* Mirb. Ильмовые

Род *Ulmus* L. Ильм: *Ulmus japonica*. (Rehd.) Sarg. (*U. propinqua* Koidz.). Ильм (Вяз) японский (долинный); *Ulmus laciniata*. (Trautv.) Mayr Ильм лопастный, горный, разрезной (Вяз лопастной).

Семейство *Fagaceae* Dumort. Буковые

Род *Quercus* L. Дуб: *Quercus mongolica*. Fisch. ex Ledeb. Дуб монгольский; *Quercus dentata* Thunb. Дуб зубчатый.

**Семейство *Hippocastanaceae* Juss.
Конскокаштановые**

Род *Aesculus* L. Конский каштан: *Aesculus hippocastanum* L. Конский каштан обыкновенный.

**Семейство *Magnoliaceae* Juss.
Магнолиевые**

Род *Magnolia* L. Магнолия: *Magnolia sieboldii*. K. Koch. Магнолия Зибольда.

Семейство *Ericaceae* Juss. Вересковые

Род *Rhododendron* L. Рододендрон: *Rhododendron mucronulatum* Turcz. Рододендрон остроконечный; *Rhododendron sichotense* Pojark. Рододендрон сихотинский; *Rhododendron japonicum* (A.Gray) Suring. Рододендрон японский.

**Семейство *Cornaceae* Dum. Кизилевые
(Дерённые)**

Род *Swida* Opiz Свидина (Дёрен): *Swida alba*. (L.) Opiz. (*Cornus alba* L.) Свидина белая, или серебристая (Дёрен белый).

**Семейство *Juglandaceae* DC. ex Perleb.
Ореховые**

Род *Juglans* L. Орех: *Juglans mandshurica*. Maxim. Орех маньчжурский, или Орех думбейский.

**Семейство *Hydrangeaceae* Dumort, Nom,
Cons Гортензиевые**

Род *Hydrangea* L. Гортензия: *Hydrangea paniculata* Sieb. Гортензия метельчатая. Род *Philadelphus* L. Чубушник: *Philadelphus tenuifolius* Rupr. et Maxim. Чубушник тонколистный.

**Семейство *Araliaceae* Juss, Nom, Cons.
Аралиевые**

Род *Eleuterococcus* Maxim. Элеутерококк: *Eleutherococcus senticosus* Maxim. Элеутерококк колючий. Род *Kalopanax* Miq. Калопанакс, Диморфант: *Kalopanax septemlobus*. (Thunb.) Koidz. Калопанакс семилопастный (Диморфант, или белый орех). Род *Aralia* L. Аралия: *Aralia elata* (Miq) Seem. Аралия высокая.

Семейство *Rosaceae* Juss. Розоцветные

Род *Physocarpus* (Cambess.) Maxim. Пузыреплодник: *Physocarpus opulifolius* (L.) Maxim. Пузыреплодник калинолистный. Род *Prinsepia* Royle. Принсепия: *Prinsepia sinensis* (Oliv.) Bean. Принсепия китайская. Род *Prunus* L. Слива: *Prunus salicina* var. *coreana* Kom. Слива иволистная; *Prunus mandshurica* (Maxim.) Koehne. Абрикос маньчжурский; *Prunus dulcis* (Mill.) D.A. Webb. Миндаль (*Prunus amygdalus* Batsch, *Amygdalus communis* (L.) Arcang); *Prunus tomentosa* Thunb. (*Cerasus tomentosa*, *Microcerasus tomentosa* (Thunb.) Wall.) Вишенка (вишня) войлочная; *Cerasus sargentii* (Rehd.) Pojark. Вишня Саржента. Род *Crataegus* L. Боярышник: *Crataegus pinnatifida*. Bunge. Боярышник перистонадрезанный; *Crataegus mollis* (Torr. & A. Gray) Sheele. Боярышник мягкий. Род *Potentilla* L. Лапчатка (Пятилисточник): *Potentilla fruticosa* (L.) O. Schwarz. Лапчатка кустарниковая, пятилисточник кустарниковый (Курильский чай). Род *Rosa* L. Шиповник: *Rosa rugosa* Thunb. Шиповник морщинистый (Роза морщинистая). Род *Micromeles* Decne. Мелкоплодник: *Micromeles alnifolia* (Siebold et Zucc.) Koehne (*Sorbus alnifolia* (Siebold et Zucc.) C. Koch). Мелкоплодник ольхолистный (Рябина ольхолистная). Род *Padus* Mill. Черемуха: *Padus maackii*. (Rupr.) Kom. Черемуха Маака. Род *Spiraea* L. Спирея: *Spiraea vanhouttei* (Briot) Zabel. Спирея Вангутта; *Spiraea amurensis* Maxim. Спирея амурская. Род *Sorbus* L. Рябина: *Sorbus* sp. Рябина. Род *Sorbaria* (Ser. ex DC.) A. Br. Рябинник: *Sorbaria sorbifolia* (L.) A. Br. Рябинник рябинолистный.

**Семейство *Berberidaceae* Juss.
Барбарисовые**

Род *Berberis* L. Барбарис: *Berberis thunbergii* DC. Барбарис Тунберга; *Berberis amurensis* Rupr. Барбарис амурский.

Семейство Caprifoliaceae Juss.
Жимолостные

Род *Weigela* Thunb. Вейгела: *Weigela praecox* (Lemoine) Bailey. Вейгела ранняя. Род *Lonicera* L. Жимолость: *Lonicera maackii* L. Жимолость Маака.

Семейство Adoxaceae Е.Меу. Адоксовые

Род *Viburnum* L. Калина: *Viburnum sargentii* Koehne. Калина Саржента.

Семейство Vitaceae Juss. Виноградовые

Род *Vitis* L. Виноград: *Vitis amurensis*. Rupr. Виноград амурский. Род *Partenocissus* L. Девичий виноград: *Partenocissus quinquefolia* L. Planch. Девичий виноград пятилисточковый.

Семейство Actinidiaceae Gilg & Wedderm
Актинидиевые

Род *Actinidia* Lindl. Актинидия: *Actinidia arguta* (Siebold & Zucc.) Planch. ex Miq. Актинидия острая.

Семейство Celastraceae R. Br.
Бересклетовые (Краснопузырниковые, Древогубцевые)

Род *Celastrum* L. Древогубец: *Celastrus orbiculatus* Thunb. Древогубец круглолистный. Род *Euonymus* L. Бересклет: *Euonymus alata* (*Euonymus sacrosanctus*). Koidz. Бересклет крылатый (Бересклет священный).

Ведущее положение по числу видов занимают семейства *Rosaceae* – 11 родов, 17 видов (21,25%) и *Pinaceae* – 4 рода, 7 видов (8,75%). Далее по уменьшению количества видов располагаются семейства *Oleaceae* – 3 рода, 6 видов (7,5%), *Cupressaceae* – 2 рода, 5 видов (6,25%), *Aceraceae* – 1 род, 5 видов (6,25%), *Fabaceae* – 4 рода, 4 вида (5%), *Betulaceae* – 3 рода, 4 вида (5%), *Araliaceae* – 3 рода, 3 вида (3,75%), *Caprifoliaceae* – 2 рода, 2 вида (2,5%), семейство *Ericaceae* – 1 род, 3 вида (3,75%). Наименее малочисленные семейства (7,5%) *Celastraceae*, *Vitaceae*, *Hydrangeaceae* (по 2 рода и 2 вида), *Berberidaceae*, *Fagiaceae*, *Ulmaceae*, *Salicaceae* (по 1 роду и 2 вида). Другие семейства представлены по 1 роду и 1 виду (12,5%).

Представленные виды являются компонентами различных фитоценозов. Большинство видов дендропарка – представители лесных фитоценозов. Отдельные виды в естественных условиях способны расти одиночно или образуя заросли на скалистых склонах, высокогорьях Сихотэ-Алиня. Также, в арборифлоре виды, обитающие по

долинам рек, в кустарниковых зарослях, на суходольных лугах.

В составе дендрофлоры много экологически пластичных видов. Например, *Abies holophylla*, *Pinus koraiensis* являются лесообразующими породами в самых различных условиях. *Micromelaes alnifolia* распространен по территории всего Приморского края, его естественные места обитания – хвойно-широколиственные и широколиственные леса. *Juglans mandshurica* – лесообразующая порода в условиях достаточно теплых и влажных территорий, особенно характерна для пойм. *Fraxinus mandshurica* – типичен для пойм широколиственных и хвойно-широколиственных лесов. *Quercus mongolica* – светолюбивый вид, образует дубняки, входит в состав широколиственных и хвойно-широколиственных лесов [1, 2]. Эти виды, как правило, имеют хорошую жизненность при использовании их в городских посадках.

Флористическое ядро дендропарка составляют преимущественно восточноазиатские виды, ареалы которых охватывают Дальний Восток, Маньчжурию, Корею, Японию. Среди них *Carpinus cordata*, *Magnolia sieboldii*, *Cerasus sargentii*, *Prinsepia sinensis*, *Lonicera maackii*, *Vitis amurensis* и др.

Представителями местной, или аборигенной, флоры являются 70 видов (88,75%). Остальные 9 видов (11,25%) – выходцы из других территорий – интродуценты. Интродуценты представлены в основном североамериканскими видами (*Crataegus mollis*, *Acer negundo*, *Robinia pseudoacacia*, *Amorpha fruticosa*, *Physocarpus opulifolius*, *Partenocissus quinquefolia*). Среди интродуцентов также *Aesculus hippocastanum* родом из Балканского полуострова. *Rhododendron japonicum* – встречается в средней и северной Японии. Уникальное древнее растение – *Ginkgo biloba*, распространено в Юго-Восточной Азии.

Эндемичные виды экологической тропы: рододендрон сихотинский – эндем горной системы Сихотэ-Алиня, *Microbiota decussate* – эндем на уровне вида, произрастает в верхнем поясе гор в южной и средней частях Сихотэ-Алиня, *Aristolochia manshuriensis* – эндем Восточной Азии, *Syringa wolfii* – естественно произрастает в смешанных лесах Приморского края, Северо-Восточного Китая и Кореи.

Наиболее древними представителями дендрофлоры парка ВГУЭС являются до третичный реликт *Taxus cuspidata*, а также «Живая окаменелость» *Ginkgo biloba* –

самое древнее на Земле семенное растение. Большинство древних и эндемичных видов в составе арборифлоры дендропарка относятся к редким и исчезающим растениям (занесены в Красную книгу Приморского края и Российской Федерации)

Дендропарк ВГУЭС можно рассматривать как опыт успешного озеленения небольшого пространства на территории Владивостокского городского округа. Дендрофлора парка богата по видовому составу и географическому распространению видов. Расширение ассортимента деревьев и кустарников за счет местных и интродуцированных видов позволит повысить просветительскую ценность дендропарка. Обустройство экологической тропы позволило широкому кругу студентов и горожан получить новые знания о разнообразии деревянистых растений местной флоры; о древних растениях, которые культивируются в условиях местного климата; о многообразии жизненных форм; о декоративных, пищевых и лекар-

ственных растениях, а также об их географическом распространении.

Список литературы

1. Баркалов В.Ю. Растительный мир Уссурийской тайги: полевой атлас-определитель / В.Ю. Баркалов, А.Э. Врищ, П.В. Крестов, В.В. Якубов – Владивосток: Изд-во ДВФУ, 2011. – 476 с.
2. Скворцов В.Э. Охраняемые растения Приморского края: Практическое пособие для работников лесного комплекса Приморского края / В.Э. Скворцов, Н.С. Ликсакова, Т.О. Яницкая. – Владивосток: Изд-во Апелсин, 2006. – 99 с.
3. Шихова Н.С. Жизненное состояние деревьев и кустарников в озеленении Владивостока / Н.С. Шихова, Е.В. Полякова // Аграрная политика и технология производства сельскохозяйственной продукции в странах Азиатско-Тихоокеанского региона. – 2002. – Том 3. – С. 115–119.
4. Шихова Н.С. Оценка жизненного состояния и устойчивости видов в озеленении г. Владивостока / Н.С. Шихова, Е.В. Полякова // Бюллетень главного ботанического сада. – 2003. – Вып. 185. – С. 14–28.
5. Шихова Н.С. Деревья и кустарники в озеленении города Владивостока / Н.С. Шихова, Е.В. Полякова. – Владивосток: Из-во Дальнаука, 2006. – 235 с.
6. Якименко Л.В. Природно-ресурсный потенциал и охрана окружающей среды Владивостокского городского округа / Якименко Л.В., Иваненко Н.В. // Территория новых возможностей. Вестник ВГУЭС. – 2016. – № 1 (32). – С. 256–265.

УДК 633.15:631.526.325:631.8

ПРИРОСТ СУХОГО ВЕЩЕСТВА И ПРОДУКТИВНОСТЬ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УДОБРЕНИЙ

Иванова З.А., Нагудова Ф.Х.

ФГОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет им. В.М. Кокова»,
Нальчик, e-mail: fnagudova@mail.ru

В статье изучались приrost сухого вещества и продуктивность гибридов кукурузы в зависимости от минеральных удобрений. Наиболее резкое увеличение накопления сухого вещества в растениях кукурузы на варианте, где вносились минеральные удобрения в дозе N120P120K40. Приrost сухого вещества одного растения в фазе появления метелок на этом варианте по сравнению с не удобренным вариантом был выше на 61,4 г, а в фазе восковой спелости – на 173,9 г. Продуктивность фотосинтеза прямо зависит от накопления сухого вещества и прироста листовой поверхности. На всех вариантах наблюдается постепенное нарастание продуктивности фотосинтеза, затем в фазу появления метелок фотосинтетическая деятельность листьев несколько уменьшается с последующим возрастанием в фазу молочной спелости. Минеральные удобрения оказывают значительное влияние на качество зерна, содержание белка, крахмала и жира в зерне у гибридов кукурузы увеличивалось в зависимости от уровня минерального питания и определялось сортовыми особенностями. Для среднеспелого гибрида кукурузы РИК 301 МВ сбор с 1 га на контроле (без удобрений) составил: белка – 499,3 кг, крахмала – 3316,1 кг, жира – 213,6 кг, а на удобренных вариантах: белка 612,1–733,2 кг, что в 1,2–1,5 раз выше, крахмала соответственно 3823,0 – 4622,8 кг или в 1,2–1,4 раз выше, жира соответственно 253,3–294,4 кг или в 1,18–1,37 раза выше контроля. Такая закономерность наблюдается для среднеспелого гибрида Кавказ 412 СВ и позднеспелого гибрида КОС 600 СВ. Надо отметить, что наибольший сбор белка, крахмала и жира получен у более поздних гибридов кукурузы.

Ключевые слова: сухое вещество, продуктивность фотосинтеза, продуктивность гибрида кукурузы

THE INCREASE OF DRY MATTER AND PRODUCTIVITY OF MAIZE HYBRIDS DEPENDING ON THE FERTILIZER

Ivanova Z.A., Nagudova F.Kh.

Kabardino-Balkarian GAU, named by V.M. Kokov, Nalchik, e-mail: fnagudova@mail.ru

The article examined the increase in dry matter and productivity of maize hybrids depending on mineral fertilizers. The most dramatic increase in accumulation of dry matter in maize plants on version, which is made of mineral fertilizers in the dose of N120P120K40. The increase in dry matter per plant in the phase of emergence of panicles in this embodiment, in comparison with the not fertilized variant was higher by 61,4 g, and in the phase of wax ripeness at 173,9 g. the Productivity of photosynthesis is directly dependent on the accumulation of dry matter and the growth of the leaf surface. In all cases there is a gradual increase in the productivity of photosynthesis, and then in the phase of emergence of panicles photosynthetic activity of the leaves decreases somewhat with further increase in the milk stage. Mineral fertilizers have a significant effect on grain quality, protein, starch and fat in grain of corn hybrids increased depending on the level of mineral nutrition and defined varietal characteristics. For mid-season hybrid of corn RICK 301 MV collection from 1 ha on control (without fertilizers) were: protein – 499,3 kg, starch – 3316,1 kg, fat – 213,6 kg, and in the fertilized variants: protein 612,1–733,2 kg, 1,2–1,5 times higher, respectively 3823,0 starch – 4622,8 kg or 1,2–1,4 times higher, respectively 253,3 fat – 294,4 kg or 1,18–1,37 times above the control. Such a pattern is observed for middle-late hybrid of the Caucasus 412 and late SV hybrid SV 600 KOS. It should be noted that the largest collection of protein, starch and fat obtained from the more recent corn hybrids.

Keywords: dry matter, photosynthetic productivity, productivity of hybrid maize

Опыт показывает, что для получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур необходимо вносить в почву главные элементы питания в значительно большем количестве, чем было израсходовано для формирования урожая [1].

Значительному накоплению сухого вещества, повышению продуктивности фотосинтеза способствует применение удобрений, что в свою очередь положительно влияет на увеличение урожая кукурузы.

Однако следует учитывать, что значительные прибавки зерна можно получить лишь при наличии в почве достаточных

количеств легкодоступных питательных веществ, о чем свидетельствует их вынос кукурузой при формировании высоких урожаев продукции. Установлено, что в жизни кукурузы ведущая роль принадлежит азоту [3].

Говоря об эффективности использования удобрений под кукурузу, нельзя не указать на их большую роль в формировании качественного урожая. По данным отечественных и зарубежных ученых, удобрения значительно повышают в товарной продукции содержание белка, жира и других хозяйственно ценных веществ (В.Т. Куркаев,

2004; А.И. Скрипченко, 2005; А.В. Лазурский, Р.И. Кардиналовская, 2007; Ю.Л. Кудзин и др. 2000; А.Я. Гетманец и др., 2007; В.В. Лапа и др., 1999; А.В. Ивойлов, И.А. Шильников, А.А. Шелкунова, 2009).

При этом О.И. Колоша, Н.Н. Дзюбенко (2004), А.А. Созинов, Г.П. Жемела (2003), указывая на важное значение удобрений в повышении качества зерна и зеленой массы кукурузы, особенно подчеркивают большую роль азотных удобрений.

Согласно данным Донецкой опытной станции (К.П. Афендулов, 1995, 2006), внесение удобрений повысило не только урожай кукурузы, но и содержание протеина в зерне с 12,03 до 12,35 %. Возросло также содержание в составе белка незаменимых аминокислот триптофана, валина и лизина.

По сообщениям L. Zizka, D. Jsfan (2005), прибавка урожая быстро возрастала при повышении дозы азота до N120, а затем прирост урожая был медленным, достигая максимума при N192. П.Г. Найдин (1993) на основании многолетних данных установил, что в черноземной зоне на образование 1 ц зерна кукурузы с соответствующим количеством остальной надземной массы расходуется в среднем 3 кг азота, 1,0–1,2 фосфора и 2,5 кг калия. К таким же выводам пришли П.П. Вавилов и др. (1996), Г.В. Коренев и др. (2009).

Дозы и нормы удобрений в различных зонах устанавливаются с учетом уровня плодородия почв, типа гибрида, планируемого урожая кукурузы.

Цель нашей работы – изучить влияние минеральных удобрений на прирост сухого вещества и продуктивность фотосинтеза.

В полевых опытах в качестве объектов исследования использовали гибриды разной скороспелости: среднеспелый РИК 301 МВ, среднепоздний гибрид Кавказ 412 СВ и позднеспелый КОС 600 СВ. В схему опыта включались шесть вариантов по изучению влияния минеральных удобрений со следующими дозами:

- 1) без удобрений;
- 2) N 60 P 60 K 40;
- 3) N 90 P 60 K 40;
- 4) N 90 P 90 K 40;
- 5) N 120 P 90 K 40;
- 6) N 120 P 120 K 40.

По данным Б. Дьерффи и З. Бержени (1978), оптимальная доза удобрений тесно связана с увеличением потенциальной урожайности гибридов. Если в Венгрии в 1960 году оптимальной была доза азотного удобрения 120 кг/га, то в 1970 – 160 кг/га,

а в настоящее время для вновь созданных гибридов – 240 кг/га.

Вынос элементов питания зависит от почвенно-климатических условий произрастания растений, орошения и других факторов урожайности (З.И. Журбицкий, 2003, 1995; П.Г. Найдин, В.И. Гулидова, 1999; К.П. Афендулов, А.И. Лантухова, 2003; Ю.К. Тонкаль, 1974). А.В. Ивойлов, И.А. Шильников, А.А. Шелкунова (1990), основываясь на данных выноса питательных веществ растениями, указывают, что потребность в отдельных элементах питания обусловлена биологическими особенностями культур и накоплением ими общей биологической массы. Они отмечают, что более высокий вынос азота, фосфора, калия на удобренных вариантах происходит главным образом за счет повышения содержания элементов питания в растениях.

А.П. Лисовал и др. (1989) пришли к выводу, что с урожаем зерна 60–70 ц/га кукуруза выносит с 1 га 150–180 кг/га азота, 50–60 кг фосфора, 150–200 кг калия. При этом они отмечают, что главные элементы питания поглощаются кукурузой на протяжении вегетационного периода неравномерно. Поглощение азота с разной интенсивностью продолжается до восковой спелости, фосфора равномерно, вплоть до созревания, а высокая потребность растений кукурузы в калии наблюдается в период выбрасывания метелок, цветения и наливания зерна.

У К.П. Афендулова (1996), А.М. Артюшина и др. (1991) также находим, что наибольшая потребность кукурузы в отдельных элементах по фазам развития проявляется по-разному.

Так, если накопление азота и калия (в процентах от общего количества) в молодых растениях идет аналогично процессу накопления сухого вещества, но более быстро и опережает его в период до фазы молочно-восковой спелости, то затем до фазы полной спелости накопления сухого вещества. К таким же результатам пришел и И.Д. Канивец (2008).

Поступление и содержание в растениях азота, фосфора и калия сильно колеблется в зависимости от уровня удобрения (Ю.К. Кудзин и др. (1990), К.П. Афендулов (1991), Н.А. Чернявская (1995); Д.С. Филев (1999).

А.Я. Гетманец (1978) установил, что кукуруза в начале своего развития практически не использует азот, максимальное его потребление, считает он, начинается с образования 9–10 листьев до молочно-восковой спелости зерна [5].

Кукуруза является азотофилом. В первый период развития растения усиленно поглощают азот, обеспечивая его накопление в запас для использования в период интенсивного роста [2].

Кукуруза с урожаем 100–120 ц/га зерна и содержанием 10% сырого белка выносит из почвы 250–300 кг азота. Наиболее интенсивное использование азота растениями происходит в период, начиная с образования 5–6 листьев – до выметывания – цветения метелок. В этот период при формировании 115 ц/га зерна используется в сутки 4,1 кг/га азота [4].

Накопление сухого вещества растениями кукурузы по нашим данным продолжается до восковой спелости, при этом в начале вегетации оно идет медленно. Вес одного растения на 1 варианте (неудобренный) от всходов выбрасывания метелок составил 155 г, тогда как от фазы выбрасывания метелок до восковой спелости он увеличился в 2,2 раза.

На удобренных вариантах эта закономерность сохраняется и масса одного растения соответственно увеличивается на 171–215,3 г и на 346–457,2 г.

Наиболее резкое увеличение накопления сухого вещества в растениях кукурузы на варианте, где вносились минеральные удобрения в дозе N120P120K40. Прирост сухого вещества одного растения в фазе появления метелок на этом варианте по сравнению с не удобренным вариантом был выше на 61,4 г, а в фазе восковой спелости на 173,9 г.

Увеличение площади листовой поверхности в течение вегетационного периода неодинаково. Площадь листовой поверхности за каждые 10 дней увеличивается в 2–3 раза до фазы выметывания метелок, а во вторую половину вегетации (от появления метелок до конца вегетации) отмечается замедление роста листовой поверхности. Внесение ми-

неральных удобрений способствует интенсивному росту листовой поверхности.



Рис. 1. Прирост сухой массы растений кукурузы за вегетационный период (кг/га)

Продуктивность фотосинтеза прямо зависит от накопления сухого вещества и прироста листовой поверхности. На всех вариантах наблюдается постепенное нарастание продуктивности фотосинтеза, затем в фазу появления метелок фотосинтетическая деятельность листьев несколько уменьшается с последующим возрастанием в фазу молочной спелости. Так, в период нарастания вегетативной массы продуктивность фотосинтеза по вариантам колебалась в пределах 4,4–8,9 г/м²-сутки, тогда как в период образования мужских и женских соцветий она возросла до 10,7–12,2 г/м²-сутки.

Урожай кукурузы и его структура в зависимости от удобрений

Анализ данных по структуре урожая свидетельствует о том, что наилучшие их показатели совпадают с теми вариантами опыта, в которых собран максимальный урожай. Значительному изменению подвергались: длина початка, число зерен в рядке, масса початка и масса 1000 зерен; меньше – число рядков в початке и выход зерна (табл. 1).



Рис. 2. Прирост листовой площади растений кукурузы за вегетационный период (тыс. м²/га)

Таблица 1

Элементы структуры урожая гибридов кукурузы в зависимости от уровня минерального питания (сред. данные за 2013–2015 гг.)

Гибриды	Вариант	Показатели			
		Длина початка, см	Количество зерен в початке, шт.	Масса зерна с 1 початка, г	Масса 1000 зерен, г
РИК 301 МВ	Контроль	18,2	260,6	74,3	285,3
	N60P60K40	18,9	297,7	87,1	292,7
	N90P60K40	19,4	301,4	89,3	296,3
	N90P90K40	19,8	317,6	99,2	312,3
	N120P90K40	20,2	312,1	93,3	308,6
	N120P120K40	21,3	308,4	92,8	297,2
Кавказ 412СВ	Контроль	18,0	312,9	77,0	247,0
	N60P60K40	18,3	357,5	90,6	251,8
	N90P60K40	19,1	360,0	92,8	256,1
	N90P90K40	19,8	362,8	93,1	257,0
	N120P90K40	19,7	373,2	98,6	264,8
	N120P120K40	19,5	381,3	103,0	270,2
КОС 600СВ	Контроль	23,2	325,3	94,6	291,3
	N60P60K40	23,9	361,2	107,0	295,6
	N90P60K40	24,0	373,3	109,8	296,3
	N90P90K40	24,6	375,8	112,5	298,5
	N120P90K40	24,8	385,6	121,4	315,5
	N120P120K40	25,0	391,3	123,8	316,7

Таблица 2

Урожай зерна гибридов кукурузы в зависимости от уровня минерального питания

	РИК-301 МВ	Прибавка	Кавказ-412СВ	Прибавка	КОС-600МВ	Прибавка
Контроль	53,4	–	58,1	–	59,3	–
N60P60K40	60,3	6,9	65,4	12,0	66,4	13,0
N90P60K40	62,0	8,6	67,5	14,1	69,6	16,2
N90P90K40	65,2	11,8	1,2	17,8	73,7	20,3
N120P90K40	66,0	12,6	72,7	19,3	75,9	22,5
N120P120K40	66,9	13,5	75,5	22,1	79,8	26,4
НСР	–	3,1	–	4,1	–	4,5

Влияние минеральных удобрений на урожайность гибридов кукурузы показано в табл. 2. Различные дозы минеральных удобрений увеличивали урожай зерна у средне-спелого гибрида РИК-301 МВ, она составила по сравнению с контролем в пределах 6,9–13,5 ц/га. Надо отметить, что при увеличении доз минеральных удобрений получена максимальная прибавка на варианте N90P90K40. При дальнейшем увеличении доз азотно-фосфорных удобрений у данного гибрида прибавка урожая не растет незначительно в пределах ошибки (12,6–13,5 ц/га).

Для среднеспелого гибрида Кавказ 412 СВ урожайность на контроле составляла 58,1 ц/га. При внесении дозы N60P60K40 прибавка получена в размере 12,0 ц/га. При дальнейшем увеличении дозы азота

на 30 кг д.в. прибавка выросла по сравнению с предыдущей дозой на 2,1 ц/га, а при дозе N90P90K40 она превышала на 3,7 ц/га. Далее наблюдается снижение прибавки. Такая же закономерность наблюдалась у позднеспелого гибрида КОС 600 СВ, но надо отметить, что данный гибрид был более отзывчив на внесение повышенных доз минеральных удобрений, где прибавка составила от 13,0 до 26,4 ц/га. Особенностью данного гибрида является то, что он максимально использует вносимые питательные вещества. За три года он дал наибольшую урожайность, достигающую в среднем около 80 ц/га в богарных условиях, что говорит о потенциальных возможностях данного гибрида в условиях предгорий Северного Кавказа.

Таблица 3

Химический состав зерна гибридов кукурузы разной группы спелости в зависимости от уровня минерального питания (ср. данные за 2013–2015 гг.)

Вариант	Содержание в пересчете на сухое вещество, %				Содержание в зерне на 1 га, кг		
	Белок	Крахмал	Жир	Всего	Белок	Крахмал	Жир
РИК 301 МВ							
Контроль	9,35	62,1	4,0	75,45	499,3	3316,1	213,6
N60P60K40	10,15	63,4	4,2	77,75	612,1	3823,0	253,3
N90P60K40	10,85	65,4	4,2	80,45	672,7	4054,8	260,4
N90P90K40	10,93	68,9	4,3	84,13	712,6	4492,3	280,4
N120P90K40	10,95	68,8	4,4	84,15	722,7	4540,8	290,4
N120P120K40	10,96	69,1	4,4	84,46	733,2	4622,8	294,4
Среднее	10,56	66,3	4,3	81,07	658,8	4141,6	265,4
Кавказ 412 СВ							
Контроль	9,44	70,3	4,0	83,77	548,5	4084,4	232,4
N60P60K40	9,51	71,5	4,1	85,11	622,0	4676,1	268,1
N90P60K40	9,56	72,3	4,2	86,06	645,3	4880,3	283,5
N90P90K40	9,58	73,9	4,3	87,78	682,1	5261,7	306,2
N120P90K40	9,61	74,3	4,3	88,21	698,7	5401,6	312,6
N120P120K40	9,71	75,1	4,3	89,11	733,1	5670,1	324,7
Среднее	9,57	72,9	4,2	86,67	654,9	4995,7	287,9
КОС 600 СВ							
Контроль	10,01	63,7	4,1	77,81	593,6	3777,4	243,1
N60P60K40	10,23	65,2	4,2	79,63	679,3	4329,3	278,9
N90P60K40	10,44	67,1	4,3	81,84	726,6	4670,2	299,3
N90P90K40	10,45	67,5	4,4	82,25	770,2	4974,8	324,3
N120P90K40	10,67	68,3	4,3	83,27	809,9	5184,0	326,4
N120P120K40	10,72	73,4	4,6	88,12	855,5	5857,3	359,1
Среднее	10,42	67,5	4,3	82,25	739,2	4798,8	305,2

Влияние удобрений на химический состав зерна кукурузы

Минеральные удобрения оказывают значительное влияние на качество зерна (табл. 3), содержание белка, крахмала и жира в зерне у гибридов кукурузы увеличивалось в зависимости от уровня минерального питания и определялось сортовыми особенностями. Для среднеспелого гибрида кукурузы РИК 301 МВ сбор с 1 га на контроле (без удобрений) составил: белка – 499,3 кг, крахмала – 3316,1 кг, жира – 213,6 кг, а на удобренных вариантах: белка 612,1–733,2 кг, что в 1,2–1,5 раз выше, крахмала соответственно 3823,0–4622,8 кг или в 1,2–1,4 раз выше, жира соответственно 253,3–294,4 кг или в 1,18–1,37 раз выше контроля. Такая закономерность наблюдается для среднеспелого гибрида Кавказ 412 СВ и позднеспелого гибрида КОС 600 СВ. Надо отметить, что наибольший сбор белка, крахмала и жира получен у более поздних гибридов кукурузы.

Выводы

Мощным фактором образования и активизации аппарата фотосинтеза является применение минеральных удобрений. Максимальный урожай зерна для среднеспелого гибрида РИК 301 МВ достигается при внесении минеральных удобрений в дозе N90P90K40 для среднеспелого гибрида Кавказ 412 СВ – N120P90K40 и для позднеспелого гибрида КОС 600 СВ – N120P120K40.

Список литературы

1. Агафонов Е.В. Применение удобрений под гибриды кукурузы разного срока созревания Текст. / Е.В. Агафонов, А.А. Батаков // Кукуруза и сорго. – 2000. – № 3. – С. 6–7.
2. Агладзе Г. Влияние гербицидов и минеральных удобрений на урожай и качество зерновой кукурузы / Г. Агладзе, Д. Джинчарадзе, М. Чабукиани // Кормопроизводство. – 2003. – № 10. – С. 23–24.
3. Акулов А.А. Теоретические и практические возможности возделывания кукурузы на фуражное зерно // Кормопроизводство. – 2010. – № 2. – С. 3–5.
4. Базиев Х.К. Продуктивность гибридов кукурузы на выщелоченных черноземах / Х.К. Базиев, В.И. Кумахов // Аграрная наука. – 2008. – № 6. – С. 15–18.
5. Винокуров, И.Е. Продуктивность кукурузы на зерно при орошении в зависимости от приемов выращивания на выщелоченном черноземе Западного Предкавказья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Краснодар, 2007. – 24 с.

УДК 631.81.095.338 : 631.821.1 : 631.851

**ОЦЕНКА АГРОХИМИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВ
ООО «АГРОФИРМА «СЕЧЕНОВСКАЯ» СЕЧЕНОВСКОГО РАЙОНА
НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ**

Копосова Н.Н., Дедык В.Е.

*ФГБОУ ВПО «Нижегородский государственный педагогический университет
имени Козьмы Минина», Нижний Новгород, e-mail: coposowa.nataliya@yandex.ru*

В статье рассмотрены вопросы, связанные с воздействием процессов земледелия на почвенный покров. Представлен анализ агрохимического состояния земельных угодий ООО «Агрофирма «Сеченовская», расположенного в Сеченовском районе Нижегородской области. Приведены физико-географические характеристики рассматриваемого региона. Проанализирована динамика кислотности почв и содержания подвижного фосфора в почвах хозяйства за период с 1967 года по 2003 год, а также изменение средневзвешенных показателей pH и подвижного фосфора за рассматриваемый период. Представлена содержание проекта известкования и фосфоритования почв Агрофирмы, проводимого в 2008 г., а также ограничения, условия и необходимость его реализации. На основании результатов реализации проекта, полученных в ходе последующего агрохимического мониторинга всех почв на территории предприятия, дана оценка эффективности проведенных мероприятий.

Ключевые слова: агрохимический мониторинг, кислотность почв, содержание подвижного фосфора, известкование, фосфоритование

**ASSESSMENT OF THE AGROCHEMICAL CONDITION OF SOILS
OF AGRICULTURAL FIRM «SECHENOVSKAYA»
OF THE SECHENOVSKY REGION OF THE NIZHNY NOVGOROD AREA**

Koposova N.N., Dedyk V.E.

*Minin Nizhny Novgorod State Pedagogical University, Nizhny Novgorod,
e-mail: coposowa.nataliya@yandex.ru*

In article the questions connected with impact of processes of agriculture on a soil cover are considered. The analysis of an agrochemical condition of land grounds of agricultural firm «Sechenovskaya», the Nizhny Novgorod Region located in Sechenovsky district is submitted. Physiographic characteristics of the considered region are provided. Dynamics of acidity of soils and content of mobile phosphorus in economy soils from 1967 for 2003, and also change of the average indicators pH and mobile phosphorus for the considered period is analysed. Contents of the project of the lime application and a importation of phosphorus ore of soils of agricultural firm, which is carried out in 2008 and also restrictions, conditions and need of his realization are submitted. On the basis of the results of implementation of the project received during the subsequent agrochemical monitoring of all soils in the territory of the enterprise the assessment of efficiency of the held events is given.

Keywords: agrochemical monitoring, acidity of soils, content of mobile phosphorus, lime application, importation of phosphorus ore

Историю развития человечества можно рассматривать как историю развития его взаимоотношений с окружающей природной средой, развития способов его воздействия на компоненты природного комплекса, а также развития и усложнения направлений хозяйственной деятельности. Одним из древнейших видов человеческой деятельности является земледелие, которое к сегодняшнему дню получило распространение практически на всей территории обитаемой суши. И на всей территории, где осуществляется земледелие, в течение столетий оказывается все возрастающее воздействие на почву, прямым последствием которого является получение урожая, а косвенным – снижение почвенного плодородия, машинная деградация почв и развитие эрозионных процессов.

Цель исследования. В условиях актуальности решения проблем агроистощения и деградации земель в хозяйстве целью настоящей работы явилось изучение агрохимического состояния почв пахотных земель ООО «Агрофирма «Сеченовская» на основе данных многолетнего агрохимического обследования и анализ эффективности известкования и фосфоритования почв как мелиоративных мероприятий по повышению показателей плодородия земель.

Материалы и методы исследования

В Нижегородской области земледелие получило наибольшее развитие в южных и юго-восточных районах Правобережья, расположенных в зоне лесостепи и на участках луговых степей. В физико-географическом отношении эти районы относятся к северной окраине Приволжской возвышенности. Сеченовский район, на территории которого расположены земли

ООО «Агрофирма «Сеченовская», является одним из главных сельскохозяйственных районов области. Земельные угодья агрофирмы расположены на водоразделе рек Пьяны и Суры. Значительные перепады высот, характерные для региона, являются природной предпосылкой развития эрозионно-денудационных процессов [9].

Климатические условия благоприятны для выращивания районированных сельскохозяйственных культур и интенсивного земледелия. За год в Правобережье выпадает около 500–550 мм осадков. Анализ данных о температуре воздуха за период 2011–2014 гг. показывает, что суммы активных температур за вегетационный период зерновых культур для яровых колеблются от 2423 до 2483 °С, а для озимых – от 2744 до 3030 °С.

Естественных лесов в юго-восточной части Нижегородской области не сохранилось, имеются лишь посадки дуба, сосны, березы, которые на территории Сеченовского района занимают около 1 % площади. Естественная травяная растительность сохранилась по склонам и днищам балок и оврагов [9].

В этой части области распространены подтипы выщелоченных и оподзоленных черноземов, а также типичных серых и темно-серых лесных почв. По механическому составу данные почвы имеют преимущественно тяжелосуглинистый и глинистый гранулометрический состав. Поскольку эти территории на протяжении длительного времени активно используются в сельскохозяйственном производстве, эродированные почвы в среднем составляют около 30 % пашни, а в Сеченовском районе этот показатель достигает 20 %. Почвы земельных угодий агрофирмы «Сеченовская» характеризуются как слабосмытые и несмытые. Содержание гумуса на полях агрофирмы по данным обследования за 2009 год в среднем составляло 7,4 %, что говорит о сильной гумусированности почв. Кислотность почв ($pH_{\text{ккл}}$) – 5,8 ед. pH, что говорит о близкой к нейтральной реакции среды почвенного раствора. Содержание фосфора 84 мг/кг (средняя обеспеченность), калия – 158 мг/кг (повышенная обеспеченность).

Данные агрохимического обследования, проведенного агрофирмой в 2013 году, показали значительное изменение состояния почв: содержание гумуса уменьшилось до 6,1 %, кислотность снизилась и стала нейтральной – 6,1 ед. $pH_{\text{ккл}}$, содержание фосфора и калия повысилось до 93 и 238 мг/кг соответственно. В части обеспеченности почв подвижными формами фосфора и калия можно сказать, что относительно содержания подвижного фосфора почвы остались в группе средней обеспеченности, а в части содержания обменного калия – перешли в группу очень высокой обеспеченности.

Ценность почвы как компонента, обеспечивающего многочисленные потребности человека, отмечалась во все времена. Известно высказывание нашего соотечественника В.В. Докучаева о том, что «почва – дороже золота». Сохранение качественных и количественных характеристик почвы является условием функционирования систем земледелия, обеспечивает выполнение ими главной задачи: производство урожая различных культур. Однако с урожаем из почв ежегодно безвозвратно изымаются питательные вещества и микроэлементы, что ведет к агроистощению и деградации почв. Поэтому при осуществлении всех видов антропогенной деятельности в сельскохозяйственных системах необходимо внедрение комплекса

мер, направленных на уменьшение эрозионных процессов, повышение почвенного плодородия и предотвращение деградации почв.

Для Нижегородской области характерно широкое распространение типов почв, обладающих кислой средой, что обусловлено химическим составом горных пород, слагающих территорию области. По материалам агрохимических обследований более 1 млн га пашни (61 %) характеризуется кислой средой и нуждается в известковании.

Известкование и фосфоритование почв, предназначенные для устранения их высокой кислотности и пополнения запасов подвижного фосфора, являются широко распространенными видами мелиоративных работ. Эти важные агротехнические приемы направлены на повышение плодородия почвы и ее устойчивости к эрозионным процессам, они способствуют повышению эффективности удобрений и росту урожайности сельскохозяйственных культур. Необходимость известкования и фосфоритования связана с тем, что избыточная кислотность почвы приводит к ухудшению ионно-обменных свойств протоплазмы клеток растений и их проницаемости, что приводит к нарушению углеводного и белкового обмена и замедлению синтеза белка в клетке [8]. В кислых почвах подавляется деятельность микроорганизмов, в частности нитрифицирующих и азотфиксирующих бактерий, что ведет к снижению содержания доступного растениям азота [1]. Также затрудняется поступление фосфора, кальция, молибдена и магния, играющих важную роль в жизни растений, а подвижность алюминия, марганца и железа увеличивается, что существенно ухудшает развитие растений. Фосфорное голодание вызывает задержку фаз развития растений и период их начального роста и созревания – время всходов может удлиняться на 5–10 дней и более. При этом снижается общая и продуктивная кустистость зерновых, зимостойкость озимых и многолетних трав, уменьшается доля зерна в общем урожае зерновых колосовых [2].

Результаты исследования и их обсуждение

Мониторинг агрохимического состояния почв в агрофирме «Сеченовская» проводится начиная с 1967 года. Результаты наблюдений показывают, что почвы имеют преимущественно слабокислую и близкую к нейтральной реакцию среды (рис. 1).

На основе проведенного анализа данных периодического агрохимического обследования сельскохозяйственных земель можно констатировать, что максимальная доля почв со средней степенью кислотности зафиксирована в 1984 году, в последующие годы их количество снижается. Группа почв со слабокислой средой имела наибольшее распространение в 1979 году, после чего их доля начала уменьшаться. Доля почв, характеризующихся близкой к нейтральной степенью кислотности, до 1998 года колебалась от 40 % и до полного отсутствия в 1979 и 1984 годах. Превысив 60 % в 1998 году, количество этих почв начало снижаться.

Почв с нейтральной степенью кислотности на протяжении всех лет практически не отмечается, только в 1989 году их количество достигло 2 %.

Анализ средневзвешенных показателей кислотности почв показывает, что кислотность с 1967 года стремительно возрастала, достигнув показателей $pH_{KCl} = 5,2$ в 1979 и 1984 годах, а с 1984 года реакция среды стала изменяться к среднекислой ($pH_{KCl} 5,5$) и в 1998 году была близка к нейтральной степени – $pH_{KCl} = 5,6$.

По данным агрохимических обследований значительная доля почв агрофирмы имеет среднее и повышенное содержание подвижного фосфора (рис. 2).

наблюдалось вовсе. Доля почв с высоким содержанием подвижного фосфора с 1967 года начала стремительно повышаться, только в 1993 году наблюдалось небольшое снижение, но потом почва пришла в первоначальное состояние. Почв с очень высоким содержанием было крайне мало, только в 1989 году их доля достигла максимальных значений.

При анализе средневзвешенного содержания подвижного фосфора в почвах хозяйства выявлено, что за период с 1967 года по 1989 год содержание фосфора увеличилось с 25 мг/кг до 150 мг/кг, в дальнейшем происходило снижение содержания фосфора до 120–130 мг/кг [3].

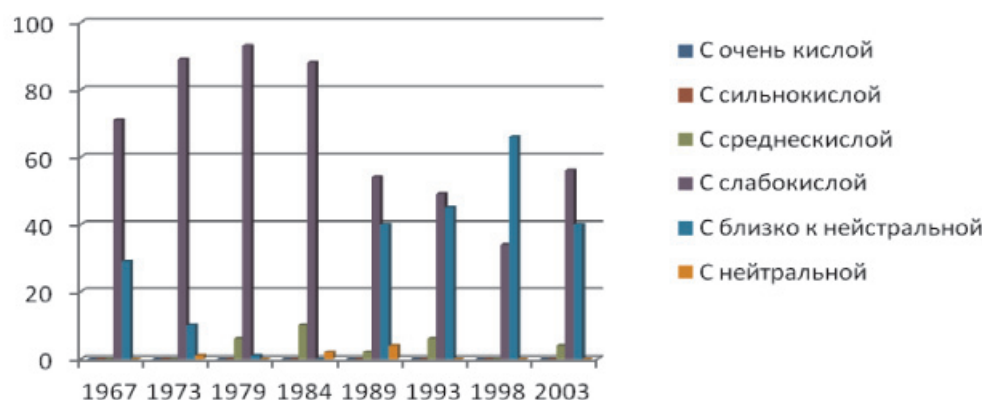


Рис. 1. Динамика групп по степени кислотности, % [3]

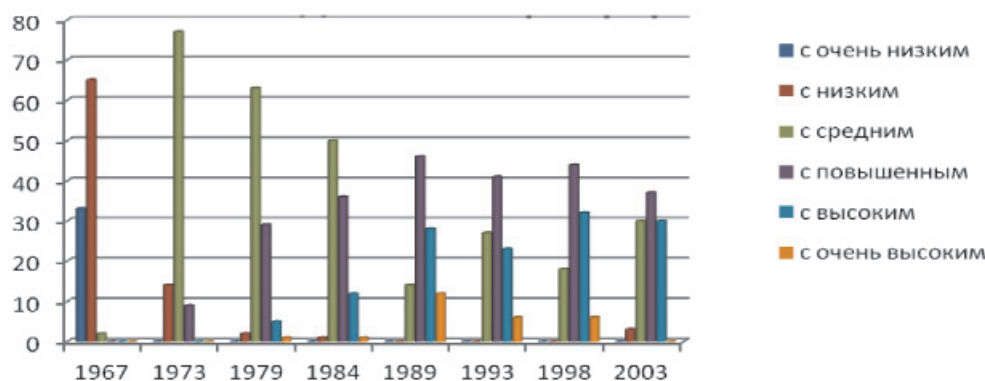


Рис. 2. Динамика групп по содержанию подвижного фосфора, % [3]

Почв с очень низким содержанием фосфора не наблюдается с 1967 года; значительно сократилась доля почв с низким содержанием. Максимальное количество почв со средним содержанием отмечено в 1973 году, после чего их доля начала падать. Количество почв с повышенным содержанием относительно стабильно по всем годам, только в 1967 году их не

В целях повышения качества почв в агрофирме «Сеченовская» разработаны и реализуются проекты внутрихозяйственного землеустройства, предусматривающие известкование среднекислых почв, фосфоритование почв с низким содержанием подвижного фосфора, поддержание баланса гумуса и организацию севооборотов. Проекты предусматривают, что при проведении

работ по известкованию и фосфорированию почв следует учитывать экологические ограничения, установленные государственными стандартами и санитарными нормами в отношении предельно допустимых уровней загрязнения почв тяжелыми металлами и другими токсичными элементами, присутствующими в известковых материалах и фосфоритной муке; сроки проведения работ, месторасположение мелиорируемых площадей и другие условия. В частности предусмотрено, что в случае применения извести и фосфоритной муки на одном поле работа должна быть организована таким образом, чтобы каждый из этих мелиорантов вносился в разные сроки или в разные слои почвы [5, 6, 7].

Проектами проектно-сметной документации по известкованию предусмотрено проведение известкования слабокислых почв на площади 150 га на участках 4 и 22.

В качестве мелиоранта планировалось использовать доломитовую муку, отвечающую требованиям государственного стандарта ГОСТ 14050-93 «Мука известняковая (доломитовая). Технические условия».

Доломит для получения муки добывается в Мадаевском карьере, расположенном в Починковском районе Нижегородской области, АДВ которого варьирует

от 66 до 67%. Дозы доломитовой муки были рассчитаны с учетом показателей кислотности, механического состава и типа почв, а также качества вносимых мелиорантов. Средняя доза в пересчете на CaCO_3 составила 5,1 т/га.

В соответствии с принятыми нормативами сдвига pH от 1 тонны CaCO_3 была рассчитана ожидаемая после известкования величина pH для почв участков, на которых осуществляются работы (табл. 1).

Рассчитано, что в результате реализации проекта, благодаря проведенным мероприятиям, кислотность почв должна снизиться до показателей, близких к нейтральным.

Также в рамках внутрихозяйственного землеустройства агрофирмы «Сеченовская» в 2008 году был реализован проект фосфоритования почв на 1, 3, 4 и 7 участках общей площадью 195 га. Средняя доза фосфоритной муки составляла 1,3 т/га.

В проект фосфоритования были включены почвы с низким и средним содержанием подвижного фосфора. Дозы фосфоритной муки рассчитаны с учетом показателей кислотности, подвижного фосфора и механического состава почв (табл. 2). В результате проведенных работ содержание фосфора должно соответствовать средним показателям (55–100 мг/кг).

Таблица 1

План известкования кислых почв на 2008 год [5]

Номер участка	Подлежит известкованию, га	Характеристика почвы					Норматив сдвига pH от 1 т CaCO_3	Доза мелиоранта, т/га		Требуется химического мелиоранта, т
		Тип почвы	Механический состав	Гумус, %	pH исходная	pH ожидаемая		CaCO_3	Физиологическая масса	
4	75,0	10	1	8,0	5,4	5,7	0,07	4,9	7,4	555
22	75,0	10	1	8,4	5,2	5,6	0,07	5,2	7,8	585
Итого	150,0					5,7		5,1	7,6	1140

Таблица 2

План фосфоритования почв на 2008 год [6]

Номер участка	Подлежит фосфоритованию, га	Характеристика почвы				Требуется фосфоритной муки, т	
		Тип почвы	Механический состав	pH	P_2O_5	На 1 га	всего
1	75	10	1	5,6	90	1,2	90,0
3	67	10	1	5,1	37	1,7	113,9
4	38	10	1	5,4	59	1,2	45,6
7	15	10	1	5,2	88	1,2	18,0
Итого	195					1,3	267,5

Таблица 3

Результаты проверки эффективности проекта известкования

Паспортизуемый участок известкования	Обменная кислотность pH_{KCl}		Ожидаемая pH_{KCl}	pH_{KCl} в 2009 году
	2003 год	2008 год		
4	5,4	5,4	5,7	5,3
22	5,5	5,2	5,6	5,0

После проведения работ, предусмотренных проектами, в 2009 году было проведено агрохимическое обследование всех сельскохозяйственных угодий. Исходя из результатов агрохимического обследования было выявлено, что реализация проекта привела к незначительному повышению уровня кислотности почв по сравнению с 2003 годом (табл. 3). Можно предположить, что неверно была рассчитана доза мелиоранта или при реализации проекта были допущены нарушения сроков и технологии проведения работ.

Агрохимическое обследование показало также результаты фосфоритования. Данные представлены в табл. 4.

Проведенный мониторинг показал неэффективность мероприятий фосфоритования на участках 1 и 7, в почвах которых произошло снижение содержания подвижного фосфора. На участках 3 и 4 результат положительный. Известно, что в соответствии с проектом на участке 4 также проводилось известкование [4]. Но, как показали данные мониторинга, изменение показателей кислотности произошло в сторону снижения pH_{KCl} и не соответствует планируемому результату.

Таблица 4

Результаты проверки эффективности проекта фосфоритования

Паспортизуемый участок известкования	Содержание подвижного фосфора в 2003 году, мг/кг	Содержание подвижного фосфора в 2008 году, мг/кг	Содержание подвижного фосфора в 2009 году, мг/кг
1	102	90	63
3	37	37	85
4	59	59	120
7	89	88	83

В процессе агрохимического мониторинга выявлен еще один вид деградации почвы – снижение плодородия. В результате применения минеральных удобрений (фосфорных и калийных) за период с 2009 по 2013 год зафиксировано изменение содержания питательных элементов в почве в лучшую сторону: содержание фосфора изменилось в среднем с 84 до 93 мг/кг, а содержание калия с 158 до 238 мг/кг. Но в то же время отмечено явно

выраженное уменьшение содержания гумуса: в 2009 году в среднем 7,4%, а в 2013 году 6,1%. На решение этой проблемы в агрофирме направлен ряд мероприятий, в первую очередь – внесение органических удобрений и засевание полей многолетними травами.

Выводы

В проведенном исследовании проанализирована динамика кислотности почв и содержания подвижного фосфора в почвах ООО «Агрофирма «Сеченовская» за период с 1967 года по 2003 год, а также изменение средневзвешенных показателей pH и подвижного фосфора за рассматриваемый период. Представлены содержание проекта известкования и фосфоритования почв агрофирмы, проводимого в 2008 г., а также ограничения, условия и необходимость его реализации. На основании результатов реализации проекта, полученных в ходе последующего агрохимического мониторинга всех почв на территории предприятия, дана оценка эффективности проведенных мероприятий.

Список литературы

1. Козлов А.В., Селищкая О.В. Значение микроорганизмов в поддержании устойчивости почв к воздействию антропогенных факторов // Вестник Мининского университета. – 2015. – № 3 (11). – С. 27.
2. Матюк Н.С., Беленков А.И., Мазиров М.А. и др. Экологическое земледелие с основами почвоведения и агрохимии. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2011. – 189 с.
3. Материалы агрохимического обследования сельскохозяйственных угодий ООО Агрофирмы «Сеченовская» Сеченовского района Нижегородской области. Государственный мониторинг. – Н. Новгород, 2003.
4. Материалы агрохимического обследования сельскохозяйственных угодий ООО Агрофирмы «Сеченовская» Сеченовского района Нижегородской области. Государственный мониторинг. – Н. Новгород, 2009.
5. Проектно-сметная документация на известкование кислых почв ООО Агрофирмы «Сеченовская» Сеченовского района Нижегородской области на 2008.
6. Проектно-сметная документация на фосфоритование бедных фосфором почв ООО Агрофирмы «Сеченовская» Сеченовского района Нижегородской области на 2008 г. (объем работ 120 га).
7. Проектно-сметная документация на фосфоритование бедных фосфором почв ООО Агрофирмы «Сеченовская» Сеченовского района Нижегородской области на 2008 г. (объем работ 150 га).
8. Уромова И.П. Агробиологическое и экологическое обоснование приемов возделывания картофеля, полученного методом апикальной меристемы, в условиях Волго-Вятского региона: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.09.09, 03.00.16 // Брянская государственная сельскохозяйственная академия. – Брянск, 2009. – 40 с.
9. Почвы, растительность и животный мир [Электронный ресурс] / Нижний Новгород и Нижегородская область – <http://www.nnobl.ru/география/почвы-растительность-и-животный-мир>.

УДК 631.5: 633.63

ИСПЫТАНИЯ СОРТОГИБРИДОВ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

¹Кулькеев Е.Е., ²Тайчибеков А.У., ²Кашкинбаева Л.Б., ²Шолпанкулова Г.А.

¹Жамбылский филиал ТОО «КазНИИЗиР», Бесагаш;

²Таразский государственный педагогический институт, Тараз, e-mail: tch_a_42@inbox.ru

Для увеличения посевных площадей сахарной свеклы в первую очередь необходимо обеспечить свеклосеющие хозяйства высококачественными семенами отечественной и зарубежной селекции с низкой себестоимостью. Результаты исследований показывают, что интенсивный прирост массы корнеплодов отмечается во втором вегетационном периоде. Наибольшие массы отмечены у гибрида Э-2244 на посевах с междурядьем 60 и 45 см соответственно 355,0 и 424,8 г. Наибольшая масса корнеплода набрав к уборке (01,10) вышеуказанных гибридов на посевах 60 и 45 см соответственно составила 573,7 и 671,7 г или на 20,0 и 40,5% больше от стандарта 60 и 45 см. Установлено, что при испытании различных сортогибридов при посеве сахарной свеклы с шириной междурядий 45 и 60 в результате выделились два образца сортогибридов Э-2244 и Э-2282 на посевах с междурядьем 60 и 45 см превышавшим по урожаю корнеплодов и по сбору сахара на 14,0 т/га (29,3%) – 2,38 т/га (32,0%) и 13,2 т/га (27,6%) – 2,19 т/га (29,4%) по сравнению со стандартом на посеве с междурядьем 60 см.

Ключевые слова: сахарная свекла, сорт, сортогибриды, способы посева, ширина междурядья, урожай, сахаристость

VARIETU TESTS HYBRIDS OF SUGAR BEET

¹Kulkeev E.E., ²Taichibekov A.U., ²Kashkinbaeva L.B., ²Sholpankulova G.A.

¹Zhambyl branch LLP «Kaz.SRIA and PC», Besagash;

²Tarazsky State Pedagogical Institute, Taraz, e-mail: tch_a_42@inbox.ru

To increase the acreage of sugar beet in the first place, it is necessary to provide high-quality seeds of sugar beet farm in domestic and foreign selection at low cost. Studies have shown that intense weight gain root vegetable is celebrated in the second growing season. The greatest weight were observed in hybrid E-2244 on crops with row spacings of 60 and 45 cm, respectively, 355,0 and 424,8 m. Maximum weight for harvesting root scored (01,10) above said hybrid on crops of 60 and 45 cm. Respectively was 573,7 and 671,7 m or 20,0 and 40,5% more than the standard 60 and 45 cm. It was found that when testing different sortogibridov at sowing of sugar beet with a width between rows 45 and 60 stood out as a result of two samples sortogibridov E-2244 and E-2282 on crops with row spacings of 60 and 45 sm exceed the harvest of root crops and sugar yield by 14,0 t/ha (29,3%) – 2,38 t/ha (32,0%) and 13,2 t/n (27,6%) – 2,19 t/ha (29,4%) on compared with the standard for seeding with 60 cm row spacing.

Keywords: sugar beet, varieties, hybrids, planting methods, aisle width, the crop, the sugar content

Время «универсальных» сортов прошло. «Разнообразие почвенно-климатических условий... новые экономические условия производства требуют создания модели агроэкоотипов сортов с конкретными параметрами селективируемых признаков и свойств, имеющих доминирующее значение в регионе их возделывания», – констатировал академик РАН А.А. Жученко [1].

Каждая зона характеризуется своими особенностями, и для каждой из них должны быть выявлены наиболее эффективные приемы агротехники обработки, посева и сроки, способы посева, уборки сахарной свеклы, обеспечивающие получение высоких урожаев при хорошем качестве корнеплодов [2, 3].

Производственная практика последних лет показывает, что на уровень урожайности и производства фабричной свеклы в республике влияет отсутствие семян собственного производства. Для увеличения посевных площадей под фабричную све-

клу необходимо обеспечить свеклосеющие хозяйства высококачественными семенами отечественной и зарубежной селекции с низкой себестоимостью.

Продуктивность по урожаю сахара с единицы площади лучших триплоидных гибридов, широко распространенных в производственных посевах многих зарубежных стран, в среднем на 8–10% выше продуктивности обычных диплоидных сортов, выращенных в тех же условиях [4].

На современном рынке семян гибридов сахарной свеклы на основе цитоплазматической мужской стерильности присутствуют диплоидные и триплоидные гибриды. Продуктивность многих из них превышает 60–70 т/га, поэтому они пользуются спросом [5].

Целью наших исследований было сравнение элементов продуктивности сортогибридов на посевах шириной междурядий 45 и 60 см и выявление лучших сортогибридов, превышающих стандарты по урожайности корнеплодов и сбору сахара.

Материалы и методы исследований

Исследования проводились на Жамбылском филиале ТОО «КазНИИЗиР» в 2012–2014 годах на лугово-сероземных почвах, содержащих в пахотном слое гумуса 1,21–1,46%, общего азота – 0,106–0,127%, а валового фосфора 0,135–0,153%, содержание нитратов (NO_3) 7,3–10,2; подвижного фосфора (P_2O_5) – 12,3–26,7 и обменного калия (K_2O) 250–360 мг/кг почвы.

Для испытания использовались селекции Талдыкорганского филиала ТОО «КазНИИЗиР» следующие сортогибриды сахарной свеклы ЦКаз МС – 44-стандарт, Э-2137, Э-2243, Э-2244, Э-2282 и Кыргызской селекции КО-70 (Кыргызская односемянная 70). Испытание сортогибридов проводили согласно общепринятой методике ВНИС [6].

Из-за ограниченности семян посев проводили ручным способом с междурядьем 60 и 45 см по предшественнику озимой пшеницы, идущей после сон. Учетная площадь деланки 10 м², в 3-кратной повторности.

Минеральные удобрения 70% рекомендованной дозы ($\text{N}_{180-200}$, P_{150} , K_{120}) вносили под зяблевую вспашку, азотные – весной под предпосевную обработку почвы, а остальную часть удобрений в подкормку. Междурядная обработка проводилась до смыкания листьев сахарной свеклы в междурядьях: 2 раза при ширине 45 см и 3 раза при 60 см.

По результатам исследований поддержана влажность почвы 70–60% от ППВ по периодам роста и развития растений за вегетационный период, получена схема полива 0(1)–3(4)–2 с оросительной нормой 4–5 тыс. м³/га.

Результаты исследований и их обсуждение

Динамика нарастания и накопления массы корнеплодов сортообразцов показала, что формирование густоты растений 5 штук на 1 метр длины рядка на посевах 45 см и гу-

стота растений уборки соответственно составили 68,0–70,0 и 88,0 – 90,5 тыс. растений на 1 га или на 20,0 тыс. растений с гектара больше, чем на посевах 60 см, а также на посевах с шириной междурядья 45 см больше накапливается урожай корнеплодов у всех сортообразцов сахарной свеклы (табл. 1).

Интенсивный прирост массы корнеплодов отмечается во втором вегетационном периоде. Наибольшие массы отмечены у гибрида Э-2244 на посевах с междурядьем 60 и 45 см соответственно 355,0 и 424,8 гр.

Наибольшая масса корнеплода, набрав к уборке (01,10) вышеуказанных гибридов на посевах 60 и 45 см соответственно составила 573,7 и 671,7 г или на 20,0 и 40,5% больше от стандарта 60 и 45 см. Масса корнеплодов у стандарта ЦКаз МС-44 на посевах с междурядьем 60 и 45 см составила – 699–632 г. Наибольшая масса корнеплодов отмечена у образца Э-2244 на посевах 60 и 45 см, 781 и 699 г. Соответственно средний урожай корнеплодов 53,7 и 61,8 т/га или прибавка урожая на 5,9 т/га (12,3%) и 6,7 т/га (12,2%), сбор сахара соответственно составил 8,42 и 9,82 т/га, а прибавка 0,98 (13,2%) и 1,8 т/га (13,6%) больше, чем от стандарта 60 и 45 см.

Здесь следует отметить, что посев на ширину междурядий 45 см по сравнению с 60 см на образце Э-2244 прибавка урожая корнеплодов и сбор сахара составили 14,0 (29,3%) и 2,38 т/га (32,0%) соответственно.

Таблица 1

Динамика нарастания массы корнеплодов (ц/га) сортогибридов сахарной свеклы в зависимости от способов в междурядьях (среднее за 2012–2014 гг.)

Наименование гибридов	Ширина междурядий, см	Густота раст. тыс шт./га	Дата взятия проб, ± динамика накопления								
			1.07	1.08	±, прирост	1.09	±, прирост	1.10	±, прирост	60 см	45 см
1. Г.ЦКаз МС – 44 (st)	60	68,4	168,3	328,3	160,0	422,7	94,4	478,1	55,4	–	–
	45	89,9	199,6	393,8	194,2	509,8	116,0	577,2	67,4	20,0	20,0
2. Э-2137	60	70,0	147,0	312,7	165,7	407,2	94,5	474,4	67,2	–	–
	45	99,5	146,6	347,6	201,0	461,6	114,0	543,1	81,5	13,6	–
3. Э-2243	60	70,0	172,2	340,2	168,0	434,7	94,5	511,3	76,6	7,0	–
	45	89,5	191,3	392,7	201,4	500,1	107,4	591,4	91,3	23,7	2,5
4. Э-2244	60	68,8	177,5	355,0	177,5	478,8	123,8	573,7	94,9	20,0	–
	45	88,5	207,1	424,8	217,7	565,5	140,7	671,7	106,2	40,5	16,4
5. Э-2282	60	68,9	157,1	332,8	175,7	448,5	115,7	557,0	78,5	16,5	–
	45	88,4	180,3	404,4	220,1	518,4	114,0	611,2	92,8	27,8	5,9
6. КО-70	60	69,5	166,8	326,9	160,0	411,1	84,3	469,4	58,3	–	–
	45	88,0	200,6	393,3	192,4	486,0	92,7	555,9	69,9	16,3	–

Затем следует сортогибрид Э-2282 на посевах с междурядьем 60 и 45 см средний урожай корнеплодов и сбор сахара получен 51,3–61,0 и 8,02–9,63 т/га, или прибавка урожая корнеплодов составила 13,2 и 5,9 т/га или 27,6 и 10,7%, а по сбору сахара 2,19 и 0,99 т/га или 29,4 и 11,5% по сравнению со стандартом на посевах с междурядьем по 45 см.

Урожайность отечественных и зарубежных сортогибридов сахарной свеклы в зависимости от ширины посева в междурядьях

(за 2012–2014 гг.) представлена в табл. 2. По данным табл. 2 видно, что наибольший заводской выход сахара наблюдается по сортообразцам Э-2244 и Э-2282 с междурядьем 45 см, где получено 73,7 и 72,5 ц/га соответственно или 33,9 и 32,3 %, больше, чем от стандарта на посевах с междурядьем 60 см, а на посевах с междурядьем 45 см по сравнению со стандартом на посевах 45 см, где получена прибавка сахара 9,9 и 8,7 ц/га, или 15,7 и 14,5 % соответственно.

Таблица 2

Урожайность и технологические качества сортогибридов сахарной свеклы в зависимости от ширины посева в междурядья (среднее за 2012–2014 гг.)

№ п/п	Сорто-гибриды	Ширина междурядий	Урожай, т/га	Сахаристость, %	Содержание золы, %	Выход		МБ-фактор	Заводской выход сахара, ц/га	± к ст., %
						патоки, кг	белого сахара, кг			
1	ЦКаз МС – 44 (st)	60	47,8	15,6	0,80	6,00	11,52	52,8	55,1	–
		45	55,1	15,3	0,73	5,47	11,57	48,4	63,8	16,6
2	Э-2137	60	47,6	15,5	0,77	5,77	11,63	50,0	55,3	0,4
		45	54,0	15,3	0,72	5,40	11,6	47,7	64,8	17,9/1,6
3	Э-2243	60	51,4	15,4	0,76	5,70	11,56	50,4	59,4	7,8/24,0/7,1
		45	58,3	15,4	0,72	5,40	11,71	47,7	68,3	27,0/7,1
4	Э-2244	60	53,7	15,7	0,72	5,40	12,01	47,6	64,5	17,1/1,1
		45	61,8	15,5	0,69	5,18	11,92	45,6	73,7	33,9/15,7
5	Э-2282	60	51,3	15,6	0,73	5,47	11,86	48,2	60,8	10,5/–
		45	61,0	15,5	0,68	5,10	11,95	44,9	72,5	32,3/14,5
6	КО-70	60	49,1	15,7	0,72	5,40	12,00	47,5	58,9	7,1/–
		45	56,8	15,4	0,69	5,17	11,82	45,6	67,1	22,0/5,2

Таблица 3

Продуктивность и технологические качества сортогибридов сахарной свеклы в зависимости от ширины посева в междурядья (среднее за 2012–2014 гг.)

№ п/п	Сортогибриды	Ширина междурядий, см.	Урожай, т/га	Сахаристость, %	Содержание золы, %	Выход		МБ-фактор	Заводской выход сахара, ц/га	± к ст., %
						Патоки, кг	Белого сахара, кг			
1	ЦКаз МС-44 (st.)	60	47,8	15,6	0,80	6,00	11,52	52,8	55,1	–
		45	55,1	15,3	0,73	5,47	11,57	48,4	63,8	16,6
2	Э-2137	60	47,6	15,5	0,77	5,77	11,63	50,0	55,3	0,4
		45	54,0	15,3	0,72	5,40	11,6	47,7	64,8	17,9/ 1,6
3	Э-2243	60	51,4	15,4	0,76	5,70	11,56	50,4	59,4	7,8/–
		45	58,3	15,4	0,72	5,40	11,71	47,7	68,3	24,0/ 7,1
4	Э-2244	60	53,7	15,7	0,72	5,40	12,01	47,6	64,5	17,1/ 1,1
		45	61,8	15,5	0,69	5,18	11,92	45,6	73,7	33,9/ 15,7
5	Э-2282	60	51,3	15,6	0,73	5,47	11,86	48,2	60,8	10,5/–
		45	61,0	15,5	0,68	5,10	11,95	44,9	72,5	32,3/ 14,5
6	КО-70	60	49,1	15,7	0,72	5,40	12,00	47,5	58,9	7,1/–
		45	56,8	15,4	0,69	5,17	11,82	45,6	67,1	22,0/ 5,2

Если сравнить заводской выход сахара, с посевов произведенных с междурядьем 60 см, то на выделившихся сортообразцах Э-2244 и Э-2282 прибавка урожая сахара составила 9,4 и 5,7 ц/га, или на 17,1 и 14,5 % больше, чем по сравнению к стандарту на посевах с междурядьем 60 см.

Выход белого сахара, по Е. Зоммеру, с увеличением площадь питания у сортообразцов на посевах шириной междурядий 60 см понижается, а на посевах 45 см выход сахара повышается (табл. 3).

Исследованиями установлено, что, изменяя химический состав корнеплодов сахарной свеклы с помощью различных селекционных и агротехнических приемов возделывания ее, можно снизить в них содержание вредных для сахарного производства веществ и таким образом можно сократить потери сахара при переработке свеклы (в основном за счет уменьшения выхода мелассы) и увеличить выход кристаллического сахара на заводах. Для технической оценки сахара свеклы пользовались показателем МБ фактора, отражающего выход мелассы при получении 100 кг белого сахара.

По оценке МБ-фактор повышается до 52,8 и 48,4 соответственно на посевах 60 и 45 см у стандарта, а на выше описанных сортообразцах (Э-22-44 и Э-2282) понижается соответственно до 47,6–45,6 и 48,2–44,9 кг мелассы на получение 100 кг белого сахара.

Это зависит главным образом от содержания зольных веществ корнеплодов

сахарной свеклы. Следует отметить, что на выделившихся сортообразцах меньше содержание зольных веществ 0,72–0,69 и 0,73–0,68 %, а у стандарта на посевах с междурядьях 60–45 см соответственно составило 0,80–0,73 %.

Выводы

Таким образом, результаты трехлетних исследований показали, что по урожайности выделились два образца сортогибридов Э-2244 и Э-2282 на посевах с междурядьями 60 и 45 см, превышающих по урожаю корнеплодов и по сбору сахара на 14,0 т/га (29,3 %) – 2,38 т/га (32,0 %) и 13,2 т/га (27,6 %) – 2,19 т/га (29,4 %) по сравнению со стандартом на посевах с междурядьем 60 и 45 см, где соответственно составил 6,7 т/га (12,2 %) – 1,18 т/га (13,6 %) и 5,9 т/га (10,7 %) – 0,99 т/га (11,5 %).

Список литературы

1. Жученко А. А. Адаптивная система селекции растений (эколого-генетические основы). В 2-х т. – М., 2001.
2. Илялетдинов Ш.Н., Мирзалиев К., Быков В.П. Продуктивность сортов сахарной свеклы в зависимости от густоты насаждения, ширина междурядий и сроков уборки // Вестник с-х науки Казахстана. – 1988. – № 12. – С. 33–36.
3. Методика исследований по сахарной свекле. – К.: ВНИС, 1986. – 292 с.
4. Турбин Н.В. Результаты станционных испытаний на продуктивность триплоидных гибридов сахарной свеклы – Н.В. Загрекова // Полиплоидная сахарная свекла. – Минск: Наука-техника. 1974. – С. 3–40.
5. Roik M.B. Sortovidnaya ta okhorona prav na sorti roslin – M.B. Roik, M.O. Korneva // Gibridi novogo pokolinnya buryaku tsukrovogo i ixnya u protsesi intesifikatsii galuzi. – 2006. – № 3. – Р. 33–39.

УДК 633.3:631.5

ИССЛЕДОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ ЛОМКОКОЛОСНИКА СИТНИКОВОГО ОТ СПОСОБА УБОРКИ И ОТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УДОБРЕНИЯ

Куспангалиева Х., Мухамбетов Б., Сагындыкова С.З.

*Атырауский государственный университет имени Х. Досмухамедова,
Атырау, e-mail: Sofiazul@mail.ru*

В статье приводятся данные урожайности сортов и популяций пастбищной массы ломкоколосника (*Psathyrostachys juncea* (Fischer) Nevski) ситникового в зависимости от способа посева, уборки и удобрения. Установлено, что питательная ценность ломкоколосников по содержанию кормовых единиц была высокой у всех изучаемых растений независимо от вида использования. Ломкоколосник ситниковый при улучшении естественных кормовых угодий позволит поднять продуктивность и снизить в кормах дефицит протеина. Прибавка сухой пастбищной массы получена при дозе 120 кг азотного удобрения внесенной совместно с фосфорным и калийным удобрением. Внесение азотных удобрений на посевы ломкоколосника ситникового значительно увеличивает урожайность пастбищной массы, но с учетом высокой стоимости удобрений предлагается в качестве органического удобрения использовать навоз.

Ключевые слова: ломкоколосник ситниковый, тарлау, пастбищная масса, удобрения

RESEARCH PSATHYROSTACHYS JUNCEA ON METHOD OF HARVESTING AND THE USE OF FERTILIZERS

Kuspangalieva Kh., Mukhambetov B., Sagyndykova S.Z.

Atyrau State University Kh. Dosmukhamedov, Atyrau, e-mail: Sofiazul@mail.ru

The article presents data yield varieties and pasture mass populations psathyrostachys juncea, depending on the method of sowing, harvesting and fertilizer. It is established that the nutritional value Lakokraska on the content of Psathyrostachys juncea (Fischer) Nevski feed units was high in all studied plants, regardless of use. Tarlau with the improvement of natural grassland will help to raise productivity and to reduce the deficit in feed protein. In the experiment, the increase of pasture dry mass obtained at the dose of 120 kg nitrogen fertilizer made in conjunction with phosphate and potash fertilizer. Bringing of nitric fertilizers on sowing of Tarlau considerably increases the productivity of pascual mass, but taking into account the high cost of fertilizers, it is suggested as an organic fertilizer to use manure.

Keywords: psathyrostachys juncea, Tarlan, pasture mass, fertilizers

В аридной зоне республики до последнего времени не практиковалось создание сеяных пастбищ. Для засушливых регионов отсутствовали культуры с чисто пастбищным назначением. Лишь в последние годы, после выдачи производству сортов ломкоколосника ситникового – *Psathyrostachys juncea* (Fischer) Nevski (казахское название – тарлау) Бозойский, Шортандинский, начали проводиться работы по созданию сеяных пастбищ на суходолах. Вместе с тем, делаются попытки подбора к ломкоколоснику достойного компонента, также обладающего долголетием, питательностью и высокой отавоспособностью.

В Канаде и Америке ломкоколосник ситниковый получил широкое распространение еще в сороковые годы прошлого столетия. По нему изучены технологические вопросы возделывания и использования пастбищ, подобраны культуры для совместного посева. В США и Канаде известны с десятков сортов тарлау – Виналл (Vinall),

Сауки (Sawki), Маяк (Majak), Кэбри (Cabree), Свифт (Swift), Бозойский селекционный (Bozoisky select). Родоначальником всех этих сортов кроме последнего, является дикорастущий тарлау.

Испытания в штатах Юта, Айдахо, Вайоминг показали, что наибольшей продуктивностью, солеустойчивостью отличался интродуцированный из Казахстана сорт тарлау Бозойский. В результате двукратного рекуррентного отбора по продуктивности в условиях США получен сорт Bozoisky Select –превосходящий по продуктивности стандарт на 2-м и 3-м годах жизни на 23 % [5, 8, 9].

В Казахстане Э.Л. Бекмухамедова и др. проводили ряд исследований ломкоколосника ситникового (тарлау), а также обобщили все материалы по этой культуре, как казахских, так и зарубежных ученых [2, 3].

Kiicher M.R., Clark K.W., Heinrichs D.H. в условиях полузасушливых прерий Свифт Карренте, провинция Саскачеван, провели

исследования по подбору оптимальной злаково-бобовой травосмеси. Причем бобовая культура люцерны сорта Рамблер во всех смесях высевалась с двумя злаками в различных сочетаниях — ломкоколосником, пыреем гребенчатым, средним и прибрежным. Авторы считают, что люцерна страдала от обоих злаков и особенно ощутимо от ломкоколосника и пырея прибрежного. Менее конкурентным был пырей средний. Люцерну высевали поперек рядков злаков с междурядьем 61 см с нормой высева 2,2 кг/га, злаки — 4,4 кг/га. Урожайность пастбищной массы определили со второго года жизни. В течение пяти лет из восьми удавалось производить по два укоса за сезон. Самая высокая урожайность отмечена на 2-м году жизни, которая равняется урожайности последующих семи лет. Высокому урожаю способствуют обильные осадки. Авторы делают предположение, что люцерна, возможно, будет дольше оставаться в травостое, если ее высевать с одной злаковой культурой. Поэтому авторы считают, что ломкоколосник настолько конкурирует с люцерной, что представляется неразумным вводить в травосмесь еще один злак [10].

Писарева З.С. после испытания коллекции кормовых культур приходит к выводу, что ломкоколосник ситниковый в отличие от других пастбищных видов хорошо переносит суровые малоснежные зимы Забайкалья, а по содержанию протеина близок к бобовым культурам [6]. Е.В. Колесникова указывает, что ломкоколосник ситниковый под номером К-1476 оказался более урожайным (на 33 %) по сравнению с образцом К-1241. По содержанию сырого протеина в сене ломкоколосник ситниковый был предпочтительнее костра прямого, пырея среднего, житняков ширококолосого и узкоколосого и превышал их по выходу сена соответственно на 18, 40, 54, 18 %. В ломкоколоснике ситниковом содержание сырого протеина составило — 17,9 %. Ломкоколосник ситниковый нетребователен к почвам, в природных условиях он встречается на щебенистых и солонцеватых почвах. Это растение озимого типа. Плодоносящие побеги образуются на втором году жизни и то в очень малых количествах. Весной отращивание начинается во второй декаде апреля, колошение приходится на конец мая — начало июня, цветение — на конец второй — начало третьей декады июня. Семена созревают в первой половине июля. После укоса быстро отрастает при выпадении хотя бы небольшого количества осадков. Замечено,

что в течение суток растения отрастали на 5–6 см (на лимане). При скашивании в фазе трубкования 1 июня в 12 часов дня растения через два часа после укоса отросли на 3 мм. Он имеет высокую облиственность за счет листьев на укороченных вегетативных побегах. Семена его можно получать с одного и того же поля ежегодно в течение ряда лет. Так, в опытных посевах, где ломкоколосник был высеян с междурядьем 30 см в течение трех лет, начиная со второго года жизни были получены семена: 29, 33, 135, 47, 13, 20 и 57 г/м². При уборке на сено (июнь) или на семена (июль) ломкоколосник обеспечивает одну отаву, с урожайностью ниже основного укоса на 50 %. При скашивании же в более ранние фазы развития (середина мая) имитация пастбы — он обеспечивает 2–3 отавы. Так, на втором году жизни его урожай (31 мая) составил — 40,7, отава 1 (25 июня) — 11,0, отава 2 (8 сентября) — 14,7 ц/га зеленой массы, что в процентном выражении составило 27 и 36 % от основного укоса. А всего за три укоса получено 66,4 ц/га зеленой массы. Многие ученые считают, что лучший срок посева ломкоколосника ситникового — весенний, хотя при этом предупреждают, что всходы могут сильно повредиться вредителями и механически в период ветровой эрозии. Более поздние сроки сева связаны с риском попадания всходов в засушливый период [4, 7].

Недостатком ломкоколосника ситникового является осыпаемость семян. Несмотря на указанные недостатки, авторы считают, что внедрение ломкоколосника ситникового позволит в некоторой степени разрешить вопрос обеспечения животноводства пастбищными кормами в весенний, а также в осенний период, когда особо ощущается недостаток пастбищного корма.

Материалы и методы исследования

Объектом исследования служили сорта ломкоколосника ситникового Бозойский, Шортандинский и 2 популяции Актыбинской области и Алтайского края. Удобрения $N_{30} P_{30} N_{60} P_{30} N_{90} P_{30} N_{60+60} P_{30} K_{30}$; $N_{60+60} P_{30+30} K_{30}$; НСР 0,95 т/га.

Основным способом посева считается беспосевный, широкорядный посев. Норму высева следует устанавливать из расчета 4 млн всхожих семян на га, что в весовом отношении 10 кг или 60 шт. на один погонный метр. Из приемов ухода за семенным травостоем этого злака на втором году жизни посевы обрабатывают орудием БИГ-3 вдоль рядков. По мере появления сорняков проводят междурядную обработку.

Спелость семян ломкоколосника определяли ударом колосьев о ладонь, если при этом осыпаются семена, то следует приступать к уборке. Почва опытного участка — выщелоченный, маломощный, малогумусный

чернозем, почва малощебнистая. Содержание P_2O_5 и NO_3 низкое, в среднем соответственно составляло 2,7 и 1,5; содержание K_2O , среднее – 5 мг на 100 г почвы.

Опыты закладывались по пару, под предпосевную обработку вносили $N_{30} P_{120} K_{60}$. Посев провели в 3-й декаде мая. Норма высева – 2 млн всхожих семян на га, глубина посева 2–3 см. Почвы ежегодно весной подкармливали удобрениями в норме $N_{90} P_{60}$. За период апрель–сентябрь при среднемноголетнем показателе 344 мм выпадало 56,6–69,2% осадков. Сумма эффективных температур (свыше 5 °C) за период исследований была в пределах 2047–2186 С.

Учет зимостойкости сортов после 1-й перезимовки показал, что сорта ломкоколосника хорошо перенесли зиму, сохранность приблизительно 95,0–97,6%. В последующие годы жизни выпадение растений из травостоя не наблюдалось.

Удобрения на посевы ломкоколосника ситникового вносились со второго года жизни. Посевы ломкоколосника проведены с междурядьем 60 см и с нормой высева 2 млн всхожих семян на га. Изучались дозы азотного удобрения от 30 до 120 кг на фоне фосфорного 30 и 60 кг д.в. на га. Удобрения вносили в подзимний период и далее в таких же дозах ежегодно, в течение трех лет. Поливы посевов ломкоколосника проводили осенью и весной в фазе начала выхода в трубку, что календарно приходилось на первую декаду мая. В вариантах 6 и 7 азотные и фосфорные (вариант 7) вносились поздно осенью и рано весной. Учет урожая пастбищной массы проводили в период цветения ломкоколосника ситникового с 3-го года жизни, в течение трех лет. За летне-осенний период, на участках, где проводилось скашивание травостоя, отрастала отава, которую учитывали осенью.

Результаты исследования и их обсуждение

В посевах кусты тарлау намного мощнее и превосходят своих диких сородичей по всем показателям: высоте стеблей, длине колоса. В результате исследований по интродуцированию тарлау приходим к выводу, что это растение в культуре отличается высокой засухоустойчивостью и урожайностью. По содержанию протеина и белков тарлау относится к травам высокой питательности (А.А. Абдрашитова) [1].

В результате экспериментов получена следующая урожайность сортов и экотипов ломкоколосника ситникового при пастбищном и сенокосном использовании (табл. 1).

При пастбищном использовании (имитация пастбищного использования) урожайность сухого корма по изучаемым сортам и экотипам составила от 11,8 до 24,1 ц/га; при сенокосном при двух укосах соответственно от 20,2 до 42,7 ц/га.

Со второго года пользования сорт ломкоколосника Бозойский независимо от вида использования травостоя статистически достоверно превышает по урожаю сухой массы сорт Шортандинский и две популяции.

Питательная ценность ломкоколосников по содержанию кормовых единиц была высокой у всех изучаемых растений независимо от вида использования (табл. 2).

Таблица 1
Урожайность сортов и популяций ломкоколосника ситникового
в зависимости от способа уборки, ц/га

Сорта и популяции	Пастбищное использование				Сенокосное использование		
	годы жизни			среднее	годы жизни		среднее
	2-й	3-й	4-й		2-й	3-й	
Бозойский	16,5	20,7	24,3	20,5	26,5	42,7	34,6
Шортандинский	11,7	13,9	17,6	14,4	20,2	25,5	22,85
Актюбинский	17,5	17,5	18,2	17,7	24,1	36,8	30,45
Алтайский	19,1	13,9	19,0	17,3	23,4	28,5	25,9
НСР 0,95кг/га	1,81	2,89	4,52		4,01	5,16	

Таблица 2
Питательная и кормовая ценность сортов ломкоколосника,
в зависимости от вида использования (на сухое вещество)

Сорта и популяции	Сырой протеин, % Кормовые единицы, в кг							
	Годы жизни							
	2-й		3-й		2-й		3-й	
	2-й	3-й	2-й	3-й	2-й	3-й	2-й	3-й
Бозойский	20,13	16,66	24,15	19,61	0,73	0,69	0,73	0,69
Шортандинский	20,18	17,73	22,08	19,62	0,73	0,69	0,72	0,68
Актюбинский	19,34	16,79	22,16	19,01	0,73	0,69	0,72	0,68
Алтайский	20,53	18,37	23,34	19,29	0,74	0,63	0,72	0,70

Кормовая масса ломкоколосников богата также фосфором. Содержание его при пастбищном использовании по годам пользования составило: 2-й год – 0,19–0,21, 3-й год – 0,25%; при сенокосном – соответственно – 0,17% и в отаве – 0,25–0,28%. Соотношение фосфора к кальцию у травостоя ломкоколосников благоприятное – 1:2, и только при скашивании в фазу цветения соотношение меняется до 1:3.

В целом ломкоколосник ситниковый при улучшении естественных кормовых угодий позволит поднять продуктивность и снизить в кормах дефицит протеина.

Далее изучалось влияние удобрений на посевы культур ломкоколосника ситникового. В табл. 3 и 4 приведен урожайность ломкоколосника ситникового в зависимости от применения удобрений.

Таблица 3

Урожайность пастбищной массы ломкоколосника ситникового в зависимости из расчета удобрений т/га, Атырауская область)

Удобрения	Годы жизни			Среднее		Прибавка	
	1-й	2-й	3-й	т/га	в.т.ч. % – отавы	т/га	%
Контроль, без удобрений	<u>7,54</u> 2,10	<u>8,32</u> 2,37	<u>8,21</u> 2,26	<u>8,02</u> 2,34	<u>19,4</u> 24,1		
Навоз – 40 т/га	<u>8,24</u> 2,30	<u>9,49</u> 2,67	<u>9,41</u> 2,62	<u>8,70</u> 2,50	<u>18,5</u> 21,0	<u>0,90</u> 0,26	<u>11,5</u> 11,01
N ₃₀ P ₃₀	<u>8,18</u> 2,28	<u>8,82</u> 2,30	<u>9,79</u> 2,71	<u>8,93</u> 2,43	<u>19,01</u> 22,0	<u>1,08</u> 0,24	<u>13,6</u> 13,1
N ₆₀ P ₃₀	<u>8,45</u> 2,33	<u>8,971</u> 2,81	<u>9,70</u> 2,74	<u>9,04</u> 2,62	<u>19,01</u> 24,1	<u>1,30</u> 0,32	<u>16,5</u> 16,2
N ₉₀ P ₃₀	<u>8,74</u> 2,42	<u>10,15</u> 2,91	<u>10,30</u> 2,87	<u>9,39</u> 2,73	<u>19,8</u> 24,0	<u>1,61</u> 0,40	<u>20,3</u> 21,4
N ₆₀₊₆₀ P ₃₀ K ₃₀	<u>8,74</u> 2,42	<u>10,40</u> 2,85	<u>10,41</u> 2,81	<u>9,85</u> 2,69	<u>18,8</u> 24,3	<u>1,81</u> 0,58	<u>23,8</u> 23,6
N ₆₀₊₆₀ P ₃₀₊₃₀ K ₃₀	<u>8,74</u> 2,42	<u>10,71</u> 3,05	<u>10,63</u> 3,08	<u>10,02</u> 2,85	<u>20,04</u> 24,5	<u>2,31</u> 0,64	<u>28,2</u> 29,2
НСП 0,95т/га	<u>0,63</u> –	<u>0,70</u> –	<u>0,91</u> –				

Примечание. В числителе урожайность – зеленой, в знаменателе – сухой пастбищной массы.

Таблица 4

Урожайность пастбищной массы ломкоколосника ситникового в зависимости из расчета удобрений т/га

Удобрения	Годы жизни			Среднее		Прибавка	
	1-й	2-й	3-й	т/га	в.т.ч. % – отавы	т/га	%
Контроль, без удобрений	<u>8,39</u> 2,39	<u>8,61</u> 2,45	<u>9,05</u> 2,35	<u>8,68</u> 2,46	<u>19,5</u> 23,1		
Навоз – 40 т/га	<u>8,24</u> 2,30	<u>9,49</u> 2,64	<u>9,79</u> 2,74	<u>9,45</u> 2,66	<u>23,1</u> 23,5	<u>0,03</u> 0,22	<u>8,6</u> 8,8
N ₃₀ P ₃₀	<u>9,09</u> 2,60	<u>9,61</u> 2,75	<u>9,80</u> 2,79	<u>9,58</u> 2,72	<u>23,5</u> 23,6	<u>0,90</u> 0,27	<u>10,0</u> 10,1
N ₆₀ P ₃₀	<u>9,63</u> 2,75	<u>9,83</u> 2,84	<u>10,29</u> 2,89	<u>9,91</u> 2,82	<u>24,0</u> 24,5	<u>1,26</u> 0,37	<u>14,6</u> 14,8
N ₉₀ P ₃₀	<u>9,90</u> 2,81	<u>10,19</u> 2,89	<u>10,82</u> 3,03	<u>10,31</u> 2,92	<u>24,1</u> 24,8	<u>1,58</u> 0,46	<u>18,2</u> 18,5
N ₆₀₊₆₀ P ₃₀ K ₃₀	<u>10,16</u> 2,89	<u>10,52</u> 2,98	<u>11,40</u> 3,22	<u>10,69</u> 3,03	<u>24,5</u> 24,8	<u>1,99</u> 0,58	<u>22,9</u> 23,0
N ₆₀₊₆₀ P ₃₀₊₃₀ K ₃₀	<u>10,61</u> 2,99	<u>10,74</u> 3,08	<u>11,82</u> 3,32	<u>11,05</u> 31,3	<u>20,8</u> 26,0	<u>2,32</u> 0,68	<u>26,8</u> 26,9
НСП 0,95т/га	<u>0,59</u> –	<u>0,76</u> –	<u>0,83</u> –				

Примечание. В числителе урожайность – зеленой, в знаменателе – сухой пастбищной массы.

В опыте уже на первом году учета урожайности пастбищной массы ломкоколосника выявлено положительное воздействие удобрений.

Вариант с навозом имел достоверную прибавку в обоих посевах. Так, урожай зеленой пастбищной массы в посевах составлял 6,84 и 6,53, а совместно с отавой – 8,25 и 8,32 т/га, тогда как на контрольном варианте без удобрений также вместе с отавой соответственно – 7,55 и 7,79 т/га. Низкая доза минерального удобрения – $N_{30}P_{30}$ имела показатель прибавки на уровне с навозом.

Общий урожай пастбищной массы с отавой этого варианта в посевах в течение трех лет составил 8,18; 8,83 и 9,79 т/га. Эти показатели превышают контрольный вариант и их прибавка достоверна с учетом наименьшей существенной разницы. Как и ожидалось, наибольшая прибавка урожая пастбищной массы отмечена при внесении высокой дозы азотного удобрения из расчета – 90 и 120 кг д.в. на га. Здесь особо следует выделить дробное внесение аммиачной селитры – весной и осенью. Средний урожай пастбищной массы в посеве за три года в среднем составил 9,85 и 10,02 т/га соответственно – 10,31 и 10,69 т/га. Если сравнивать между собой эти два варианта, где в последнем суперфосфат вносился в дозе 60 кг д.в. и также дробно, то превышение второго над первым находится ниже уровня достоверности. Также высокую прибавку урожая пастбищной массы имеет вариант, где на фоне суперфосфата вносилось 90 кг д.в. азотного удобрения. Прибавка в среднем по опытам составила – 1,61 и 1,58 т/га.

Как было отмечено, в осенний период до полива и осеннего внесения удобрений провели учет отросшей отавы. Средняя масса отавы составила 1,65–2,30 т/га и в процентном выражении составляла 20–25 %. Там, где наблюдалась высокая урожайность основного травостоя пастбищной массы, там же имели более высокий урожай отавы.

В среднем внесение органического удобрения 40 т/га уже на 1-м году учета обеспечивает незначительную достоверную прибавку. Далее по годам прибавка увеличивается, и средний ее показатель за три года составил, 0,26 и 0,22 т/га.

Минеральные удобрения – аммиачная селитра, суперфосфат также обеспечивают

прибавку, и ее величина полностью зависит от дозы удобрений. Так, вариант, где использовались азотно-фосфорные удобрения в дозах 30 кг д.в./га в среднем за три года обеспечивали прибавку 0,32 и 0,25 т/га сухой пастбищной массы. Далее, с увеличением дозы азотного удобрения соответственно увеличивается прибавка. Максимальная прибавка сухой пастбищной массы получена при дозе 120 кг азотного удобрения, внесенной совместно с фосфорным и калийным удобрением. Дробное осенне-весеннее внесение имело прибавку 0,50 и 0,58 т/га. Также дробное внесение фосфорного удобрения по 30 кг осенью и весной несколько увеличивает массу прибавки 0,64 и 0,68 т/га.

Анализируя полученные данные, убеждаемся, что внесение азотных удобрений на посевы ломкоколосника ситникового значительно увеличивает урожайность пастбищной массы, но с учетом высокой стоимости удобрений предлагается в качестве органического удобрения использовать навоз.

Список литературы

1. Абдрашитова М.М. Перспективные дикие кормовые злаки. – Алма-Ата.: Тр.ин-та Казах.СХИ, 1960. – Т. 8 – С. 162–168.
2. Бекмухамедов Э.Л., Арыстангулов С.С., Бекмухамедов Н.Э. Тарлау (ломкоколосник ситниковый). – Алматы: Изд-во ТОО «Толғанай», 2010. – 291с.
3. Бекмухамедов Э.Л., Арыстанкулов С.С., Куспаналиева Х., Бекмухамедов Н.Э. Тарлау (ломкоколосник ситниковый). – Алматы: Изд-во ТОО «Толғанай», 2010. – 390 с.
4. Колесникова Е.В. К вопросу семеноводства волоснеца ситникового // Селекция, семеноводство и агротехника полевых культур. – Целиноград, 1974. – С. 124–130.
5. Колесникова Е.В. Многолетние злаковые травы и их селекция на севере Казахстана // Селекция полевых трав в северном Казахстане. – Целиноград: Изд-во ВО ВАСХНИЛ, Всесоюз. НИИ зернового хоз-ва, 1979. – С. 51–58.
6. Писарева З.С. Результаты сортоиспытания волоснеца ситникового // Повышение эффективности земледелия в Забайкалье: сб. – Чита: ЗабНИТИОМС, 1981. – С. 68–71.
7. Постоялков К.Д., Колесникова Е.В. Новые кормовые травы для севера Казахстана // Доклады ВАСХНИЛ. – 1972. – № 10. – С. 4–5.
8. Asay K., Dewey D., Gomm F. Registration of «Bozoiskys-Select» Russian wild rye // Crop.Sci. – 1985. – Vol. 25, № 3. – P. 575–576.
9. Asay K., Johnson D.A., Screening for unproved stand establishment in Russian VV; Id rgegrass // Canad J. Plant. Sci. – 1980. – Vol. 60, № 4. – P. 1171–1177.
10. Kiicher M.R., Clark K.W., Heinrichs D.H. Dryland grass-alfalfa mixture yields and influence of associates on one another // Canad. J.Plant Sci. – 1966. – Vol. 46. – № 3 – P. 279–284.

УДК 631.872:635.21

ВИДОВОЙ СОСТАВ СОРНЫХ РАСТЕНИЙ ПОСЕВОВ ОСНОВНЫХ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР В ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЕ ЧЕЧЕНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

Макаева А.З., Оказова З.П.*Чеченский государственный педагогический университет, Грозный, e-mail: okazarina73@mail.ru*

Изучение видового состава сорной растительности – один из элементов системы мероприятий по защите посевов от сорняков. Целью работы явилось уточнение видового состава сорной растительности посевов основных полевых культур (кукуруза, картофель, озимая пшеница) для совершенствования мер борьбы с ними. Исследование проводилось в лесостепной зоне Чеченской Республики. Анализ флористического состава сорной растительности осуществлялся общепринятыми методами. Основными сорными растениями посевов полевых культур являются: галинсога мелкоцветная, горец вьюнковый, марь белая, амброзия полыннолистная, просо куриное, василек синий, мак самосейка, подмаренник цепкий, бодяк полевой, дрема белая, осот полевой, пастушья сумка, ваточник сирийский. Основная часть из зарегистрированных видов сорных растений – малолетние (60%), из которых 40,5% – ранние яровые и зимующие.

Ключевые слова: сорная растительность, озимая пшеница, картофель, кукуруза, видовой состав, маршрутный метод

THE SPECIES COMPOSITION OF WEEDS OF CROPS MAJOR FIELD CROPS IN THE FOREST-STEPPE ZONE OF THE CHECHEN REPUBLIC

Makaeva A.Z., Okazova Z.P.*Chechen State Pedagogical University, Grozny, e-mail: okazarina73@mail.ru*

The study of species structure of weed vegetation is one of the elements of the system of measures for the protection of crops from weeds. The aim of this work is to clarify the species composition of weed vegetation of crops major field crops (corn, potatoes, winter wheat) to improve measures to combat them. The study was conducted in the forest-steppe zone of the Chechen Republic. Analysis of the floristic composition of weeds was carried out by standard methods. The main weeds of field crops are: galinsoga dribnokvitkovi, Highlander vukovij, white pigweed, common ragweed, millet, chicken, cornflower blue, poppy rheas, cleavers, Thistle field, dreamer white, field sow Thistle, shepherd's purse, asclepias syriaca. The main part of the registered species of weeds are young (60%), of which 40,5 per cent – wintering and early spring. The proportion of late summer crops – at 5,8%.

Keywords: weeds, winter wheat, potatoes, corn, species composition, and the route method

Основная задача сельскохозяйственного производства – получение экологически безопасной продукции. В последнее время существенно ухудшилось фитосанитарное состояние агроценозов. Лидирующий фактор, который вызывает наибольшие потери урожая и снижение качества продукции, – засоренность посевов. Произрастание сорной растительности в посевах полевых культур объясняет потери 25% урожая растениеводческой продукции. Ежегодные потенциальные потери урожая зерновых культур составляют в целом 20–25%, пропашных до 50% и более [1, 3].

Разработка принципиально отличающегося подхода к организации мероприятий по защите сельскохозяйственных культур от сорной растительности с учетом ресурсного обеспечения предприятий заняла одно из лидирующих мест в сельскохозяйственных исследованиях.

Существовавшие системы защиты растений в последнее время практически не применяются, что связано с экономическими причинами, достаточно высокой эко-

гической опасностью применяемых ранее средств уничтожения сорной растительности. Необходимо отметить расширение ареала сорных растений, что связано с возрастающей вредоносностью сорнополевого компонента. Кроме того, появилась проблема появления и распространения в агроценозах полевых культур новых видов сорных растений, которые устойчивы и конкурентоспособны и наносят народному хозяйству огромный ущерб, связанный с вынужденным повышением доз гербицидов и выражающийся дополнительными экономическими затратами, ухудшением экономической и социальной обстановки. Увеличение пестицидной нагрузки на агроценоз объясняется миграцией пестицидов с мест применения и аккумуляции их остатков в цепях питания биоты. Для снижения экологической напряженности целесообразно расширение ассортимента гербицидов посредством применения экологически безопасных препаратов с меньшими нормами расхода и большей селективностью [4].

Цель исследований – уточнение видового состава сорной растительности посевов основных полевых культур для совершенствования мер борьбы с ними.

Анализ засоренности проведен по результатам обследования посевов полевых культур, оно проводилось на площади около 200 га в лесостепной зоне Чеченской Республики.

Объект исследования – агроценоз полевых культур в лесостепной зоне Чеченской Республики.

Территория предгорий Северного Кавказа отличается большим разнообразием природных условий.

Условия для выращивания сельскохозяйственных культур по мере перехода из одной зоны в другую заметно меняются, что объясняется географическим положением и геоморфологическими особенностями каждой природной зоны.

Видовой состав и распространенность сорных растений изучали путем проведения обследований в хозяйствах с использованием «Методических указаний по учету и картированию засоренности полей», «Инструкции по определению засоренности полей, многолетних насаждений, культурных сенокосов и пастбищ».

Обследования выполнялись маршрутным методом, путем прохода по диагонали поля, накладки учетной рамки 1 м² через равные расстояния, подсчета количества сорных растений по всем видам.

В ходе проведения обследований установлено следующее.

Видовой состав сорной растительности в посевах озимой пшеницы имеет тенденцию к значительному расширению – появились виды дрема белая, ваточник сирийский [2, 5].

Большинство из определенных видов составили малолетние (60,0%), в числе которых 40,5% – ранние яровые и зимующие. Доля поздних яровых – 10,0%. Для ранних яровых и зимующих сорных растений в посевах озимой пшеницы созданы оптимальные условия для роста и развития. В период вегетации озимой пшеницы чаще всего встречались просо куриное (10,0%), мак самосейка (5,9%), марь белая (4,5%), амброзия полыннолистная (5,8%), пастушья сумка (4,8%), вьюнок полевой (4,6%), галинсога мелкоцветная (3,0%), марь белая (4,5%), мелколестник канадский (5,6%), канатник Теофраста (3,7%), дрема белая (7,6%) (табл. 1).

Таблица 1

Встречаемость сорных растений в посевах озимой пшеницы

Название сорного растения		Встречаемость, %
русское	латинское	
1	2	3
Малолетние, яровые ранние		
Галинсога мелкоцветная	<i>Galinsoga parviflora</i> (Cov.)	3,0
Горец вьюнковый	<i>Poligonum convolvulus</i> (L.)	2,1
Марь белая	<i>Chenopodium album</i> (L.)	4,5
Лебеда обыкновенная	<i>Atriplex calotheca</i> (Rafn) Fries	3,5
Ромашка душистая	<i>Digitaria sanguinalis</i> (L.)	3,5
Малолетние яровые средние		
Амброзия полыннолистная	<i>Ambrosia artemisifolia</i> (L.)	5,8
Канатник Теофраста	<i>Abutilon theophrasti</i> (Medik.)	3,7
Малолетние яровые поздние		
Просо куриное	<i>Panicum capillare</i> (L.)	10,0
Малолетние, зимующие		
Василек синий	<i>Centaurea cyanus</i> (L.)	2,3
Куколь обыкновенный	<i>Agrostemma githago</i> (L.)	1,2
Мак самосейка	<i>Papaver rhoeas</i> (L.)	5,9
Мелколестник канадский	<i>Erigeron canadensis</i> (L.)	5,6
Пастушья сумка	<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.)	3,8
Ярутка полевая	<i>Thlaspi arvense</i> (L.)	3,6
Многолетние, корнеотпрысковые		
Вьюнок полевой	<i>Convolvulus arvensis</i> (L.)	8,8
Бодяк полевой	<i>Girsium arvensis</i> (L.)	3,5

Окончание табл. 1

1	2	3
Многолетние, стержнекорневые		
Дрема белая	<i>Melandrium album</i> (L.)	7,6
Щавель конский	<i>Rumex confertus</i> (Wild.)	2,0
Многолетние, корневищные		
Топинамбур	<i>Helianthus tuberosus</i> (L.)	3,0
ПРОЧИЕ		14,6

Примечание. Засоренность посевов озимой пшеницы 10–460 шт./м².



Рис. 1. Соотношение сорных растений в посевах озимой пшеницы

В посевах озимой пшеницы малолетние сорные растения в среднем составляли 60,0%, а многолетние – 25,8% (рис. 1).

По биологическим группам в посевах озимой пшеницы 60,5% малолетних сорняков и 24,9% многолетних, засоренность составила 10–460 шт./м².

В посадках картофеля малолетние сорные растения составили 69,1%, доля ранних яровых и зимующих 31,8%. Доля поздних яровых – 23,4%. В период вегетации картофеля встречались просо куриное (12,1%), мак самосейка (1,8%), марь белая (5,3%), амброзия полыннолистная (6,5%), амброзия трехраздельная (2,8%), пастушья сумка (3,1%), вьюнок полевой (1,6%), осот полевой (3,7%), галинсога мелкоцветная (8,6%), мелколепестник

канадский (2,5%), канатник Теофраста (4,6%), дрема белая (3,5%) (табл. 2).

По биологическим группам в посадках картофеля 69,1% малолетних сорняков и 18,1% многолетних, засоренность составила 15–680 шт./м².

В посевах рапса малолетние сорные растения составили 62%, доля ранних яровых и зимующих 31,3%. Доля поздних яровых – 18,9%. В период вегетации рапса встречались просо куриное – 7,7%, вероника плющелистная – 2,7%, марь белая – 6,4%, амброзия полыннолистная – 4,8%, амброзия трехраздельная – 3,6%, пастушья сумка – 3,9%, вьюнок полевой – 3,5%, осот полевой – 4,3%, галинсога мелкоцветная – 5,9%, мелколепестник канадский – 2,5%, канатник Теофраста – 4,6%, дрема белая – 3,7% (табл. 3).

Таблица 2

Встречаемость сорных растений в посадках картофеля

Название сорного растения		Встречаемость, %
русское	латинское	
Малолетние, яровые ранние		
Галинсога мелкоцветная	<i>Galinsoga parviflora</i> (Cov.)	8,6
Марь белая	<i>Chenopodium album</i> (L.)	5,3
Лебеда обыкновенная	<i>Atriplex calothica</i> (Rafn) Fries	2,8
Ромашка душистая	<i>Digitaria sanguinatis</i> (L.)	1,9
Малолетние яровые средние		
Амброзия полыннолистная	<i>Ambrosia artemisifolia</i> (L.)	6,5
Амброзия трехраздельная	<i>Ambrosia trifida</i> (L.)	2,8
Канатник Теофраста	<i>Abutilon theophrasti</i> (Medik.)	4,6
Малолетние яровые поздние		
Просо куриное	<i>Panicum capullare</i> (L.)	12,1
Щирица	<i>Amaranthus</i> spp.	11,3
Малолетние, зимующие		
Василек синий	<i>Centaurea cyanus</i> (L.)	1,9
Мак самосейка	<i>Papaver rhoeas</i> (L.)	1,8
Мелколепестник канадский	<i>Erigeron canadensis</i> (L.)	2,5
Пастушья сумка	<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.)	3,1
Ярутка полевая	<i>Thiaspi arvense</i> (L.)	3,9
Многолетние, корнеотпрысковые		
Вьюнок полевой	<i>Convolvulus arvensis</i> (L.)	1,6
Осот полевой	<i>Sonchus arvensis</i> (L.)	3,7
Многолетние, стержнекорневые		
Дрема белая	<i>Melandrium album</i> (L.)	3,5
Щавель конский	<i>Rumex confertus</i> (Wild.)	1,5
Многолетние, корневищные		
Топинамбур	<i>Helianthus tuberosus</i> (L.)	1,0
Свиной пальчатый	<i>Cynodon dactylon</i> (L.)	3,8
Пырей ползучий	<i>Elytrigia repens</i> (L.)	2,9
ПРОЧИЕ		12,8

Примечание. Засоренность посадок картофеля 15–680 шт/м².



Рис. 2. Соотношение сорных растений в посадках картофеля

Таблица 3

Встречаемость сорных растений в посевах рапса

Название сорного растения		Встречаемость, %
русское	латинское	
Малолетние, яровые ранние		
Галинсога мелкоцветная	<i>Galinsoga parviflora</i> (Cov.)	5,9
Марь белая	<i>Chenopodium album</i> (L.)	6,4
Горец птичий	<i>Polygonum aviculare</i> (L.)	1,9
Ромашка душистая	<i>Digitaria sanguinatis</i> (L.)	2,3
Дымянка аптечная	<i>Fumaria officinalis</i> (L.)	1,7
Росичка кроваво-красная	<i>Digitaria sanguinalis</i> (L.)	0,8
Малолетние яровые средние		
Амброзия полыннолистная	<i>Ambrosia artemisifolia</i> (L.)	4,8
Амброзия трехраздельная	<i>Ambrosia trifida</i> (L.)	3,6
Канатник Теофраста	<i>Abutilon theophrasti</i> (Medik.)	3,4
Малолетние яровые поздние		
Просо куриное	<i>Panicum capullare</i> (L.)	7,7
Щирицы	<i>Amaranthus</i> spp.	8,9
Дурнишник зобовидный	<i>Xanthium strumarium</i> (L.)	2,3
Малолетние, зимующие		
Вероника плющелистная	<i>Veronica hederifolia</i> (L.)	2,7
Куколь посевной	<i>Agrostemma githago</i> (L.)	1,1
Мелколепестник канадский	<i>Erigeron canadensis</i> (L.)	2,9
Пастушья сумка	<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.)	3,9
Ярутка полевая	<i>Thiaspi arvense</i> (L.)	1,7
Многолетние, корнеотпрысковые		
Вьюнок полевой	<i>Convolvulus arvensis</i> (L.)	3,5
Осот полевой	<i>Sonchus arvensis</i> (L.)	4,3
Кардария крупковая	<i>Cardaria draba</i> (L.)	0,9
Многолетние, стержнекорневые		
Дрема белая	<i>Melandrium album</i> (L.)	3,7
Щавель конский	<i>Rumex confertus</i> (Wild.)	1,5
Одуванчик лекарственный	<i>Taraxacum officinale</i> (L.)	2,5
Многолетние, корневищные		
Звездчатка средняя	<i>Stellaria media</i> (L.)	4,5
Свиной пальчатый	<i>Cynodon dactylon</i> (L.)	4,9
Пырей ползучий	<i>Elytrigia repens</i> (L.)	3,7
Зверобой продырявленный	<i>Hypericum petrolatum</i> (L.)	1,3
ПРОЧИЕ		12,8

Примечание. Засоренность посевов рапса 7–530 шт/м².



Рис. 3. Соотношение сорных растений в посевах рапса

Таким образом, можно сделать вывод по биологическим группам в посадках картофеля 69,1% малолетних сорняков и 18,1% многолетних, засоренность 15–680 шт./м², в посевах озимой пшеницы малолетние 60,0%, многолетние – 25,4%, засоренность 10–460 шт./м², в посевах рапса 62% малолетних и 30,8% многолетних сорных растений, засоренность составила 7–530 шт./м².

Список литературы

1. Лунева Н.Н., Мысник Е.Н. Эколого-географический подход в прогнозировании видового состава сорных растений // Защита и карантин растений. – 2014. – № 8. – С. 20–23.

2. Мысник Е.Н. Анализ видового состава сорных растений Ленинградской области // Вестник защиты растений. – 2012. – № 4. – С. 68–70.

3. Оказова З.П. Вредоносность сорных растений посевов озимой пшеницы в лесостепной зоне Северного Кавказа // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2015. – № 4. – С. 70–73.

4. Оказова З.П. Потенциальный запас семян сорнополового компонента в зависимости от засоренности полевых культур степной зоны Северного Кавказа // Вестник АПК Ставрополя. – 2015. – № 4. – С. 242–244.

5. Палкина Т.А. Видовой состав сорных растений агроценозов картофеля при разных формах землепользования // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2011. – № 3. – С. 13–17.

6. Соколова Г.Ф., Соколова А.С. Видовой состав, питательная ценность сорных растений на залежных землях дельты Волги // Аграрный вестник Урала. – 2013. – № 4. – С. 66.

УДК 631.412

СВОЙСТВА ТЕХНОГЕННЫХ ЭЛЮВИЕВ ОТВАЛА УГОЛЬНОГО РАЗРЕЗА ПРИ ИНОКУЛЯЦИИ ПОЧВЕННЫМИ МИКРООРГАНИЗМАМИ

Макеева Н.А., Неверова О.А.

Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН, Кемерово, e-mail: natykor@bk.ru

Открытая добыча каменного угля сопровождается образованием обширных площадей отвалов. На первых этапах их восстановления интенсивность почвообразовательных процессов определяется активностью микрофлоры, поэтому внесение микроорганизмов повышает биологическую активность почвогрунтов и позволяет ускорить процессы первичного почвообразования. В данной работе рассмотрены результаты исследований по внесению в техногенные элювии эколого-трофических групп микроорганизмов: микроорганизмов, разлагающих силикаты, микроскопических грибов, микроорганизмов, использующих минеральный азот; и показано их влияние на механический, гранулометрический и агрохимический состав техногенных элювиев. Авторами установлено, что внесение инокулята микроскопических грибов как отдельно, так и в комбинации с микроорганизмами, использующими минеральные формы азота, в большей степени стимулирует процесс накопления в элювиях нитратного азота. Более существенному накоплению обменного калия и подвижного фосфора способствует внесение микроорганизмов, разлагающих силикаты, и микроорганизмов, использующих минеральные формы азота, как в отдельности, так и в совместной комбинации.

Ключевые слова: техногенный элювий, инокулят, микроорганизмы, механический, гранулометрический, агрохимический состав

PROPERTIES OF TECHNOLOGICAL ELUVIUM DUMP COAL MINE BY INOCULATED WITH SOIL MICROORGANISMS

Makeeva N.A., Neverova O.A.

Federal State Budget Scientific Institution The Federal Research Center of Coal and Coal Chemistry of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Kemerovo, e-mail: natykor@bk.ru

Open coal mining is accompanied by the formation of large areas of dumps. In the early stages of recovery the intensity of soil formation processes determined by the activity of the microflora, so the introduction of microorganisms increases the biological activity of the soil and allows to accelerate the processes of primary soil. In this paper we consider the results of studies on introduction in technological eluvium ecological and trophic groups of microorganisms: microorganisms decomposing silicates, microscopic fungi, microorganisms that use mineral nitrogen; and shows their influence on the mechanical, grain and agrochemical composition of man-made eluvium. The authors found that the introduction of inoculum microscopic fungi, either alone or in combination with microorganisms using mineral form of nitrogen, largely stimulates the accumulation of nitrate nitrogen in eluvium. More substantial accumulation of exchangeable potassium and phosphorus contributes to making rolling microorganisms decomposing silicates and microorganisms using mineral form of nitrogen, either alone or in combination together.

Keywords: technogenic eluvium, inoculum, microorganisms, mechanical, particle size distribution, an agrochemical formulation

Воздействие угледобывающей промышленности на природные ландшафты многопланово, но в первую очередь подвержен деградации почвенный покров. Причем негативные изменения наблюдаются не только на территории непосредственной разработки месторождений, но и в местах складирования вскрышных пород. В результате отвалообразования образуются так называемые техногенные элювии, которые представляют собой раздробленные в результате буровзрывных и вскрышных работ и складированные в отвалы горные породы [1]. Как правило, площади, занимаемые отвалами, лишены плодородного почвенного слоя, и формирование последнего естественным путем представляет собой длительный процесс, измеряемый деся-

тилетиями. Поскольку интенсивность почвообразовательных процессов на первых этапах восстановления отвалов во многом определяется активностью микрофлоры, как наиболее активного и пионерного компонента педобионтов, предполагается, что интродукция в ювенильную почву популяций микроорганизмов повысит биологическую активность почвогрунтов и позволит ускорить процессы первичного почвообразования на отвалах [14].

В литературе имеются данные, что внесение в техногенные элювии микроорганизмов способствует мобилизации потенциально плодородного субстрата, накоплению в породе органического вещества и элементов питания в доступной для растений форме, увеличению количества обменных

оснований, росту сапрофитной микрофлоры [7, 8, 9]. В свою очередь, улучшение агрохимических свойств и увеличение численности микроорганизмов в отвальных породах указывает на формирование первичных почвенных образований и создает перспективу для устойчивых растительных сообществ.

Цель работы – изучить влияние эколого-трофических групп микроорганизмов на механический, гранулометрический и агрохимический состав техногенных элювиев.

Материалы и методы исследования

Модельный эксперимент заложен на внешнем отвале «Южный» угольного разреза «Кедровский» Кемеровской области. Возраст отвала 25–30 лет. Пробные площадки (ПП) разбиты по схеме:

- ПП 1 – контроль (полив водой);
- ПП 2 – микроскопические грибы (МГ);
- ПП 3 – микроорганизмы, разлагающие силикаты (МРС);
- ПП 4 – микроорганизмы, использующие минеральный азот (МИМА);
- ПП 5 – МГ + МРС;
- ПП 6 – МГ + МИМА;
- ПП 7 – МРС + МИМА;
- ПП 8 – МРС + МГ + МИМА.

Повторность опыта каждой пробной площадки 3-кратная. Делянки отдалены друг от друга для исключения влияния неоднородности элювиального субстрата и рельефа местности.

Инокулят получали путем выделения эколого-трофических групп микроорганизмов из зональных почв (оподзоленный чернозем) на специальных агаризованных средах с дальнейшим наращиванием микробной массы. Культивирование микроорганизмов проводили до логарифмической фазы роста микроорганизмов (плотность культуры 10^9 – 10^{10} клеток на 1 мл питательной среды). Содержание жизнеспособных клеток в жидких средах определяли путем посева суспензии на соответствующие агаризованные среды. Внесение инокулята микроорганизмов проводили дважды за вегетацию.

Образцы техногенных элювиев брали с каждой ПП методом «конверта» на глубине 0–5 см. Анализ образцов механический, гранулометрический и агрохимический состав, содержание тяжелых металлов) проводили на базе аккредитованного испытательного центра агрохимической службы «Кемеровский» по стандартным методикам [2–4, 10].

Результаты исследования и их обсуждение

В формировании почвенной структуры решающая роль принадлежит органическому веществу, почвенной биоте и корням растений, которые создают агрегаты различных размеров с большой неоднородностью пор по размерам и обладающих водоустойчивостью. Структурно-агрегатный состав техногенных элювиев при внесении микроорганизмов существенно не отличается от контроля (табл. 1, 2).

Таблица 1

Гранулометрический состав

№ п/п	Размер агрегатов (в мм) и их содержание (в % от веса воздушно-сухой почвы)								
	> 10	10–7	7–5	5–3	3–2	2–1	1–0,5	0,5–0,25	< 0,25
2009									
1	23,8	9,5	9,6	12,6	10,3	15,8	4,3	6,8	7,3
2	19,0	9,3	8,8	12,0	11,4	21,0	4,9	7,1	6,5
3	28,5	9,9	8,5	11,7	9,8	16,3	3,6	5,7	6,0
4	17,0	6,6	9,7	14,2	11,0	20,6	5,3	7,9	7,7
5	16,8	9,4	9,4	13,8	13,7	21,3	2,1	7,6	5,9
6	21,2	9,3	9,4	11,1	9,8	19,3	3,4	8,8	7,7
7	18,6	9,2	9,5	13,1	9,4	18,5	4,3	9,2	8,2
8	22,3	7,7	8,2	12,8	12,1	20,3	2,9	8,5	5,2
2010									
1	14,2	8,9	13,8	19,6	13,4	16,9	2,7	5,2	5,3
2	20,4	29,8	8,8	11,1	8,1	11,5	1,7	4,5	4,1
3	33,7	11,8	11,1	11,9	7,2	12,1	2,7	4,7	4,8
4	27,7	13,9	10,2	14,0	9,7	13,6	2,3	4,8	3,8
5	33,5	12,1	13,1	17,2	6,2	2,2	1,5	2,2	2,0
6	44,9	18,0	13,0	10,3	5,4	4,9	0,8	1,2	1,5
7	29,6	12,2	11,6	11,6	9,4	13,4	2,7	5,1	4,4
8	28,5	11,8	10,9	14,8	10,9	13,5	2,0	4,1	3,5

Примечания: 1 – контроль; 2 – МГ; 3 – МРС; 4 – МИМА; 5 – МГ + МРС; 6 – МГ + МИМА; 7 – МРС + МИМА; 8 – МРС + МГ + МИМА.

По традиционно сложившимся представлениям, агрономически ценными являются агрегаты от 0,25 до 10 мм, механически устойчивые к разрушению и водопропрочные [11]. В исследуемом техногенном элювии преобладающей фракцией являются крупные агрегаты (от 3 до 10 и более мм), содержание мелких частиц снижено. За два года количество крупных агрегатов увеличилось в среднем с 52 до 69%. Это приводит к тому, что техногенные элювии обладают слабыми свойствами удерживать влагу и легко размываются водой. По механическому составу

техногенные элювии согласно классификации почв Н.А. Качинского [9], основанной на соотношении количеств физического песка и физической глины в почве, являются суглинком средним. Суглинки по своим свойствам являются потенциально-плодородными горными породами. Средние суглинки отличаются структурностью, плодородием, относительно большой влагоемкостью, слабой воздухопроницаемостью, высокой волноспособностью и связностью. Они не засолены, имеют высокую емкость поглощения и степень насыщенности основаниями.

Таблица 2

Определение механического состава по методу Н.А. Качинского

№ п/п	Размер механических частиц в %						Физ. глина Физ. песок
	1,0–0,25	0,25–0,05	0,05–0,01	0,01–0,005	0,005–0,001	< 0,001	
2009 г.							
1	3,6	25,8	31,5	6,1	13,5	19,5	39,1/60,9
2	4,3	25,5	28,7	7,2	15,3	19,0	41,5/58,5
3	3,8	23,8	31,4	6,9	13,3	20,8	41,0/59,0
4	4,0	21,1	33,8	6,5	10,8	23,7	41,1/58,9
5	4,1	18,3	35,3	8,3	13,5	20,5	42,3/57,7
6	3,9	17,5	35,2	8,9	10,9	23,6	43,4/56,6
7	3,5	16,3	36,1	9,3	11,3	23,5	44,1/55,9
8	3,8	15,1	37,5	7,9	14,8	20,9	43,6/56,4
2010 г.							
1	17,9	20,4	17,3	15,6	16,2	12,6	44,4/55,6
2	16,1	21,1	19,0	15,5	17,7	11,6	43,8/56,2
3	16,9	19,4	20,5	14,2	18,1	10,9	43,2/56,8
4	17,0	20,5	18,3	17,2	18,2	8,8	44,2/55,8
5	15,2	22,3	19,6	16,5	18,1	8,3	42,9/57,1
6	15,8	21,6	18,9	17,4	17,5	8,8	43,7/56,3
7	14,6	21,0	2,0	15,8	18,7	7,9	42,4/57,6
8	15,4	21,1	19,4	17,4	18,2	8,5	44,1/55,9

Примечания: 1 – контроль; 2 – МГ; 3 – МРС; 4 – МИМА; 5 – МГ + МРС; 6 – МГ + МИМА; 7 – МРС + МИМА; 8 – МРС + МГ + МИМА.

Таблица 3

Агрохимический состав техногенных элювиев породного отвала при инокуляции почвенными микроорганизмами (2008–2010 гг.)

Номер пробной площадки	Фосфор подвижный P_2O_5 (мг/кг)	Калий обменный K_2O (мг/кг)	Азот нитратный (мг/кг)
1	7,33 ± 1,45	131,67 ± 4,41	2,77 ± 1,48
2	8,33 ± 1,67	168,33 ± 6,02***	11,40 ± 4,17***
3	15,67 ± 2,97***	208,33 ± 15,92***	5,00 ± 1,03**
4	12,33 ± 3,39*	191,67 ± 8,34***	5,54 ± 4,29
5	12,33 ± 1,86***	176,00 ± 20,26***	6,27 ± 1,05***
6	12,00 ± 1,53***	151,67 ± 1,67***	10,23 ± 2,77***
7	15,33 ± 2,61***	180,00 ± 10,42***	2,47 ± 1,95
8	12,33 ± 1,86***	161,67 ± 10,15***	6,70 ± 1,38***

Примечания: *** – отмечены положительные достоверные отличия от контроля при $P < 0,001$, ** – $P < 0,01$, * – $P < 0,05$; 1 – контроль; 2 – МГ; 3 – МРС; 4 – МИМА; 5 – МГ + МРС; 6 – МГ + МИМА; 7 – МРС + МИМА; 8 – МРС + МГ + МИМА.

Основными агрохимическими свойствами почв, отвечающими за общее плодородие, является содержание подвижных форм макроэлементов – азота, фосфора, калия. Изучение агрохимического состава элювиев целесообразно для оценки биогенности породы. В среднем за три года максимальное повышение нитратного азота в элювиях отмечено в варианте с внесением МГ как отдельно, так и в комбинации с МИМА – выше контроля на 312 и 269 % соответственно ($P < 0,001$) (табл. 3).

Повышение содержания в элювиях подвижных форм калия и фосфора выявлено для вариантов с внесением МРС и МИМА, как в отдельности, так и в совместной комбинации: при внесении данных групп микроорганизмов в отдельности отмечено достоверное увеличение обменного калия на 58 и 46 % ($P < 0,001$), фосфора – на 114 и 68 % ($P < 0,05$). Комбинация этих групп микроорганизмов вызывает повышение K_2O и P_2O_5 на 36 и 109 % ($P < 0,001$) соответственно.

Анализ динамики содержания подвижных форм азота, калия и фосфора в элювиях опытных вариантов за три года показал следующее. В 2008 году максимальные значения нитратного азота отмечены в варианте с внесением МГ – 19,7 мг/кг (в контроле – 0,91 мг/кг). В 2009 г. содержание нитратного азота на пробных площадках было минимальным за три года исследований и варьировало в пределах от 0 до 6,6 мг/кг, полное отсутствие данного показателя было характерно для варианта с внесением комплекса «МРС + МИМА», максимальное – при внесении инокулята МГ. В 2010 г. максимальные значения нитратного азота отмечены в вариантах с внесением МИМА, как в отдельности, так и в виде комбинации «МГ + МИМА» (14,1 и 14,4 мг/кг соответственно, в контроле – 5,7 мг/кг). Увеличение азота в техногенных элювиях, возможно, обусловлено способностью микроскопических грибов разлагать растительные остатки, которые впоследствии подвергаются минерализации, а микроорганизмы, использующие минеральный азот, окисляют аммиак до нитритов.

Содержание калия в почве определяется в основном минералогическим составом – наличием калийсодержащих минералов. Кроме того, причиной аккумуляции калия может быть его привнос в результате ветровой эрозии [5]. Однако, несмотря на высокое содержание в грунтосмесях отвалов первичных и вторичных минералов, име-

ющих в своих кристаллических решетках значительное количество калия, обменными формами, которые могут быть использованы в формировании питательного режима, элювии отвалов обеспечены в недостаточной степени [12].

Максимальное количество обменного калия в элювиальных образцах в 2008 и 2009 гг. отмечено в вариантах с внесением микроорганизмов, разлагающих силикаты, и микроорганизмов, использующих минеральные формы азота, в отдельности и превышало контрольные значения на 50 и 54 % ($P < 0,01$) – в 2008 г.; на 46 и 54 % ($P < 0,01$) – в 2009 г. В 2010 г. максимальные значения K_2O сохранились для варианта с внесением инокулята микроорганизмов, разлагающих силикаты (выше контроля на 85 % при $P < 0,001$).

По литературным данным среднее содержание фосфора в метровом слое почв, осадочных породах и литосфере одинаково (0,08 %), но в верхних гумусовых горизонтах почв оно достигает больших величин в связи с биогенной аккумуляцией [15]. Валовый фосфор состоит из органических и минеральных соединений. Соотношение между ними зависит от типа почв. Доступный для питания растений фосфор находится в форме легкорастворимых фосфатов. При этом следует отметить, что в основном валовое содержание подвижного фосфора определяется его содержанием в породе, который образуется в процессе выветривания и почвообразования. На начальных этапах биологического освоения отвалов процессы выветривания преобладают над процессами почвообразования, что приводит к высвобождению подвижного фосфора из пород. В то же время щелочная реакция среды $pH > 8$ значительно снижает подвижность и доступность для растений. Поэтому может наблюдаться пониженное содержание подвижного фосфора.

Содержание подвижного фосфора в элювиях в 2008 г. максимально увеличивалось в варианте с внесением микроорганизмов, использующих минеральные формы азота (соответствовало 20 мг/кг, что выше контроля в 2 раза), в 2009–2010 гг. – в варианте с внесением микроорганизмов, разлагающих силикаты (превосходило контроль в 2,4 и 2 раза соответственно). Полученные данные свидетельствуют о способности микроорганизмов, разлагающих силикаты, переводить калий и фосфор в доступные для растений формы.

Заключение

Трехлетними исследованиями установлено, что в условиях породного отвала угольного разреза «Кедровский» внесение инокулята микроскопических грибов как отдельно, так и в комбинации с микроорганизмами, использующими минеральные формы азота, в большей степени стимулирует процесс накопления в элювиях нитратного азота. Более существенному накоплению обменного калия и подвижного фосфора способствует внесение микроорганизмов, разлагающих силикаты, и микроорганизмов, использующих минеральные формы азота, как в отдельности, так и в совместной комбинации.

Агрохимический и механический состав опытных образцов техногенных элювиев отличается от контроля незначительно. Однако говорить о том, что внесение микроорганизмов не влияет на данные показатели, нельзя, так как изменение физических свойств почвы происходит в течение достаточно продолжительного временного периода.

Список литературы

1. Ахатов А.Г. Экология (Энциклопедический словарь). – 2-е изд. (с доп. и изм.). – К.: «ТКИ» – «Экополис», 1995. – 368 с.
2. ГОСТ 12536-79. Грунты. Методы лабораторного определения зернового (гранулометрического) и микроагрегатного состава. – М.: ИПК изд-во стандартов, 1980. – 18 с.
3. ГОСТ 26204-91. Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Чирикова в модификации ЦИНАО. – М.: Комитет стандартизации и метрологии СССР, 1991. – 8 с.
4. ГОСТ 26951-86. Почвы. Определение нитратов ионометрическим методом. – М.: Государственный комитет СССР по стандартам, 1986. – 7 с.
5. Гродницкая И.Д., Трефилова О.В., Шишкин А.С. Агрохимические и микробиологические свойства техногенных почв отвалов (Канско-Рыбинская котловина) // Почвоведение. – 2010. – № 7. – С. 867–878.
6. Качинский Н.А. Физика почв. – Ч. 1. – М.: Высш. шк., 1965. – 324 с.
7. Корникова Н.А., Неверова О.А. Динамика подвижных форм N, P и K в техногенных элювиях угольного разреза «Кедровский» при внесении инокулята почвенных микроорганизмов // Вестник ИрГСХА. – Вып. 44. – Ч. II. – Иркутск, 2011. – С. 76–82.
8. Красавин А.П., Хорошавин А.Н., Катаева И.В. Восстановление нарушенных земель с использованием бактериальных препаратов // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1988. – № 10 (386). – С. 64–69.
9. Макеева Н.А., Неверова О.А. Биогенность породного отвала при внесении почвенных микроорганизмов [Электронный ресурс] // Современные проблемы науки и образования. – № 6. – URL: <http://www.science-education.ru/130-23216> (дата обращения: 27.11.2015).
10. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства. – М.: ЦИНАО, 1992. – 65 с.
11. Почвоведение: учеб. для ун-тов. В 2 ч. / под ред. В.А. Ковды, Б.Г. Розанова. – Ч. 1. – Почва и почвообразование / Г.Д. Белицина, В.Д. Васильевская, Л.А. Гришина и др. – М.: Высш. шк., 1988. – С. 69–78.
12. Середина В.П., Андроханов В.А., Алексеева Т.П., Сысоева Л.Н., Бурмистрова Т.И., Трунова Н.М. Экологические аспекты биологической рекультивации почв техногенных экосистем Кузбасса // Вестник ТГУ. Биология. – 2008. – № 2 (3). – С. 61–72.
13. Синельникова А.М. Экспериментальная микробиологическая рекультивация отвалов Бородинского бурого угольного разреза // Молодёжь и наука: сборник материалов VIII Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных, посвященной 155-летию со дня рождения К.Э. Циолковского [Электронный ресурс]. – Красноярск: Сибирский федеральный ун-т, 2012. – Режим доступа: <http://conf.sfu-kras.ru/sites/mn2012/section31.html>, свободный.
14. Смирнов П.М., Муравин Э.А. Агрохимия. – М.: Агропромиздат, 1988. – 447 с.

УДК 631.82:632.9

ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ И ГЕРБИЦИДОВ НА БИОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ ПОЧВЫ В ГОРНОЙ ЗОНЕ

¹Мамиев Д.М., ¹Абаев А.А., ²Оказова З.П.

¹Северо-Кавказский НИИ горного и предгорного сельского хозяйства,
Михайловское, e-mail: skniigpsh@mail.ru;

²Чеченский государственный педагогический университет, Грозный, e-mail: okazarina73@mail.ru

От активности и направленности биологических процессов, протекающих в почве, зависит скорость трансформации различных соединений, разложение растительных остатков, накопление элементов питания и в конечном итоге плодородие почвы. Исследования проводились в горной зоне на опорном пункте СКНИИГПСХ с. Даргавс Пригородного района РСО-Алания, расположенном на северо-восточной экспозиции с крутизной склона 5–7° на высоте 1450 м н.у.м. Основные подтипы почв на участке – горно-луговые типичные под горно-луговой послелесной растительностью. Содержание гумуса в горизонте почвы 0–10 см составляет 5,6–6,3%, а в горизонте 10–20 см – 4,5–4,7%. Наиболее интенсивно целлюлоза разлагалась на удобренных фонах. На неудобренном фоне на посевах кукурузы в 3 срок определения целлюлоза разложилась на 30,8%, на среднем фоне ($N_{60}P_{60}K_{60}$) на 41,2%, а на повышенном фоне ($N_{90}P_{90}K_{90}$) – 44,6%. Целлюлоза на удобренных вариантах интенсивнее разлагалась. Минеральные удобрения стимулируют жизнедеятельность почвенных микроорганизмов и усиливают цикл биологической трансформации питательных веществ для растений, а гербициды оказывали ингибирующий эффект на целлюлозоразлагающие микроорганизмы, что снижает интенсивность разложения целлюлозы. На посевах кукурузы высокая прибавка урожая получена при внесении смеси Мерлина 75 г/га + Кассиус, ВРП 25 г/га, которая составила на среднем фоне 30,0 ц/га, повышенном – 35,0 ц/га, а на фоне без удобрений – 23,0 ц/га. Применение на кукурузе Мерлина 150 г/га, Кассиуса, ВРП 50 г/га и их смеси обеспечило получение прибыли на среднем фоне удобренности 32,5–30,8, а их смеси 33,8 тыс. руб./га, на повышенном фоне соответственно 34,9–33,8 и 36,0 тыс. руб./га с уровнем рентабельности 172–185%.

Ключевые слова: минеральные удобрения, гербициды, кукуруза на силос, биологическая активность, ферменты, урожайность, рентабельность

INFLUENCE OF FERTILIZERS AND HERBICIDES ON SOIL BIOLOGICAL ACTIVITY IN A MOUNTAIN AREA

¹Mamiev M.D., ¹Abaev A.A., ²Okazova Z.P.

¹North-Caucasus research Institute of mountain and foothill agriculture,
Mihajlovskoe, e-mail: skniigpsh@mail.ru;

²Chechen State Pedagogical University, Groznyj, e-mail: okazarina73@mail.ru

The activity and direction of biological processes in the soil, of transformation of various compounds, decomposition of plant residues, the accumulation of nutrition elements and, ultimately, soil fertility. The research was conducted in a mountainous area on the reference point SKYISH Dargavs Prigorodny district of North Ossetia-Alania, located in the North-Eastern exposition with the slope steepness 5–7° at an altitude of 1450 m above sea level. The main subtypes of soils in the area – mountain meadow under a typical mountain-meadow vegetation postlannoe. The content of humus in the soil horizon 0–10 cm is 5,6 to 6,3%, and in the horizon of 10–20 cm – 4,5–4,7%. The most intensively cellulose was decomposed in fertilized backgrounds. The most intensively cellulose was decomposed in fertilized backgrounds. The activity and direction of biological processes in the soil, depends on the speed of transformation of various compounds, decomposition of plant residues, the accumulation of nutrition elements and, ultimately, soil fertility. The research was conducted in a mountainous area on the reference point SKYISH Dargavs Prigorodny district of North Ossetia-Alania, located in the North-Eastern exposition with the slope steepness 5–7° at an altitude of 1450 m above sea level. The main subtypes of soils in the area – mountain meadow under a typical mountain-meadow vegetation postlannoe. The content of humus in the soil horizon 0–10 cm is 5,6 to 6,3%, and in the horizon of 10–20 cm – 4,5–4,7%. The most intensively cellulose was decomposed in fertilized backgrounds. On the background of waste for maize in 3 the cellulose was decomposed by 30,8%, in the middle background ($N_{60}P_{60}K_{60}$) is 41,2%, and the elevated ($N_{90}P_{90}K_{90}$) – 44,6%. Cellulose, on the fertilized variants was decomposed more intensively. Mineral fertilizers stimulate the activity of soil microorganisms and increase the cycle of the biological transformation of nutrients for plants, and herbicides exerted the inhibitory effect on calcitrolslease the microorganisms that reduces the intensity of decomposition of cellulose. For maize high yield increase obtained by introducing the mixture of Merlin 75 g/ha + Cassius, GRP 25 g/ha, which amounted to an average background of 30,0 kg/ha, high – 35,0 t/ha, and on the background without fertilizers – 23,0 kg/ha. Application at Merlin maize 150 g/ha, Cassius, GRP 50 g/ha and mixtures thereof provided the average profit on the background of fertilizer 32,5–30,8, and mixtures thereof 33,8 thousand rubles/ha, for high background, respectively: Of 34,9 to 33,8 and 36,0 thousand RUB/ha, profitability level 172–185%.

Keywords: mineral fertilizers, herbicides, corn for silage, biological activity, enzymes, productivity, profitability

На сегодняшний день гербициды и удобрения – важнейший фактор повышения продуктивности сельскохозяйственных культур и плодородия почв [3].

Ферментативная активность является самым доступным и чувствительным показателем экологической оценки состояния агрогенно преобразованных

почв, подверженных химической обработке [2, 9].

Одни исследователи утверждают, что с увеличением дозы вносимых минеральных удобрений интенсивность микробиологических процессов повышается, другие же отмечают стимулирующее действие небольших доз и угнетающее влияние биологических количеств минеральных удобрений на численность микрофлоры [10].

Необходимость и эффективность применения гербицидов в борьбе с сорной растительностью подтверждены отечественной и мировой практикой земледелия. Остро встает вопрос о необходимости соблюдения экологической безопасности при применении в сельском хозяйстве ядохимикатов, в том числе гербицидов, особенно на горных почвах. Несомненно, что применение средств защиты растений требует более пристального внимания к проблеме экологической приемлемости применения гербицидов, удобрений и реабилитации горных почв [4, 6, 8].

Определение активности ферментов в почве имеет важное значение для оценки влияния агрохимических средств на биологическую активность почвы, без привлечения специальных микробиологических методов, чтобы судить о мобилизации органических соединений азота, фосфора, серы и др. для питания растений.

В связи с вышеизложенным определение влияния гербицидов, удобрений на биологические свойства и активность ферментов почвы на фитоценозе в кукурузы на силосогорной зоне является актуальным.

Цель – изучить влияние гербицидов и удобрений на биологическую активность почвы (разложение целлюлозы, выделение углекислого газа) и активность почвенных ферментов (нитратредуктаза, фосфатаза, каталаза) на посевах кукурузы на силос в предгорной зоне РСО-Алания.

Исследования проводились в горной зоне на опорном пункте СКНИИГПСХ с. Даргавс Пригородного района, расположенном на северо-восточной экспозиции с крутизной склона 5–7° на высоте 1450 м н.у.м.

Климат Даргавской котловины умеренно континентальный, относительно мягкий. Сумма температур за вегетационный период колеблется в пределах 1800–2600°C.

Зима здесь наступает в конце ноября – начале декабря. Средняя месячная температура самого холодного месяца, января, –3,9°C. Абсолютный минимум температуры воздуха –28–30°C.

Лето наступает здесь с устойчивым переходом средней суточной температуры воздуха через 15°C в начале июня. Хотя оно и умеренно теплое, со средней месячной температурой июля 15,5°C, температурный максимум может достигать в отдельные дни 36°C. Однако дней с максимальной температурой воздуха 29°C и выше в среднем за летние месяцы бывает не более 3–4.

В летний период район избыточно увлажнен. Сумма осадков за вегетационный период колеблется в пределах 350–650 мм, за год выпадает от 550 до 750 мм.

Относительная влажность воздуха во все периоды года обычно высокая (до 85–89%), однако в июле – августе она может снижаться до 50%.

Основные подтипы почв на участке – горно-луговые типичные под горно-луговой послелесной растительностью. Содержание гумуса в горизонте почвы 0–10 см составляет 5,6–6,3%, а в горизонте 10–20 см – 4,5–4,7%. В более нижних горизонтах содержание гумуса резко падает. Почвы обладают слабой биологической активностью.

Несмотря на специфику горных почв Даргавской котловины (высокая щебнистость, близкое залегание галечника и материнской породы, высокая промывная способность, слабая водоудерживающая характеристика), они вполне обеспечивают растения необходимым количеством элементов питания, влагой и воздухом. Все это говорит о возможности возделывать сельскохозяйственные культуры.

Схема опыта

Фактор А

1. Контроль (без гербицидов).
2. Мерлин 150 г/га.
3. Кассиус, ВРП 50 г/га.
4. Мерлин 75 г/га + Кассиус, ВРП 25 г/га и на 3 фонах (фактор В):

1. Контроль (без минеральных удобрений).
2. $N_{60}P_{60}K_{60}$.
3. $N_{90}P_{90}K_{90}$.

Опыты закладывались в почвозащитном севообороте рендомизированным методом в 3-кратной повторности. Технология возделывания изучаемой культуры соответствовала принятой в зоне, кроме дополнительно изучаемых приемов. Закладку опытов, фенологические наблюдения, статистическую обработку полученных данных проводили общепринятыми методиками [1].

Важнейшим показателем плодородия почвы является ее биологическая активность. От активности и направленности

биологических процессов, протекающих в почве, зависит скорость трансформации различных соединений, разложение растительных остатков, накопление элементов питания и в конечном итоге плодородие почвы. Основным показателем биологической активности почв является интенсивность разложения целлюлозы (льняного полотна) [5, 7].

Интенсивность разложения полотна зависит от времени экспозиции – чем больше времени полотно находится в почве, тем сильнее оно разлагается. Так, в первый срок экспозиции на посевах кукурузы на контрольном варианте в 1-й срок определения разложение составило 11,2%, во 2-й срок – 20,1%, в 3-й – 30,8%.

Анализ результатов, касающихся действия различных доз удобрений на биологическую активность почвы, показал, что наиболее интенсивно целлюлоза разлагалась на удобренных фонах. На удобренном фоне на посевах кукурузы в 3 срок определения целлюлоза разложилась на 30,8%, на среднем фоне ($N_{60}P_{60}K_{60}$) на 41,2%, а на повышенном фоне ($N_{90}P_{90}K_{90}$) – 44,6%. Причем целлюлоза на удобренных вариантах интенсивнее разлагалась как в верхних, так и в нижних слоях почвы по сравнению с контролем (рисунок).

Активность почвы по сравнению с контролем снижалась незначительно – на 1,6–1,9%, при внесении почвенного гербицида Мерлин (150 г/га) – льняное полотно разложилось на 4,1 меньше, очень сильно снижалась биологическая активность почвы при совместном внесении Мерлина и Кассиуса (6,5%).

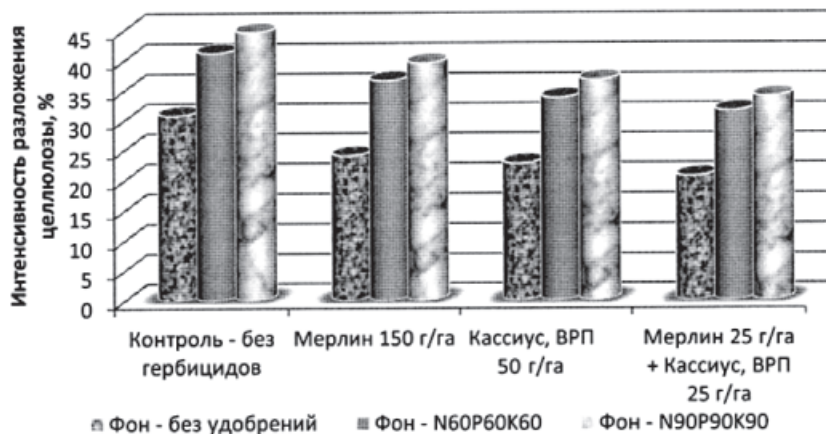
Также биологические процессы протекали более интенсивно на вариантах с совместным применением удобрений и гербицидов во все сроки исследований.

На посевах кукурузы к 3 сроку определения (перед уборкой) на фоне $N_{60}P_{60}K_{60}$ льняное полотно разложилось на 11,0–12,6%, на фоне $N_{90}P_{90}K_{90}$ – 13,3–15,5% больше, чем на фоне без удобрений.

По утверждению многих ученых, активность почвенных ферментов является важным показателем биологической активности почвы и ее плодородия. Существует прямая зависимость между интенсивностью «дыхания» почвы и активностью таких ферментов, как каталаза, фосфатаза и уреазы. Это послужило основанием считать ферментативную активность почвы показателем диагностики биологической активности почвы.

Разрушение первичного органического вещества и синтез вторичного, обогащение почв биогенными элементами и гумусом является главной экологической функцией

Кукуруза на силос



Влияние фонов удобрённости и гербицидов на разложение целлюлозы в зависимости от возделываемой культуры (в конце вегетации), %

При оценке влияния различных вариантов гербицидов на общую биологическую активность почвы нами установлено, что изучаемые дозы гербицидов снижали этот показатель почвы. По варианту внесения гербицида Кассиус в дозе 50 г/га на посевах кукурузы биологиче-

ферментов. Для выявления степени влияния агрохимических средств на активность биологических процессов служит определение активности почвенных ферментов, которое позволяет судить о скорости мобилизации основных элементов питания для растений.

Таблица 1

Влияние гербицидов и фонов питания на ферментативную активность почвы
в посевах кукурузы на силос

Варианты опыта	Каталаза, мл $O_2/100$ г почвы	Фосфатаза, мг $P_2O_5/100$ г почвы	Уреаза, мг $NH_3/100$ г почвы
Фон – без удобрений			
Контроль – без гербицидов	6,8	3,1	21,0
Мерлин, ВГ 150 г/га	6,3	2,6	20,5
Кассиус, ВРП 50 г/га	6,6	2,9	20,8
Мерлин, 75 г/га + Кассиус, ВРП 25 г/га	6,1	2,7	20,6
Фон – $N_{60}P_{60}K_{60}$			
Контроль – без гербицидов	7,1	3,6	21,5
Мерлин, ВГ 150 г/га	6,6	3,1	21,1
Кассиус, ВРП 50 г/га	6,9	3,4	21,3
Мерлин, 75 г/га + Кассиус, ВРП 25 г/га	6,4	3,2	21,2
Фон – $N_{90}P_{90}K_{90}$			
Контроль – без гербицидов	7,5	3,9	21,8
Мерлин, ВГ 150 г/га	7,0	3,4	21,4
Кассиус, ВРП 50 г/га	7,3	3,7	21,6
Мерлин, 75 г/га + Кассиус, ВРП 25 г/га	7,0	3,5	21,5

Результаты изучения активности ферментов в почве (нитратредуктаза, фосфатаза, каталаза) под влиянием гербицидов и фонов питания представлены в табл. 1.

Исходя из приведенных в табл. 1 данных следует отметить, что минеральная система удобрения повышает ферментативную активность. Содержание ферментов в почве возрастало с повышением дозы применяемых удобрений, особенно на фоне $N_{90}P_{90}K_{90}$ (каталаза – 7,0–7,5 мл $O_2/100$ г почвы, фосфатаза – 3,4–3,9 мг $P_2O_5/100$ г почвы, уреазы – 21,4–21,8 мг $NH_3/100$ г почвы). При изучении влияния гербицидов на ферментативную активность при различных фонах удобренности выявлено, что наибольшей она была на контроле (без гербицидов) и при применении гербицида Кассиус, ВРП 50 г/га.

Следовательно, анализ проведенных исследований показал, что минеральные удобрения стимулируют жизнедеятельность почвенных микроорганизмов и усиливают цикл биологической трансформации питательных веществ для растений, а гербициды оказывали ингибирующий эффект на целлюлозоразлагающие микроорганизмы, что в конечном итоге, снижало интенсивность разложения целлюлозы.

Применение гербицидов Мерлина, Кассиуса и их смеси обеспечило значительное очищение посевов кукурузы от сорняков, что способствовало максимальному формированию площади листьев у кукурузы в фазу цветения.

На фоне без удобрений и контроле (без гербицидов) площадь листьев составила 22,6 тыс. $m^2/га$, на вариантах с применением выше указанных гербицидов 33,5–38,9 тыс. $m^2/га$. На среднем фоне удобрений ($N_{60}P_{60}K_{60}$) и без гербицидов – 25,8 тыс. $m^2/га$, а с гербицидами – 39,7–43,2 тыс. $m^2/га$. Наибольший приоритет листовой поверхности установлен на повышенном фоне удобренности ($N_{90}P_{90}K_{90}$) на контроле (без гербицидов) – 27,7, а с гербицидами – 41,8–45,9 тыс. $m^2/га$.

Удобрения и гербициды способствовали увеличению как продолжительности жизни листьев, так и фотосинтетического потенциала (ФП). Из данных этой таблицы видно, что самый высокий ФП (1335,8–1346,8 тыс. $m^2/га \times$ дней) был сформирован на повышенном фоне удобренности ($N_{90}P_{90}K_{90}$) с применением гербицидов Мерлина 150 г/га, Кассиуса, ВРП 50 г/га и их смеси в половинных дозах.

Внесение удобрений и гербицидов привело к увеличению чистой продуктивности фотосинтеза растений кукурузы на повышенном фоне удобренности ($N_{90}P_{90}K_{90}$) с применением изучаемых гербицидов 5,0–5,3 г/ $m^2 \times$ дней, тогда как на фоне без удобрений и гербицидов он равнялся 4,5 г/ $m^2 \times$ дней.

Сравнение полученных данных по влиянию гербицидов на разных фонах удобренности показало, что внесение гербицидов обеспечило резкое снижение засоренности посевов и повышение урожая зеленой массы кукурузы.

Таблица 2

Влияние гербицидов и фонов питания на урожайность кукурузы на силос

Варианты опыта	Фоны питания					
	Без удобрений		N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀		N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	
	Урожай, ц/га	Прибавка, ц/га	Урожай, ц/га	Прибавка, ц/га	Урожай, ц/га	Прибавка, ц/га
1. Контроль – без гербицидов	128,0	–	148,0	–	152,0	–
2. Мерлин 150 г/га	145,7	17,7	171,0	23,0	180,0	28,0
3. Кассиус, 50 г/га	138,0	10,0	166,0	18,0	177,0	25,0
4. Мерлин 75 г/га + Кассиус, 25 г/га	151,0	23,0	178,0	30,0	187,0	35,0
НСР _{0,5} , т/га	5,3	–	3,9	–	4,4	–

На посевах кукурузы высокая прибавка урожая получена при внесении смеси Мерлина 75 г/га + Кассиус, ВРП 25 г/га, которая составила на среднем фоне 30,0 ц/га, повышенном – 35,0 ц/га, а на фоне без удобрений – 23,0 ц/га.

Возделывание кукурузы на силос в горной зоне РСО-Алания на разных фонах применения удобрений и высокоэффективных гербицидов экономически выгодно.

Применение на кукурузе Мерлина 150 г/га, Кассиуса, ВРП 50 г/га и их смеси в половинных дозах обеспечило получение прибыли на среднем фоне удобренности 32,5–30,8, а их смеси 33,8 тыс. руб./га, на повышенном фоне соответственно: 34,9–33,8 и 36,0 тыс. руб./га с уровнем рентабельности 172–185 %.

Выводы

1. Действия различных доз удобрений на биологическую активность почвы показали, что наиболее интенсивно целлюлоза разлагалась на удобренных фонах. На неудобренном фоне на посевах кукурузы в 3 срок определения целлюлоза разложилась на 30,8%, на среднем фоне (N₆₀P₆₀K₆₀) на 41,2%, а на повышенном фоне (N₉₀P₉₀K₉₀) – 44,6%. Причем целлюлоза на удобренных вариантах интенсивнее разлагалась как в верхних, так и в нижних слоях почвы по сравнению с контролем.

2. На посевах кукурузы высокая прибавка урожая получена при внесении смеси Мерлина 75 г/га + Кассиус, ВРП 25 г/га, которая составила на среднем фоне 30,0 ц/га, повышенном – 35,0 ц/га, а на фоне без удобрений – 23,0 ц/га.

3. Применение Мерлина 150 г/га, Кассиуса, ВРП 50 г/га и их смеси в половинных дозах обеспечило получение прибыли на среднем фоне удобренности 32,5–30,8,

а их смеси 33,8 тыс. руб./га, на повышенном фоне соответственно 34,9–33,8 и 36,0 тыс. руб./га с уровнем рентабельности 172–185 %.

Список литературы

1. Адиньяев Э.Д., Абаев А.А., Адаев Н.Л. Учебно-методическое руководство по проведению исследований в агрономии. – Грозный: Изд. ЧГУ, 2012. – 345 с.
2. Бзиков М.А., Мисик Н.А., Мамиев Д.М., Доева Л.Ю., Шалыгина А.А. Эффективность минеральных удобрений на посевах кукурузы в предгорьях Северной Осетии // Кукуруза и сорго. – 2007. – № 2. – С. 8–10.
3. Бзиков М.А., Мисик Н.А., Мамиев Д.М., Доева Л.Ю., Шалыгина А.А. Эффективность мин. удобрений на посевах кукурузы в предгорьях Северной Осетии // Кукуруза и сорго. – 2007. – № 2. – С. 8–10.
4. Мамиев Д.М., Абаев А.А., Тедеева А.А., Гериева Ф.Т. Схемы севооборотов для агроклиматических подзон предгорной зоны РСО-Алания // Вестник АПК Ставрополя. – 2015. – № 3. – С. 158–161.
5. Мамиев Д.М. Приемы повышения продуктивности картофеля в севообороте и при бессменном возделывании в предгорьях и горах РСО-Алания: автореф. дис. ... канд. сельскохозяйств. наук. – Владикавказ, 2005. – 30 с.
6. Мамиев Д.М., Абаев А.А., Кумсиев Э.И., Шалыгина А.А., Оказова З.П. Эффективность различных гербицидов и доз минеральных удобрений на посевах сельскохозяйственных культур // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 2–1; URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=21237>.
7. Мамиев Д.М., Абаев А.А., Тедеева А.А. Биологическая интенсификация звена зернопропашного севооборота // Научная жизнь. – 2014. – № 3. – С. 26–29.
8. Мамиев Д.М., Тедеева А.А., Шалыгина А.А. Экологически эффективные технологии выращивания сельскохозяйственных культур в горной зоне РСО-Алания // Инновационные технологии возделывания сельскохозяйственных культур в Нечерноземье: сб. докладов Всероссийской научно-практической конференции. Суздаль. – 2013. – Т. 1. – С. 162–165.
9. Оказова З.П., Мамиев Д.М., Тедеева А.А. О путях повышения урожайности кукурузы в условиях лесостепной зоны РСО-Алания // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 5; URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=22569>.
10. Тедеева А.А., Мамиев Д.М., Оказова З.П. Влияние минеральных удобрений на продуктивность посевов гороха в условиях лесостепной зоны РСО-Алания // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 2–1; URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=21238>.

УДК 631.879

**КОМПЛЕКСНАЯ УТИЛИЗАЦИЯ ОТХОДОВ СПИРТОВОГО
ПРОИЗВОДСТВА И СВИНОВОДЧЕСКИХ ОТХОДОВ****¹Сафронова Т.И., ¹Полторак Я.А., ²Степанов В.И.**¹*«Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар, e-mail: mail@kubsau.ru;*²*Алтайский экономико-юридический институт, Барнаул, e-mail: institut@aeli.altai.ru*

Рассмотрена технология переработки органического сырья при помощи заселения его навозными червями с целью получения органических удобрений. Создание бездефицитного баланса органического вещества в почве представляет обязательное условие интенсификации земледелия. Разработана комплексная биотехнология переработки органических отходов с помощью дождевых червей, в которой используются отходы спиртового производства и свиноводческие отходы. Перерабатывая в процессе питания органические остатки с минеральными частицами почвы, черви обогащают их собственной микрофлорой. Применение органических удобрений в виде биокomпоста повышает плодородие почв за счет обогащения их гумусовыми соединениями, азотом, фосфором, калием. Описаны полевые исследования по установлению влияния биогумуса на урожайность сои в учхозе «Кубань». Хороший урожай соя дает только на почвах, богатых органическим веществом. Полевые опыты с внесением биогумуса под посевы сои подтвердили создание благоприятных условий для выработки биологического азота. Даже однократное внесение биогумуса улучшает свойства почв и стабилизирует экологическую ситуацию мелиорируемого участка. Таким образом, разработанная биотехнология позволяет комплексно утилизировать отходы спиртового производства и животноводческие твердые стоки. При этом происходит сохранение окружающей среды, снижение отрицательных воздействий на атмосферный воздух, уменьшение загрязнения грунтовых вод.

Ключевые слова: вермикомпостирование, орошение, охрана земель, охрана водных объектов, утилизация отходов

**INTEGRATED WASTE MANAGEMENT ALCOHOLIC
PRODUCTION AND PIG WASTE****¹Safronova T.I., ¹Poltorak Ya.A., ²Stepanov V.I.**¹*Kuban State Agrarian University, Krasnodar, e-mail: mail@kubsau.ru;*²*Altay Economics and Law Institute, Barnaul, e-mail: institut@aeli.altai.ru*

The technology of processing organic raw materials with the help of its settlement by manure worms to produce organic fertilizers. The creation of a deficit-free balance of organic matter in soils is a prerequisite to the intensification of agriculture. An integrated biotechnology organic waste using earthworms, which are used in alcohol production waste and hog waste. Recycling in the process of supply organic residues with mineral particles of the soil, worms enrich their own microflora. The use of organic fertilizer in the form of biocompost improves soil fertility due to the enrichment of humus compounds, nitrogen, phosphorus, potassium. Describes field studies to establish the effect of vermicompost on soy bean yields in Uchkhov «Kuban». A good crop of soybeans yields only in soils rich in organic matter. Field experiments with making vermicompost for crops of soybeans have confirmed the creation of favorable conditions for the development of biological nitrogen. Even a one-time application of vermicompost improves soil properties and stabilize the environmental situation of the reclaimed land. Thus, the developed biotechnology allows complex waste disposed of alcohol production and livestock wastewater solids. This results in the preservation of the environment, reduction of negative impacts on the air, reduce pollution of groundwater.

Keywords: vermicomposting, irrigation, protection of land, protection of water resources, waste management

Важнейшим фактором повышения плодородия почвы является органическое вещество. Особая роль органического вещества объясняется его воздействием на все свойства почвы и ее биологическую активность. Вносимые органические удобрения могут оказывать прямое действие на баланс органического вещества почвы, переходя частично в форму гумусных соединений. Создание бездефицитного баланса органического вещества в почве представляет обязательное условие интенсификации земледелия.

В настоящее время интенсивное сельскохозяйственное производство приводит

к существенному снижению в почвах органического вещества. В 2014 году в целом по Краснодарскому краю отмечено снижение гумуса с 4,01 до 3,77% или 8,5 тонны с 1 га [1].

Необходим поиск технологий, предупреждающих отрицательные экологические последствия интенсификации сельского хозяйства. В КубГАУ разработана комплексная биотехнология переработки органических отходов с помощью дождевых червей, в которой используются отходы спиртового производства и свиноводческие отходы [2].

На птицеводческих и животноводческих предприятиях скапливаются большие

объемы отходов. Поголовье животных ежегодно выделяет 10 млн т полужидкого навоза, плюс в крае производится ежегодно в среднем около 6 млн т соломы злаковых культур, значительная часть которых может быть использована в качестве органического удобрения.

Из-за неполного использования помета и навоза, применения удобрений без должной подготовки произошли загрязнения территории предприятий и ферм, интенсивное засорение полей семенами сорняков, потери органической массы удобрений и питательных веществ и, как следствие, загрязнение окружающей среды.

Переработка продуктов сельского хозяйства приводит к образованию значительных объемов отходов. Скопление отходов производства спирта является одной из причин загрязнения и ухудшения состояния окружающей среды. Основными отходами производства спирта являются барда, лютерная вода и органические вещества. Свежая барда представляет собой водянистую массу светло-коричневого цвета с хлебным запахом и незначительным количеством сухого вещества (из анализа проб барды: сухого вещества 6–8 %, влаги 92–94 %). Спиртовая барда разделяется на твердую и жидкую фракции (кек и фугат). Фугат – вещество, которое самопрессуется, при этом длительно разлагается, много лет выделяя яды в окружающую среду.

Цель исследования. Создание и внедрение замкнутых систем производства и безотходной технологии – одно из направлений природоохранной деятельности. Лучший способ избавиться от загрязнений – исключить отходы, превратить их из загрязнителей в ценное сырье, что оказывается возможным при внедрении в производство замкнутой безотходной технологии. При этом сохраняется от загрязнений жизненная среда и получается дополнительная продукция.

Компостирование – классический образец биотехнологии органических отходов. Локальные накопления органических отходов, количество которых слишком велико для естественной биodeградации из-за медленно протекающих процессов в природных условиях, являются причинами многих экологических проблем. Компостирование позволяет получить ценный продукт, а также является процессом очистки, делающим низкоактивные отходы менее вредными для окружающей среды.

Материалы и методы исследования

Биотехнология вермикомпостирования основана на способности дождевых червей поглощать в процессе своей жизнедеятельности практически любые органические остатки и почву. Перерабатывая в процессе питания органические остатки с минеральными частицами почвы, черви переваривают их и обогащают собственной микрофлорой, ферментами, биологически активными веществами. Дождевые черви выделяют в почву активные биохимические вещества, которые разрушают кристаллическую решетку первичных минералов, извлекают из них минеральные вещества для своих жизненных потребностей и выделяют в виде биогенных элементов – копролитов. Выделяемые червями копролиты отличаются высоким содержанием гумуса, макро- и микроэлементов. Кроме того, копролиты становятся центром размножения многочисленной полезной микрофлоры. Ценность биогумуса в большом количестве микроорганизмов. Высокое содержание ферментов способствует процессам регенерации природно-бедных почв или почв, загрязненных химическими веществами. Биогумус содержит углерод, азот, фосфор, калий в пропорциях, благоприятных для питания растений. Применение органических удобрений в виде биокомпоста повышает плодородие почв за счет обогащения их гумусовыми соединениями, микроэлементами, азотом, фосфором, калием. Это высокоэффективное органическое удобрение, обеззараженное от патогенной микрофлоры, яиц и личинок гельминтов, не содержит жизнеспособных семян сорняков.

Подготовку компонентов субстрата осуществляли из свиноводческих отходов и отходов растениеводства. Навоз прессовали для разделения на твердую и жидкую фракции. В качестве отходов для компостирования используется твердая фракция, а жидкую фракцию навоза отправляют в накопитель для дегельминтизации. В качестве влагопоглощающего материала использовали солому озимой пшеницы, предварительно измельченную до 5–7 см.

Рабочую смесь составляли из жидких отходов спиртового производства – фугата и лютерной воды. Фугат и лютерную воду смешивали в соотношении 9:1, доводили до нейтральной среды pH равной 6,5–7,5 с помощью известкового раствора из расчета 13 г/л [2, 10].

Приготовление субстрата осуществляли в культивационных деревянных ящиках, являющихся составной частью стандартного ложа. Затем в каждый ящик слоями укладывали твердую фракцию – навоз и солому. Добавляли меморант СаО для доведения субстрата до нейтральной среды pH равной 6,5–7,5. Температурный режим в лаборатории поддерживали на уровне 18–22 °С.

Рабочей смесью поливали субстрат через три дня, обеспечивая влажность на уровне 75–80 % для поддержания нейтральной среды в субстрате и создания оптимальных условий жизнедеятельности микроорганизмов. Субстрат равномерно перемешивали и выдерживали в течение двадцати пяти суток. После выдержки в нижнюю часть субстрата добавляли почву для воспроизводства естественной среды червей.

В качестве биообъектов для вермикомпостирования был использован малый красный червь – *Lumbricus rubellus*.

Проводили подкормку червей, добавляя в сформированную призму свежий компост слоем 5–10 см и осуществляли орошение призмы рабочей смесью. После обработки вермикомпоста, уложенного в призму, подкормку червей и орошение прекращали на несколько дней. Затем на образовавшийся подсушенный слой укладывали свежий компост. Черви в поисках корма перемещались в свежий слой компоста и далее их удаляли из призмы с подкормкой.

Полученный биогумус-сырец разрыхляли и подсушивали, то есть готовили для дальнейшей утилизации.

Далее проводили полевые исследования по установлению влияния биогумуса на урожайность сои в учхозе «Кубань». Почва опытного поля представлена чернозёмом выщелоченным малогумусным сверхмощным тяжелосуглинистым. Соя – важная белковая и масличная культура разнообразного использования. Возделывая сою, хозяйства получают два полноценных урожая: белка и растительного масла. Соя – однолетнее растение. Корневая система стержневая. Стебель крепкий, прямостоячий, сильно ветвится и образует куст высотой до 1,5 м. Соя – светлюбивое растение, может произрастать на разных почвах, кроме кислых, сильнозасоленных или заболоченных. Хороший же урожай она может дать только на высокоплодородных почвах, богатых органическим веществом, с нейтральной реакцией среды [8].

Результаты исследования и их обсуждение

Одним из основных элементов, необходимых для растений, является азот, основная часть которого находится в почве в виде сложных органических соединений и мало доступна для растений. В растение азот поступает в виде ионов аммония и нитрата. Использование растением той или иной формы азота зависит от ряда факторов (реакция среды, температура, влажность) [6].

Аммонийный азот содержится преимущественно в верхних слоях почвы, слабо перемещается по профилю пахотного горизонта, так как хорошо удерживается почвенно-поглощающим комплексом, поэтому исключены его потери за счет вымывания. Из поглощенного состояния в результате обменных реакций он переходит в раствор и усваивается растениями. Нитратный азот в почве в основном находится в почвенном растворе. Его содержание в почве зависит от обеспеченности почвы органическим веществом, влажности почвы, температуры и реакции почвенного раствора.

Азот – основной биогенный элемент, запасы которого в почве ежегодно уменьшаются. Дефицит азота минеральных соединений может быть в значительной степени компенсирован биологическим путем за счет аккумуляции его азотфиксирующими микроорганизмами. Одним из источников пополнения азота в почве являются клубеньковые микроорганизмы. Способностью

фиксировать молекулярный азот обладают многие микроорганизмы. Из литературы известно, что наиболее значительное количество азота накапливается в почве благодаря жизнедеятельности клубеньковых бактерий бобовых растений [3].

Вступая в симбиоз с клубеньковыми бактериями, соя приобретает свойство ассимилировать молекулярный азот воздуха. В процессе азотфиксации микроорганизмы переводят молекулярный газообразный азот N_2 в аммонийную форму NH_4 , которая легко усваивается бактериями, а также растением, в ризосфере которого они обитают. Микробиологический азот в отличие от минерального усваивается растением на 100 %.

Клубеньковые бактерии снабжают бобовые растения азотом, который фиксируют из воздуха. Растения поставляют бактериям продукты углеводного обмена и минеральные соли, необходимые для развития и роста. Установлено, что 40...70 %, а в некоторых случаях 90 % необходимого азота соя получает благодаря симбиотической азотфиксации. Способность штамма инициировать высокую активность симбиотической азотфиксации называется активностью штамма. Активность не является особым признаком клубеньковых бактерий и зависит от почвенно-климатических условий и определяется в значительной степени условиями питания растения-хозяина.

В полевых опытах по внесению биогумуса на опытные участки в учхозе «Кубань» наблюдалось заметное накопление минерального азота, несмотря на то, что прирост биомассы растений был максимален. Высокий уровень активности микроорганизмов-азотфиксаторов обусловил интенсивный приток азота из атмосферы в почву и, соответственно, положительный баланс минерального азота в почве, несмотря на его активный вынос растениями [4, 10]. Таким образом, опыты подтверждают, что, выращивая сою или другие бобовые культуры, можно сохранить естественное плодородие почвы.

На протяжении всей вегетации растения сои, выращенные с применением биогумуса, имели больший процент содержания азота, фосфора и калия в вегетативной части, чем на контрольном варианте, что положительно сказалось и на накоплении этих элементов в семенах.

Полевой опыт показал, что внесение органического удобрения в виде биогумуса способствует существенному повышению урожайности сои, стимулирует улучшение

качества получаемой продукции. На контрольном варианте урожайность составила 18,2 ц/га. Внесение биогумуса в дозе 15 т/га увеличило урожайность семян сои до 21,7 ц/га. Увеличилась питательная ценность сои. Содержание белка по вариантам опыта колеблется от 33,1 на контроле до 37,8 и 38,3 % на вариантах с внесением биогумуса в дозах 15 и 20 т/га соответственно. При этом увеличилась масличность семян на всех вариантах с применением биогумуса по сравнению с контрольными образцами. Наилучшие показатели отмечены с внесением биогумуса 15 и 20 т/га, где содержание определяемого показателя составило 26,9 и 27,3 % соответственно; на контрольном варианте – 23,2 %.

Промышленное производство азотных удобрений – энергоемкий и дорогой процесс. Для получения высоких урожаев необходимо вносить большие нормы азота, что небезопасно с точки зрения охраны окружающей среды. Полевые опыты с внесением биогумуса под посевы сои подтвердили создание благоприятных условий для выработки биологического азота [5].

Даже однократное внесение биогумуса улучшает свойства почв и стабилизирует экологическую ситуацию мелиорируемого участка. Это подтверждается экологической оценкой применения биогумуса по результатам полевого опыта. Минимум содержания обменного аммония в почве отмечен на контрольном варианте – 1,6 мг/кг; максимум – 3,9 мг/кг при внесении 20 т/га биогумуса. Увеличение подвижных фосфатов в почве произошло по всем вариантам, больше всего фосфатов (177,5 мг/кг) отмечено на участке, где применялись самые высокие дозы биогумуса. По содержанию обменного калия наиболее выраженным было действие биогумуса в дозах 15 и 20 т/га. На этих вариантах содержание обменного калия составило 34,4 мг/кг.

Биогумус содержит в хорошо сбалансированной и легкоусвояемой форме все необходимые для питания растений вещества. Среднее содержание сухой органической массы в биогумусе составляет 50 %, а гумуса – 18 %; реакция среды, благоприятная для растений и микроорганизмов, – pH 6,8...7. Кроме того, в биогумусе представлены практически все необходимые микроэлементы и биологически активные вещества, среди которых ферменты, витамины, гормоны, ауксины, гетероауксины и др. [7].

Содержащееся в биогумусе органическое вещество в значительном количестве представлено гуминовыми кислотами (31,7...41,2 %) и фульвокислотами (22,3...34,8 %).

Среди гуминовых кислот преобладает наиболее ценная фракция – гуматы кальция (43,3...47,6 %). Наличие в вермикомпосте фульватногуматного типа гумуса ($C_{гк}:C_{фкт} = 1,18...1,42$) способствует формированию агрономически ценной структуры почвы. Элементы питания, находящиеся в биогумусе, взаимодействуя с минеральными компонентами почвы, образуют сложные комплексные соединения. Поэтому они надежно сохраняются от вымывания, медленно растворяются в воде, обеспечивая питание растений в течение длительного времени (не менее 2...3 лет). В 1 т биогумуса содержится в среднем 45 кг питательных элементов (NPK). Биогумус по своей питательной ценности может превосходить органические удобрения.

Процесс вермикомпостирования влияет на снижение количества тяжелых металлов в биогумусе и позволяет снизить риск загрязнения ими земель сельскохозяйственного использования. Биогумус играет немаловажную роль и в процессах рекультивации почв, загрязненных пестицидами. Это особенно важно для почв, утративших способность к самоочищению из-за сильного загрязнения пестицидами и другими веществами. Биогумус позволяет таким образом вернуть сельскому хозяйству участки, непригодные для использования из-за сильного загрязнения [3].

Внесение большого количества биогумуса способствует резкой активизации почвенной микрофлоры, что является показателем ее высокой биологической активности. Очень важная роль в создании почвенного плодородия принадлежит актиномицетам, количество которых возросло в почве в 2–3 раза.

Закключение

Современное сельское хозяйство с его индустриальными технологиями, крупномасштабными работами по химизации и мелиорации земледелия отрицательно воздействует на окружающую среду в целом и на почву в частности. Необходимо поиск технологий, предупреждающих отрицательные экологические последствия интенсификации сельского хозяйства. Эта проблема может быть решена путем биологизации земледелия, одним из элементов

которой является применение биогумуса – продукта деятельности дождевых червей (вермикюльтуры).

Разработанная биотехнология позволяет комплексно утилизировать отходы спиртового производства и животноводческие твердые стоки. Экологическая привлекательность биотехнологии – безотходная утилизация животноводческих и спиртовых стоков; сохранение окружающей среды; снижение отрицательных воздействий на атмосферный воздух; уменьшение загрязнения грунтовых вод.

Список литературы

1. Доклад о состоянии природопользования и об охране окружающей среды Краснодарского края в 2014 году. Министерство природных ресурсов Краснодарского края, Краснодар, 2015; <http://www.mprkk.ru/ob-okruzhayuschej-srede>.
2. Кузнецов Е.В., Хаджиди А.Е., Куртнезирев А.Н. Повышение эффективности орошения в составе инвестиционного проекта адаптированной земельно-охранной системы // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2015. – № 52. – С. 206–211.
3. Сафронова Т.И., Хаджиди А.Е., Холод Е.В. Обоснование метода управления агресурсным потенциалом агроландшафтов // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 2–1; URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=21067>.
4. Сафронова Т.И., Григулецкий В.Г., Степанов В.И. Математическая модель освоения климатических ресурсов на рисовых оросительных системах // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2015. – № 1–7. – С. 1150–1154.
5. Сафронова Т.И., Математическое моделирование в задачах агрофизики: учеб. пособие / Т.И. Сафронова, В.И. Степанов – Краснодар: КубГАУ, 2012. – 183 с.
6. Сафронова Т.И. Методы и технические средства по охране окружающей среды / Т.И. Сафронова, О.Г. Дегтярева, Г.В. Дегтярев // Научный журнал КубГАУ. – 2005. – № 9 (01). – 7 с. <http://ej.kubagro.ru>.
7. Сафронова Т.И. Предупреждение загрязнения подземных вод стоками животноводческих комплексов // сб. науч. тр. РАСХН, СКНИИЖ. – Краснодар, 2006. – С. 44–47.
8. Сафронова Т.И. Мониторинг почвенно-мелиоративного состояния земель дельты реки Кубань. / Т.И. Сафронова, И.А. Приходько // Научный журнал КубГАУ. – 2006. – № 01(17). – 8 с. – <http://ej.kubagro.ru>.
9. Сафронова Т.И. Математическая модель экологической ситуации на рисовой оросительной системе / Т.И. Сафронова, Л.М. Рекс, В.М. Умывакин, И.А. Приходько // Научный журнал КубГАУ. – 2008. – № 44(10). – 17 с. – <http://ej.kubagro.ru>.
10. Способ утилизации свиноводческих отходов. А. с. 2402493 РФ от 31.03.2009 / Кузнецов Е.В., Полтораки Я.А., Хаджиди А.Е.

УДК 633.26/.29

ИЗУЧЕНИЕ ЖИРНОКИСЛОТНОГО СОСТАВА ПОРОШКА СЕМЯН ЭСПАРЦЕТА

Тарасенко Н.А., Бутина Е.А., Красина И.Б.

Кубанский государственный технологический университет,
Краснодар, e-mail: natagafonova@mail.ru

Работа посвящена исследованию химического состава порошка семян нетрадиционной бобовой культуры – эспарцета. В ходе экспериментальных исследований установлено, что измельченные семена эспарцета представляют собой сыпучий мелкодисперсный порошок светло-коричневого цвета с приятным невыраженным специфическим запахом с цветочными нотами. Вкус травянистый с привкусом типичным для бобовых культур. В химическом составе семян эспарцета преобладают белки и клетчатка, содержание жира не превышает 8%. В составе жирных кислот липидного комплекса семян эспарцета преобладает (более 40% от суммы) линоленовая ω -3 кислота при достаточно низком (менее 20% от суммы) содержании линолевой ω -6 кислоты. В составе липидов семян эспарцета наряду с триацилглицеринами содержится около 40% сопутствующих липидов, среди которых преобладают стерины, алифатические спирты, фосфолипиды и токоферолы. Все это делает липидный комплекс семян эспарцета перспективным средством коррекции жирнокислотного состава пищевых продуктов функционального и специализированного назначения, БАД, а также ценным сырьем для создания фармацевтических субстанций и препаратов. Добавление в питательную среду порошка семян эспарцета не оказывает угнетающего влияния на развитие тест-организма. При этом физиологические потребности тест-организма в белке удовлетворяются на 58%, в сравнении с казеином.

Ключевые слова: эспарцет, жирнокислотный состав, биологическая ценность

STUDYING OF ZHIRNOKISLORNY COMPOSITION OF POWDER OF SEEDS OF THE COCK'S HEAD

Tarasenko N.A., Butina E.A., Krasina I.B.

Kuban State Technological University, Krasnodar, e-mail: natagafonova@mail.ru

Work is devoted to research of a chemical composition of powder of seeds of nonconventional bean culture – a cock's head. During pilot studies it is established that the crushed seeds of a cock's head represent loose fine powder of light brown color with the pleasant not expressed specific smell with flower notes. Taste grassy with smack typical for bean cultures. In a chemical composition of seeds of a cock's head proteins and cellulose prevail, the content of fat doesn't exceed 8%. As a part of fatty acids of a lipidic complex of seeds of a cock's head acid prevails (more than 40% of the sum) linolenic ω -3 at rather low (less than 20% of the sum) contents linoleic ω -6 acids. As a part of lipids of seeds of a cock's head along with triacylglycerina about 40% of the accompanying lipids among which sterols, aliphatic alcohols, phospholipids and tokoferola prevail contain. All this does a lipidic complex of seeds of a cock's head by perspective means of correction of zhirnokislorny composition of foodstuff of functional and specialized purpose, dietary supplement, and also valuable raw materials for creation of pharmaceutical substances and preparations. Addition in a nutrient medium of powder of seeds of a cock's head doesn't exert the oppressing impact on development the test of an organism. At the same time physiological requirements the test of an organism in protein are satisfied for 58%, in comparison with casein.

Keywords: cock's head, fatty acid structure, biological value

Многолетние травы являются наиболее эффективными и наименее энергоемкими кормовыми культурами. Они позволяют решить проблему сбалансированных по протеину кормов и обеспечивают сохранение плодородия почвы, повышение продуктивности и экологической безопасности растениеводства, создание лугопастбищных фитоценозов и ландшафтных территорий, рекультивацию загрязненных и эродированных земель, обустройство откосов дорог и лесопарковых объектов.

Наряду с возделыванием традиционных бобовых культур важное значение в решении белковой проблемы приобретает производство нетрадиционных для региона, новых высокопродуктивных растений с богатым растительным белком и другими питатель-

ными веществами. В связи с этим, большое значение в кормопроизводстве имеют новые кормовые многолетние культуры. Они обладают высокой биологической продуктивностью, очень отзывчивы на улучшение питания и другие агротехнические приемы.

Многолетние бобовые травы, которые дают высокий урожай биомассы с повышенным содержанием азота, являются хорошими предшественниками, так как после них высвобождается большое количество минеральных веществ.

Возделывание эспарцета является весьма важным направлением экологизации и биологизации растениеводства, резервом успешного решения проблемы как производства высококачественных кормов, так и улучшения плодородия почвы.

Посевы эспарцета песчаного на засоленных и бросовых щебенчатых почвах делают возможным использование их в качестве кормовых и медоносных угодий [9].

Эспарцет относится к одному из лучших кормовых и медоносных видов растений. Он обладает лечебными свойствами. В народе растение называют заячий горох, эспарцет относится к травянистому многолетнему виду растения, достигает высоты один метр, относится к семейству бобовые. Корень у него длинный, многочисленный и стержневой, отличается грубыми стеблями. Листья сложной формы, состоят из маленьких листков, имеют заостренные прилистники. Цветки у эспарцета крупные, могут быть белые или розовые, собираются в кисти. Цветение происходит в первой половине лета и длится около 30 дней. Длительность цветения зависит от погодных условий.

Эспарцет – самый востребованный медонос. Собранный из этого растения мед очень вкусный, с приятным и нежным ароматом, прозрачно-янтарного цвета. Он очень полезный, так как богат минералами, витаминами и содержит аскорбиновую кислоту.

В настоящее время стараются внедрять в рецептуры кондитерских изделий лекарственные растения. Это связано с ухудшением нашей экологии, а также ограниченными возможностями использования естественных растительных ресурсов. Именно поэтому важная роль отводится культивируемым кормовым растениям, поскольку введение дикорастущих растений в культуру решает многие ресурсные проблемы.

Использование известных ценных сельскохозяйственных культур, особенно представителей семейства бобовых, которые богаты всеми необходимыми жизненно важными биологически активными соединениями, является актуальным для производства функциональных продуктов питания. Одним из таких представителей является эспарцет. В основном он является продуктом, идущим на корм скоту. Но в кондитерской промышленности также используется в виде функциональной добавки. Благодаря развитой корневой системе, эспарцет получает из почвы повышенную дозу питательных веществ. В его составе присутствуют витамины B, D, E, K, P и провитамин A, а также несколько видов полезных белков [9].

В данной работе представлены результаты исследования порошка семян эспарцета (ПСЭ), полученного из обрубленных семян

эспарцета сорта Песчаный 1251 с их последующим измельчением на лабораторной мельнице (проход через сито 1 мм – 90 %).

Все исследования проводились на оборудовании ЦКП «Исследовательский центр пищевых и химических технологий» ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет».

Материалы и методы исследования

Липидный комплекс выделяли методом экстракции диэтиловым эфиром при температуре 20°C с использованием лабораторного реактора LR-2ST, фирма-изготовитель – IKA, Германия. Состав жирных кислот липидного комплекса определяли по ГОСТ Р 51486-99 с использованием газо-жидкостного хроматографа Кристалл-5000 и хроматографической колонки SOLGEL-WAX 30 м×0,32 мм ID SOLGEL-WAX×0,5μм. Массовую долю фосфора в липидном комплексе определяли калориметрическим методом по ГОСТ 31753-2012.

Состав сопутствующих липидов исследовали методом ТСХ с последующей денситометрией [6] и ВЭЖХ с использованием высокоэффективного жидкостного хроматографа Agilent 1260 Infinity, фирма-изготовитель Agilent Technology, США.

Оценку результатов экспериментов проводили с использованием современных методов расчета статической достоверности с использованием программ Statistica 6.0, Microsoft Office Excel 2007 и Mathcad.

Результаты исследования и их обсуждение

Несмотря на достаточно низкое содержание масла в составе семян эспарцета изучение состава липидного комплекса представляет несомненный интерес в связи со значительной ролью липидов в физиологии человека.

Известно, что недостаточное содержание в организме полиненасыщенных жирных кислот (PUFA) приводит к замедлению роста, некротическим поражениям кожи, изменениям проницаемости капилляров и другим патологическим нарушениям [1, 7]. Полиненасыщенные жирные кислоты являются предшественниками гормоноподобных веществ – простагландинов, проявляющих антиатерогенные, иммуномоделирующие, геропротекторные и другие физиологически функциональные свойства. К эссенциальным несинтезируемым организмом жирным кислотам относятся линолевая и линоленовая, из которых в процессе биосинтеза при участии витаминов B₁ (тиамина) и B₆ (пиридоксина) образуется арахидоновая кислота, обладающая наибольшей биологической эффективностью [1–3].

Оценку биологической эффективности липидного комплекса семян эспарцета проводили, анализируя состав жирных кислот

образующих его триацилглицеринов. Для сравнения представлены данные для липидных комплексов семян сои и подсолнечника как наиболее широко используемых для производства растительных масел [4]. Результаты анализа представлены в табл. 1.

другие физиологически активные свойства [2–7].

Согласно данным [10] использование в рационе питания больных алиментарно-зависимыми патологиями, для которых характерно снижение активности фермента

Таблица 1

Состав жирных кислот липидных комплексов

Наименование жирной кислоты	Состав жирных кислот липидных комплексов, % к сумме		
	Эспарцет	Соя [27]	Подсолнечник [28]
C _{14:0} Миристиновая	отсутствие	До 0,2	До 0,2
C _{16:0} Пальмитиновая	7,43	8,0–13,0	5,6–7,6
C _{18:0} Стеариновая	3,06	2,4–5,4	2,7–6,3
C _{20:0} Арахидиновая	0,55	0,1–0,6	0,2–0,4
C _{22:0} Бегеновая	0,80	отсутствие	0,5–1,3
C _{24:0} Лигноцериновая	0,29	До 0,4	0,2–0,3
Σ SFA	12,13	13,9–16,2	11,5–13,8
C _{16:1} Пальмитолеиновая	0,07	До 0,2	До 0,3
C _{20:1} Эйкозеновая	0,47	До 0,3	До 0,2
C _{22:1} Эруковая	0,24	До 0,3	До 0,2
C _{18:1} Олеиновая	24,95	17,7–26,1	14,0–39,4
Σ MUFA	25,73	18,2–26,4	14,5–39,6
C _{18:2} Линолевая	18,77	49,8–57,1	50,0–75,0
C _{18:3} Линоленовая	41,31	5,5–9,5	До 0,2
Σ PUFA	60,08	59,3–62,6	50,2–75,0

Как видно из данных, представленных в табл. 1, в отличие от липидных комплексов семян подсолнечника и сои, в составе триацилглицеринов которых преобладают линолевая (ω-6) и олеиновая (ω-9) кислоты, в составе липидов семян эспарцета преобладают линоленовая (ω-3) и олеиновая (ω-9) кислоты. Качественный и количественный состав других кислот для анализируемых липидных комплексов аналогичны.

Следует отметить, что с позиций современной нутрициологии именно количественный состав ω-6, ω-3 и ω-9 жирных кислот в определяющей степени характеризует физиологически функциональные свойства растительных масел [3]. Результаты современных медико-биологических и клинических исследований свидетельствуют о том, что полиненасыщенные жирные кислоты группы ω-3, а также моноеновые жирные кислоты группы ω-9 проявляют гипохолестеринемические, гиполипидемические и мембранопротекторные свойства, препятствуют тромбообразованию и проявляют

Δ6-десатуразы, осуществляющего метаболизм линолевой кислоты, продуктов или препаратов, содержащих линоленовую кислоту, обеспечивает действие так называемого «биологического шунта», так как позволяет обойти затрудненный участок метаболической цепи превращений.

Исходя из этого, масла с преобладающим содержанием ω-3 жирных кислот используют для создания продуктов функционального назначения, биологически активных добавок к пище (БАД) или фармацевтических препаратов, предназначенных для применения в составе комплексной терапии алиментарно-зависимых заболеваний, в том числе ожирения, атеросклероза, аритмии, гипертензии, тромбозов, артритов, сахарного диабета [3]. Напротив, в научной литературе имеются сведения, что чрезмерное потребление масел с преобладанием эссенциальных жирных кислот семейства ω-6 может спровоцировать развитие атеросклероза, заболеваний сердечно-сосудистой системы и других [2].

Рекомендуемое Институтом питания РАМН соотношение полиненасыщенных жирных кислот семейств ω -6 и ω -3 в жировом рационе здорового человека должно составлять (5–10):1, в лечебном питании (3–5):1 [10].

Основными источниками жирных кислот группы ω -3 являются жиры морских рыб и животных (до 30% – в суммарном жирнокислотном составе), а также льняное (30–60% – в суммарном жирнокислотном составе) и в меньшей мере рапсовое и рыжиковое растительные масла (7,0–15,0 и 20,0–39,0% – в суммарном жирнокислотном составе соответственно) [5, 8].

Учитывая изложенное, высокое (более 40%) содержание в масле семян эспарцета линоленовой ω -3 кислоты при достаточно низком (менее 20%) содержании линолевой кислоты ω -6 делает его перспективным средством коррекции жирнокислотного состава пищевых продуктов функционального и специализированного назначения, БАД, а также ценным сырьем для создания фармацевтических субстанций и препаратов.

Физиологическая ценность липидных комплексов растительного происхождения не исчерпывается их биологической эффективностью, так как наряду с триацилглицеринами, в их составе присутствует ряд сопутствующих липидов, обладающих самостоятельными физиологически функциональными свойствами.

Химический состав липидного комплекса семян эспарцета представлен в табл. 2. Показано, что в составе липидов семян эспарцета наряду с триацилглицеринами содержится около 40% сопутствующих липидов, среди которых преобладают стеринны, алифатические спирты, фосфолипиды и токоферолы. Указанные вещества относятся к физиологически функциональным пищевым ингредиентам, уровень их присутствия в продуктах питания является критерием функциональности последних.

Таблица 2
Химический состав липидного комплекса семян эспарцета

Наименование компонента	Содержание компонента, % к сумме
Триацилглицерины	62
Моно и диацилглицерины	4
Фосфолипиды	6
Стерины	8
Алифатические спирты	7
Свободные жирные кислоты	4
Токоферолы	6
Углеводороды, каротиноиды, воски	3

Таким образом, выполненные исследования показывают, что порошок семян эспарцета содержит ценные пищевые нутриенты в составе белкового и липидного комплексов. Между тем известно, что в составе растительного сырья наряду с пищевыми веществами могут содержаться опасные и потенциально опасные вещества. Так, например, семена растений семейства Бобовые отличаются высоким (около 6%) содержанием ингибиторов трипсина и химотрипсина, активных липоксигеназы и уреазы, гликопротеина сои, оказывающих негативное воздействие на организм человека. В связи с этим при разработке рекомендаций по использованию нового нетрадиционного сырья в пищевых целях необходимо проведение детальных исследований химического и биохимического состава, что будет являться предметом наших дальнейших исследований.

Работа выполнена в рамках гранта Президента РФ для государственной поддержки молодых российских ученых – кандидатов наук (МК-4970.2016.11) по теме «Исследование биохимической микроструктуры растительных пищевых волокон для создания профилактических кондитерских изделий с использованием современных методов нутриметаболики».

Список литературы

1. Бутина Е.А., Шаззо А.А., Корнена Е.П. Пищевая ценность и физиологическая активность кукурузных масел // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2009. – № 1. – С. 16–18.
2. Григорьева В.Н., Лисицин А.П. Факторы, определяющие биологическую полноценность жировых продуктов // Масложировая промышленность. – 2002. – № 4. – С. 14–17.
3. Ипатов Л.Г., Кочеткова А.А., Нечаев А.П. и др. Жировые продукты для здорового питания. Современный взгляд. – М.: ДеЛи принт, 2009. – 396 с.
4. Корнена Е.П., Калманович С.А., Мартовщук Е.В. и др. Экспертиза масел и жиров и продуктов их переработки. Качество и безопасность / под ред. В.М. Позняковского. Новосибирск: Сиб.Унив. изд-во, 2007. – 272 с.
5. О'Брайен Р. Жиры и масла. Производство, состав и свойства, применение. – СПб.: Профессия, 2007. – 752 с.
6. Паронян В.Х., Скрыбина Н.М. Аналитический контроль и оценка качества масложировой продукции. – М.: ДеЛи принт, 2007. – 312 с.
7. Поздняковский В.М. Гигиенические основы питания, качество и безопасность пищевых продуктов: учебник. – 5-е изд., испр. и доп. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2007. – 455 с.
8. Скурихин И.М., Нечаев А.П. Все о пище с точки зрения химика: справ. издание. – М.: Высшая школа, 1991. – 288 с.
9. Тарасенко Н.А., Красина И.Б., Кожина А.С. Разработка рецептуры вафельных хлебцев с использованием нетрадиционных источников белка растительного происхождения // Известия вузов. Пищевая технология. – 2014. – № 1. – С. 27–29.
10. Шабров А.В., Дадали В.А., Макаров В.Г. Биохимические основы действия микрокомпонентов пищи / под ред. В.А. Дадали. – М.: Аввалон, 2003. – 184 с.

ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ PARTHENOCISSUS QUINQUEFOLIA L. PLANCH. В ВИАЛЕСОМЕЛИОРАТИВНЫХ НАСАЖДЕНИЯХ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Терешкин А.В., Фроленкова М.Д.

*Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова,
Саратов, e-mail: mari.shadrina.91@mail.ru*

В статье рассматривается возможность использования лиан винограда девичьего пятилистчатого в защитных насаждениях вдоль дорог для повышения эстетической привлекательности виалесомелиоративных насаждений. Поставлены опыты по приживаемости черенков винограда в придорожных линейных защитных насаждениях в Левобережье Саратовской области, для которых установлены низкие показатели санитарной и эстетической оценки насаждений. По данным о приживаемости черенков и их линейным приростам проведен двухфакторный дисперсионный анализ. Обосновано лучшее место для посадки лиан и вид посадочного материала. Проведено компьютерное моделирование изменения эстетики придорожного пространства по мере роста лиан в защитной полосе. Установлена разница в особенностях фенологии винограда девичьего в условиях пригорода и города. Сделаны выводы о целесообразности использования винограда девичьего в насаждениях.

Ключевые слова: виноград девичий пятилистчатый, укорененные и неукорененные черенки, приживаемость черенков, линейные приросты, лиана, защитные насаждения, лесные полосы, эстетическая привлекательность, фенологические исследования

POSSIBILITY OF USE OF PARTHENOCISSUS QUINQUEFOLIA L. PLANCH. IN PROTECTIVE FOREST PLANTINGS ALONG TRANSPORT WAYS OF THE SARATOV REGION

Tereshkin A.V., Frolenkova M.D.

Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov, Saratov, e-mail: mari.shadrina.91@mail.ru

In article the possibility of use of lianas of parthenocissus quinquefolia l. planch. in protective plantings along roads for increase of their esthetic appeal is considered. Experiments on survival of shanks of grapes in roadside linear protective plantings in the Left bank of the Saratov region where low indicators of a sanitary and esthetic assessment of plantings are established are put. By data about survival of shanks and their linear gain the two-factor dispersive analysis is carried out. The best place for landing of lianas and a type of landing material is proved. Computer modeling of change of an esthetics of roadside space in process of growth of lianas in a protective strip is carried out. The difference in features of phenology of grapes in the conditions of the suburb and the city is established. Conclusions are drawn on expediency of use of parthenocissus quinquefolia l. planch. in plantings.

Keywords: Parthenocissus quinquefolia l. planch. the implanted and not implanted shanks, survival of shanks, linear gain, a liana, protective plantings, forest strips, esthetic appeal, phenological researches

Виалесомелиоративные насаждения в придорожных ландшафтах, наряду с защитными, выполняют и эстетические функции. Их декоративность зависит от деревьев и кустарников, использующихся в схеме смещения.

В практике озеленения населенных пунктов для повышения эстетической привлекательности небольших по площади участков используют вертикальное озеленение. Одним из вариантов является использование однолетних и многолетних лиан, в частности винограда девичьего [10]. По данным А.Л. Калмыковой, А.В. Терешкина, за короткий срок можно повысить эстетическую выразительность и быстро нарастить биомассу винограда девичьего пятилистчатого до 4 м в год [9]. Максимальная высота винограда в Ростовской области по

исследованиям Б.Л. Козловского может составлять до 25 метров [5].

Посадка винограда улучшает характеристики микроклимата и повышает экологические функции насаждений. Он обладает шумо-, пыле- и газозащитными свойствами, является источником фитонцидов [8].

Цель работы — оценить возможность повышения эстетических характеристик виалесомелиоративных насаждений за счет введения в них винограда девичьего пятилистчатого (*Parthenocissus quinquefolia* l. planch.).

Материалы и методы исследований

В лесополосах для оценки состояния насаждений было заложено 8 пробных площадей согласно общим положениям по закладке и перечислительной таксации пробных площадей [3]. Оценка их эстетического состояния проводилась по усовершенствованной методике О.В. Азаровой и А.В. Терешкина [1].

В 2014 и 2015 годах были поставлены опыты по приживаемости винограда девичьего в лесополосе вдоль участка автомобильной дороги Р236 у поселка Голубьевка Энгельсского района Саратовской области. Высажены укорененные и неукорененные однолетние зимние черенки в четырехкратной повторности по 50 шт. При этом в опыте рассмотрены два фактора: фактор А – посадка со стороны дороги (южная сторона, прямые солнечные лучи с востока) или со стороны поля (северная сторона); фактор В – укорененные или неукорененные зимние черенки. После посадки и на 15, 30 и 45 дни выполнен полив в объеме 1,5 литра на посадочное место. Линейные приросты в период вегетации измерялись через каждый месяц.

Двухфакторный дисперсионный анализ результатов опыта на 5%-ном уровне значимости рассчитан по методике Б.А. Доспехова [2].

Наблюдение фенологических ритмов лиан винограда девичьего проводилось в 2015 году в городских условиях г. Саратова, дачных участков г. Энгельса и в условиях опыта в Энгельском районе по методике С.В. Сидневой и П.И. Лапина, апробированной в Отделе дендрологии ГБС РАН [6].

Результаты исследований и их обсуждение

В типовых схемах смешения в придорожных насаждениях линейного типа, как правило, присутствуют ряды кустарников

различной высоты, а также ряды главной и сопутствующих пород. В условиях сухой степи часто создавались лесные полосы, где главной породой являлся вяз приземистый (*Ulmus pumila* L.). Здесь не предусматривалось использование кустарников, либо включался один вид – смородина золотая (*Ribes aureum* P.). В настоящее время такие полосы в Левобережье Саратовской области имеют низкие показатели сохранности, индекса жизненного состояния и эстетической привлекательности (табл. 1). Ряды кустарников и сопутствующих пород практически выпали из схем смешения.

Низкая сохранность и индекс жизненного состояния обусловлены высокой плотностью стволов деревьев в рядах, подавлением отстающих в росте деревьев и отсутствием своевременных лесоводственных уходов, вследствие чего они становятся сухостоем. Для повышения эстетической привлекательности таких полос сделана попытка включить в состав схем смешения виноград девичий пятилисточковый. В качестве опоры для него использовались стволы сухостойных деревьев.

Таблица 1

Характеристика пробных площадей Левобережья

Пробная площадь, расположение, р-н	Породы деревьев и кустарников	Количество рядов в схеме смешения	Средняя высота, м	Ширина придорожных полос с учетом закраек, м	Возраст, лет	Индекс ЖС породы (Lv), %	Индекс ЖС насаждения в целом (Lv), %	Сохранность насаждений, % / максимальный показатель в ряду	Балл эстетической оценки
1. Советский	См	1	1,1 ± 0,3	25	40	98,0	78,6	44,0 н/92,2	46
	В пр	4	7,1 ± 0,8			70,1			
	Яс з	3	5,1 ± 1,1			74,0			
2. Советский	В пр	8	4,9 ± 1,7	30	40	38,6	38,6	29,5 н/42,3	30
3. Марковский	См	1	1,1 ± 0,2	52,5	58	91,8	41,0	21,3 н/76,1	33
	Яс з	2	8,9 ± 1,8			22,4			
	В пр	17	10,1 ± 2,5			43,9			
4. Марковский	См	2	0,8 ± 0,2	49	55	84,2	39,6	37,7 н/77,5	37
	В пр	8	8,5 ± 2,6			36,1			
	Кл яс	2	4,8 ± 0,9			20,5			
5. Энгельсский	В пр	4	5,5 ± 1,4	18	40	31,3	31,8	41,0 н/45,5	32
	Кл яс	2	4,6 ± 0,7			32,8			
6. Энгельсский	Кл яс	7	4,7 ± 0,9	23,5	40	44,7	44,7	33,9 н/53,1	31
7. Энгельсский	См	1	0,9 ± 0,2	13,5	38	85	50,1	44,3 н/60,1	38
	В пр	3	7,3 ± 1,1			48,1			
	Яс з	1	5,8 ± 0,6			49,3			
8. Федоровский	В пр	5	6,1 ± 1,5	15	42	30,6	30,6	37,1 н/55,2	30

Примечание. н – неравномерное размещение деревьев в рядах.

Показания окончательных приростов основных побегов и приживаемости черенков на конец вегетации указаны в табл. 2, 4, дисперсионный анализ по полученным данным представлен в табл. 3 и 5.

Таблица 2

Приживаемость винограда девичьего на опытах

Повторность	Приживаемость, %		Средняя приживаемость, %	
	неукорененные	укорененные	неукорененные	укорененные
2014 год				
со стороны дороги				
1	50	66	50,5 ± 1,5	65 ± 2
2	48	64		
3	52	68		
4	52	62		
со стороны поля				
1	60	74	58,5 ± 2,5	74 ± 2
2	58	78		
3	54	74		
4	62	70		
2015 год				
со стороны дороги				
1	10	18	11 ± 4,5	16,5 ± 7,5
2	8	14		
3	6	4		
4	20	30		
со стороны поля				
1	8	16	18 ± 11	31,5 ± 13,3
2	6	30		
3	24	22		
4	34	58		

Таблица 3

Результаты дисперсионного анализа влияния места посадки и выбора посадочного материала на приживаемость черенков винограда девичьего

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	$f_{\text{ф}}$	$f_{\text{т}}$
2014 год					
Общая	1288	15	—	—	—
Фактор А	289	1	289,0	27,09	5,12
Фактор В	900	1	900,0	84,38	5,12
Взаимодействие АВ	1	1	1,0	0,09	5,12
Повторения	2	3	0,7	—	—
Остаток (ошибки)	96	9	10,7	—	—
$\text{HCP}_{05} = 4,91$					
2015 год					
Общая	2943	15	—	—	—
Фактор А	484	1	484,0	7,01	5,12
Фактор В	361	1	361,0	5,23	5,12
Взаимодействие АВ	64	1	64,0	0,93	5,12
Повторения	1413	3	471,0	—	—
Остаток (ошибки)	621	9	69,0	—	—
$\text{HCP}_{05} = 12,51$					

Таблица 4

Показатели линейного прироста винограда девичьего на опытах

Повторность	Максимальный прирост, см		Минимальный прирост, см		Средний прирост, см		Средний прирост для повторностей, см	
	неукорененные	укорененные	неукорененные	укорененные	неукорененные	укорененные	неукорененные	укорененные
2014 год								
со стороны дороги								
1	9,3	16,2	4,1	3,9	$6,3 \pm 1$	$8,6 \pm 2,1$	$6 \pm 0,4$	$8 \pm 0,7$
2	9,7	13,2	3,4	4,5	$5,8 \pm 1,1$	$7,8 \pm 2,2$		
3	9,1	13,9	3,1	4,1	$5,4 \pm 1$	$6,9 \pm 1,9$		
4	10,1	16,8	4,3	5,3	$6,4 \pm 1,4$	$8,8 \pm 2,1$		
со стороны поля								
1	8,5	15,3	2,2	4,8	$6 \pm 1,1$	$9 \pm 1,8$	$6,8 \pm 0,4$	$9,9 \pm 0,6$
2	10,1	15,5	5,7	4,5	$7,2 \pm 1$	$9,7 \pm 2,1$		
3	11,6	17,4	4,1	5,3	$6,9 \pm 2$	$10,2 \pm 2,5$		
4	11,2	17,5	4,2	6,0	$7,2 \pm 1,6$	$10,9 \pm 2,1$		
2015 год								
со стороны дороги								
1	2,2	4,6	1,0	0,2	$1,7 \pm 0,3$	$2,8 \pm 1,3$	$1,6 \pm 0,3$	$4,2 \pm 1,2$
2	3,0	13,2	0,5	0,7	$1,8 \pm 0,8$	$5,7 \pm 3,3$		
3	1,7	5,3	0,2	4,8	$0,9 \pm 0,5$	$5,1 \pm 0,3$		
4	4,5	6,3	0,5	1,5	$1,9 \pm 0,9$	$3,3 \pm 1,3$		
со стороны поля								
1	2,4	2,9	0,3	0,1	$1,5 \pm 0,6$	$1,8 \pm 0,8$	$1,7 \pm 0,3$	$4,4 \pm 2,3$
2	1,4	16,0	1,0	0,1	$1,2 \pm 0,2$	$9 \pm 3,8$		
3	4,9	6,8	0,3	0,9	$1,8 \pm 1,1$	$3,1 \pm 1,5$		
4	4,3	10,5	0,3	0,2	$2,2 \pm 1$	$3,5 \pm 2,1$		

Таблица 5

Результаты дисперсионного анализа влияния места посадки и выбора посадочного материала на приросты черенков винограда девичьего

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	$f_{\text{ф}}$	$f_{\text{т}}$
2014 год					
Общая	41,43	15	—	—	—
Фактор А	7,7	1	7,7	19,71	5,12
Фактор В	26,78	1	26,8	68,56	5,12
Взаимодействие АВ	1,16	1	1,2	2,96	5,12
Повторения	3,52	9	0,4	—	—
Остаток (ошибки)	2,28	3	0,8	—	—
$HCP_{05}=0,94$					
2015 год					
Общая	65,82	15	—	—	—
Фактор А	0,05	1	0,1	0,019	5,12
Фактор В	28,36	1	28,4	10,5	5,12
Взаимодействие АВ	0,001	1	0,0	0,0002	5,12
Повторения	24,31	9	2,7	—	—
Остаток (ошибки)	13,11	3	4,4	—	—
$HCP_{05}=2,48$					

Местоположение	Месяц							
	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь
г. Саратов								
дачные участки г. Энгельса								
лесополоса на Левобережье Саратовской области								

Условные обозначения  зеленые листья  осеннее окрашивание  цветение  плодоношение

Результаты фенологических наблюдений винограда девичьего пятилистничкового в 2015 году

Низкая приживаемость в 2015 году обусловлена погодными условиями в Саратовской области [7]. Из-за засухи и неравномерного выпадения осадков и быстрого нарастания температур в защитных насаждениях вдоль дорог появился свежий сухостой, что особенно было заметно в Левобережье, где проводился опыт.

По данным дисперсионного анализа можно сделать вывод, что на приживаемость черенков достоверно влияет как посадка со стороны поля или со стороны дороги, так и выбор посадочного материала – укорененных или неукорененных черенков. При взаимодействии двух факторов А и В влияние не установлено. Таким образом, нулевая гипотеза, о том, что между средними по вариантам нет статистических различий, отвергается. За 2014 год разница между средними значима между всеми вариантами. За 2015 год существенна разница между средними у укорененных черенков, высаженных вдоль поля и всеми остальными вариантами. При этом самые высокие показатели приживаемости у укорененных черенков, высаженных вдоль поля, что видно в табл. 2.

Приросты винограда девичьего за 2014 год также зависимы от обоих факторов посадки, но при посадке в 2015 году существенное различие показали только приросты укорененных или неукорененных черенков, независимо от места посадки. За два года наблюдения лучшие приросты отмечены у черенков со стороны поля.

Лучшие показатели отмечены у укорененных черенков, посаженных со стороны поля, т.к. они имели притенение от прямых солнечных лучей в период отсутствия дождей, т.е. происходило меньшее испарение с почвы и растений влаги, и при их развитии они меньше конкурировали с сорняками, чем черенки, высаженные вдоль дороги. В благоприятных погодных условиях возможно достичь более высоких результатов.

Поскольку за время опытов невозможно оценить влияние лиан на эстетику лесополос, применено компьютерное моделирование с помощью программы Realtime Landscaping Photo 2013. Эстетическая оценка при этом увеличилась на 16 баллов, что составляет 16 %, с учетом восстановления выпавших рядов кустарников и очистке территории от мусора и валежника.

Фенологические наблюдения проводились для определения длительности периода повышения эстетической оценки полос с помощью лиан винограда девичьего. Результаты представлены на рисунке.

По данным фенологического анализа вегетационный период винограда девичьего в условиях лесополосы длится 182 дня, что меньше, чем в условиях г. Саратова и дачных участков Энгельса на 13 дней и 29 дней соответственно, в связи с условиями произрастания. Листопад винограда заканчивается до наступления устойчивых осенних заморозков, что хорошо сказывается на его сохранности в лесополосах степной и лесостепной зон [4].

Выводы

Результатами статистической обработки опытных данных доказана возможность размещения винограда девичьего пятилисточкового в виалесомелиоративных насаждениях Левобережья Саратовской области, что позволит повысить эстетическую оценку насаждений на 16%. Необходима разработка технологии озеленения лианами с минимальными затратами бюджета и труда.

Список литературы

1. Азарова О.В., Терешкин А.В. Средообразующие функции защитных лесных насаждений в системе озеленения городов Поволжья. – Саратов: Издательский центр «ПАТА», 2012. – 144 с.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): уч. пособие для высш. учеб. заведений. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
3. Кабанов М.В., Трус М.В., Терешкин А.В. Таксация пробных площадей: методические указания к дипломному проектированию для студентов специальности 260400 – Лесное хозяйство. – Саратов: Изд-во Саратовского государственного аграрного университета имени Н.И. Вавилова, 2004. – 72 с.
4. Калмыкова А.Л. Использование лиан в вертикальном озеленении населенных пунктов степи и лесостепи Поволжья: диссертация кандидата сельскохозяйственных наук. – Волгоград, 2009. – 159 с.
5. Козловский Б.Л. Ассортимент древесных растений для зеленого строительства в Ростовской области: монография / Б.Л. Козловский, Т.К. Огородникова, М.В. Куропятников, О.И. Федоринова – Ростов н/Д: Изд-во ЮФУ, 2009. – 416 с.
6. Лапин П.И., Сиднева С.В. Оценка перспективности интродукции древесных растений по данным визуальных наблюдений // Опыт интродукции древесных растений. – М.: Гл. ботан. сад, 1973. – С. 7–67.
7. Погода и климат. Климат Саратова [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.pogodaiklimat.ru/climate/34171.htm> (дата обращения: 15.11.2015).
8. Сайт о саде, даче и комнатных растениях. Виноград девичий пятилисточковый [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://vsaduidoma.com/2011/05/14/devichij-vinograd%E2%80%93posadka-i-uxod-za-etoj-dekorativnoj-lianoj> (дата обращения: 26.12.2015).
9. Терешкин А.В., Калмыкова А.Л. Состояние интродуцированных лиан в условиях г. Саратова // Бюллетень ботанического сада саратовского государственного университета. – Саратов: Саратовский национальный исследовательский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского, 2006. – № 5. – С. 167–169.
10. Терешкин А.В., Калмыкова А.Л., Ишутина Е.И. Сравнительный анализ использования многолетних и однолетних лиан для вертикального озеленения в г. Саратове // Аграрный научный журнал. – Саратов: Саратовский ГАУ им. Н.И. Вавилова, 2014. – С. 35–37.

УДК 635.657

РОЛЬ ГЕНОФОНДА НУТА (*CICER ARIETINUM* L.) ИЗ КОЛЛЕКЦИИ ЗЕРНОБОБОВЫХ КУЛЬТУР В РЕШЕНИИ ЗАДАЧ СЕЛЕКЦИИ В АЗЕРБАЙДЖАНЕ

Шихалиева К.Б., Акперов З.И., Амиров Л.А., Гасанова С.К., Бабаева С.М.

*Институт генетических ресурсов Национальной академии наук Азербайджана,
Баку, e-mail: kamila53@mail.ru*

Статья содержит обзор направлений по сбору, изучению, приумножению и полезности использования генофонда зернобобовых культур в селекционных направлениях. Проведенные исследования показали что одной из основных задач селекции является подбор подходящих сортов и форм с высокой урожайностью и создание новых сортов, более пригодных для механизированной уборки – высокорослых с высоким прикреплением нижних бобов, дружно созревающих и неосыпающихся, а также устойчивых к грибным, бактериальным и вирусным заболеваниям. С учетом требований настоящего времени и агроклиматического потенциала страны за последние годы в коллекцию включены около 400 образцов нута, представленных экспедиционными сборами, местными и селекционными сортами с известными свойствами, собранными со всех регионов республики и некоторые интродуцированные зарубежные сорта из Международного научно-исследовательского центра ICARDA. По актуальным направлениям селекции нами создан новый сорт нута «Джамия», который проходит государственное сортоиспытание.

Ключевые слова: Апшерон, нут, сорт, генетические коллекции, урожайность

ROLE OF CHICKPEA GENEPOOL (*CICER ARIETINUM* L.) FROM LEGUME COLLECTION IN THE SOLUTION OF BREEDING PROBLEMS IN AZERBAIJAN

Shikhalieva K.B., Akperov Z.I., Amirov L.A., Gasanova S.K., Babaeva S.M.

Institute of Genetic Resources of ANAS Azerbaijan, Baku, e-mail: kamila53@mail.ru

The article contains an overview of areas to collect, study, augmentation, conservation and utility of the gene pool of legumes in the breeding areas. Studies have shown that one of the main tasks of selection is the selection of suitable varieties and forms with high productivity and development of new varieties more suitable for mechanical harvesting – tall with high attachment of lower beans, maturing and nonshattering together, as well as resistance to fungal, bacterial and viral diseases. Taking into account the requirements of the present time and agroclimatic potential of the country in recent years, about 400 accessions of chickpea were included into collection, presented by expedition collections, local and breeding varieties with known properties, collected from all regions of the country and some introduced varieties obtained from International scientific research center ICARDA. In the relevant areas of the selection we have created new variety of chickpea «Jamila», which extends the state variety trials.

Keywords: Apsheron, chickpea, variety, genetic collections, productivity

Использование генетических ресурсов растений для создания улучшенных культур и сортов, адаптированных к специфическим условиям конкретных агроэкосистем, имеет ключевое значение для обеспечения продовольственной безопасности и устойчивого производства сельскохозяйственных культур. Для реализации продовольственной программы страны громадным потенциалом обладают зернобобовые культуры, наиболее распространенными из которых являются фасоль, горох, нут и чечевица. Эти культуры характеризуются высоким содержанием белков, клетчатки, различных витаминов и аминокислот, а также обладают большой энергетической ценностью. Зернобобовые входят в продуктовую корзину, используемую при разработке стратегий содействия в обеспечении населения продовольствием в рамках Всемирной продовольственной программы [7]. Зернобо-

бобовые культуры также являются бережливыми и экономными «хозяевами» на поле, они улучшают почву, а соответственно, являются отличными предшественниками для многих культур [3].

Нут возделывают более чем в 55 странах, характеризующихся засушливым климатом, он служит основной бобовой культурой в Южной Азии, на Среднем Востоке, в Восточной Африке, на Западном Средиземноморье, в Австралии и Мексике [1]. Как показали исследования, в семенах нута содержание антипитательных веществ – ингибиторов трипсина в 21,1 раза ниже, чем в семенах сои, и в 2,5 раза ниже, чем в семенах гороха [4]. Благодаря симбиозу с клубеньковыми бактериями нут считается самым лучшим предшественником для других культур в зонах возделывания [1]. Нут, произрастающий в Азербайджане, содержит полный набор аминокислот

и характеризуется высоким содержанием лизина, гистидина, аргинина. Сравнение белков нута по содержанию незаменимых аминокислот с белками некоторых продуктов показывает, что по количеству лизина, треонина, триптофана и гистидина они очень близки к белкам молока и мяса, значительно превосходят белок пшеничной муки [5]. Как известно, современные сорта зернобобовых культур хорошо растут как на плодородных, так и на бедных почвах с pH от 5,0 до 7,5. К тому же это высокопроизводительный биоавтомат по фиксации азота воздуха. Азот корневых и пожнивных остатков практически не вымывается, т.к. минерализуется постепенно, в течение 3–5 лет.

В связи с глобальными изменениями климата в земледелии возникает необходимость расширения зоны возделывания засухоустойчивых культур. По сравнению с другими зернобобовыми культурами нут отличается высокой засухоустойчивостью. Это объясняется тем, что в последние годы во многих сельскохозяйственных зонах республики, подверженных периодической засухе (Ширван, Южная Мугань, Нахчыванская АР), происходит увеличение посевных площадей под нут, одну из самых засухоустойчивых и жаростойких среди зерновых бобовых культур. Нут в Азербайджане возделывается с незапамятных времен и в настоящее время выращивается на площади более 6 тысяч гектаров, а его урожайность колеблется от 4 до 17 центнеров с гектара. Из-за высокой потребности местного населения в нуте он импортируется из Турции и Ирана.

Для повышения эффективности селекции нута необходимо вести целенаправленный поиск новых источников высокой продуктивности, крупносемянности, устойчивости к биотическим и абиотическим стрессорам. Выведение новых сортов соответствующих параметрам модели, базируется в первую очередь на разнообразии исходного материала. Следует также отметить, что подавляющее большинство районированных сортов зернобобовых культур выведено методами индивидуального и массового отбора и в меньшей мере методом гибридизации.

Включение новых образцов в коллекцию ведется с учетом приоритетных направлений селекционного улучшения культуры нута в республике: высокой семенной продуктивности, скороспелости, крупносемянности, высокого прикрепления нижних бобов (для механизированной уборки),

устойчивости к полеганию (компактная форма куста), устойчивости к аскохитозу и фузариозу, засухоустойчивости и жаростойкости, легкой развариваемости зерна, высокого содержания в семенах белка и жира. Продовольственные сорта нута должны иметь светлую окраску семян (для кормовых сортов окраска семян не имеет значения) [2]. Постоянно ведется поиск источников всех перечисленных признаков.

Основной целью работы было всестороннее изучение коллекции образцов нута и выделение наиболее ценного исходного материала для использования в селекционных программах.

Материалы и методы исследований

Исследования местных образцов нута из коллекции Национального Генбанка Азербайджана и интродуцированных образцов нута, полученных из Генбанка ICARDA, проводились на опытном участке Апшеронской экспериментальной базы Института Генетических Ресурсов НАНА. Климат Апшерона – климат умеренно теплых полупустынь и сухих степей. Лето сухое жаркое, осень теплая солнечная, зима мягкая. На климат большое влияние оказывает Каспийское море. Опытный участок находится на высоте 80 м над уровнем моря. Средняя многолетняя годовая температура воздуха +14,2°C. Более 8 месяцев (с марта по октябрь) на Апшероне – засушливые. Средняя температура января 3,4–3,8°C, июля – 25,4°C. Морозы в основном приходятся на январь и февраль (до 6–8°C) и носят неустойчивый характер. Осадки большей частью выпадают в зимне-весенний период (150–200 мм). В период вегетации зернобобовых культур подзимних сроков сева выпадающие здесь осадки не обеспечивают их нормального развития и поэтому посевы нуждаются в искусственных поливах не менее 5 раз в период с мая по июнь. В целом климатические условия Апшерона для культур зерновых и зернобобовых являются экстремальными. Песчаные, сероземно-бурые почвы Апшерона бедны основными питательными элементами (азотом, фосфором). Содержание гумуса в почвах невысокое: в верхних слоях колеблется от 1,29–1,76%, а в нижнем слое – 0,44%. Количество общего азота колеблется от 0,11 до 0,05%, однако начиная с 28 см слоя почвы и дальше этот элемент отсутствует. Посевы нуждаются в ежегодном внесении фосфорно-калийных удобрений осенью (суперфосфат, из расчета – 200–250 кг/га), калийных (калий-фосфат 100–115 кг/га) и азотных (азот 90 кг/га) удобрений в подкормку весной.

Посев коллекционных образцов проводили в третьей декаде ноября 2014 года вручную. Стандартный образец высевали через каждые 20 образцов. Начало прорастания отмечали 10–11 декабря, всхожесть – 15–20 декабря, начало цветения – 1 мая, полное цветение – с 3 по 18 мая. Созревание семян у разных образцов нута наблюдалось с 19 по 22 июня. Коллекционные образцы нута изучали и оценивали в соответствии с методическими указаниями и классификатором ICARDA [8].

Проводили структурный анализ растений по ценным селекционным признакам, определяющим семенную продуктивность и приспособленность

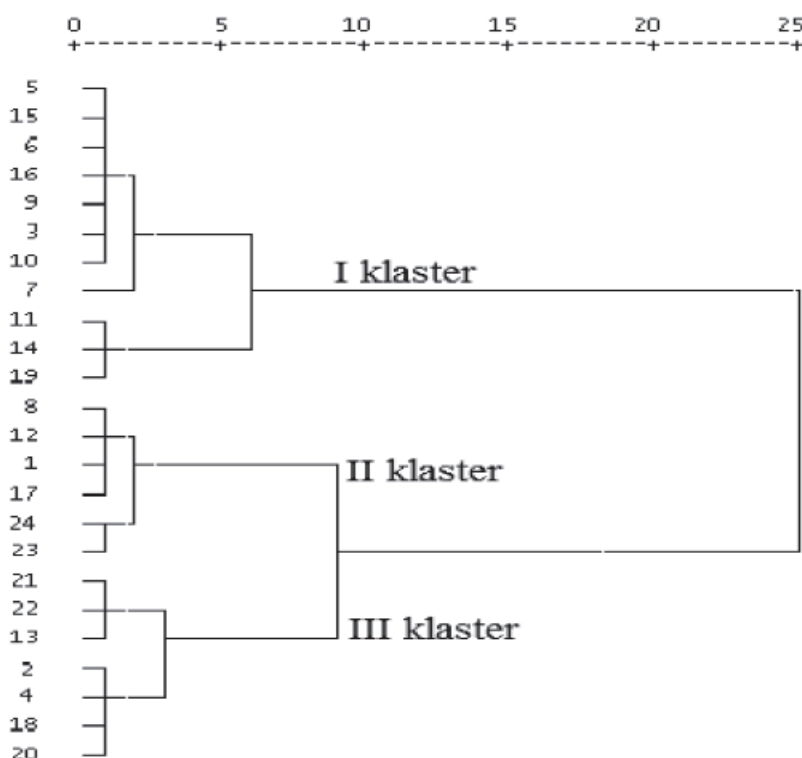
к механизированному возделыванию. Ботаническое описание, изучение и оценку всех образцов осуществляли при сравнении со стандартом. Измеряли высоту растения от почвы до его высшей точки (см), высоту прикрепления нижнего боба (см), число продуктивных ветвей, число бобов на одном растении, массу семян с одного растения, массу 1000 семян (г). В течение вегетации проводили фенологические наблюдения и отмечали продолжительность межфазных периодов.

Результаты исследований и их обсуждение

Поскольку одной из основных задач селекции является подбор подходящих образцов нута с высокой урожайностью и создание на их основе новых сортов, более пригодных для механизированной уборки – высокорослых, с высоким прикреплением нижних бобов, дружно созревающих и неосыпающихся, а также устойчивых к грибным, бактериальным и вирусным болезням, нами всесторонне изучалась коллекция нута. Предварительные результаты наших исследований свидетельствуют о том что перенесение срока посева с весеннего на ранневесенний или подзимний в умеренных климатических зонах обеспечивает значительный прирост урожая нута. При проведении структурного анализа растений нута нами было установлено, что высота

растений, сухая масса, количество бобов и семян с одного растения при осеннем сроке посева были выше (на 20–25 %), чем при весеннем [6].

Вегетационный период у стандартного образца – сорта Нармин составил 202 суток, а у коллекционных образцов его продолжительность варьировала в пределах 210–216 суток. Средняя высота растений у стандартного образца нута составила 55 см, а у коллекционных образцов – от 47 до 76 см. Число бобов с одного растения у стандартного образца составило 35, а у коллекционных образцов от 28 до 119 бобов. Масса 1000 семян у стандартного образца составила 378 г, у коллекционных образцов минимальное значение – 268 г, максимальное – 420 г. По этому признаку выделились образцы ICARDA Flip 09-105 (420 г), Flip 05-83 (396 г), Flip 05-36 (396 г), Flip 09-313 (380 г), Flip 09-279 (380 г) и новый сорт Джамиля (396 г). Масса семян с единицы площади у сорта Нармин составила 544 г/м², этот показатель у коллекционных образцов в среднем составил 300 г/м² при варьировании от 30 до 727,3 г/м². Нами были отобраны три образца со значительным превышением этого показателя: 727,3 г/м² у образца Flip 05-59, 705,4 г/м² у образца Flip 09-306, 653,6 г/м² у образца



Кластеризация генотипов на основе морфологических признаков

Flip 03-57. Для анализа результатов исследования основных хозяйственно ценных признаков у изучаемых образцов нута применялся метод кластерного анализа. Для построения дендрограммы использовали евклидовое расстояние и метод невзвешенной попарной группировки с усреднением (UPGMA – unweighted pair group method using arithmetic averages). По наиболее значимым хозяйственно ценным признакам (высота растения, число продуктивных ветвей, высота прикрепления нижнего боба, число бобов на одном растении, биологическая продуктивность) проведен статистический анализ с использованием программного пакета SPSS с дальнейшей их группировкой.

Дендрограмма составлена на основании показателей структурных элементов продуктивности у выборочных образцов нута (*C. arietinum L.*) из коллекции ICARDA. По результатам наших исследований видно что все изученные генотипы по совокупности морфологических признаков были классифицированы на 3 основные группы. Полученная дендрограмма позволила сгруппировать генотипы в зависимости от уровня семенной продуктивности. Первый кластер выделился наибольшим числом образцов. В данном кластере сгруппировались генотипы, отличающиеся сравнительно низким уровнем продуктивности. В то же время по показателю массы 1000 семян у образцов этой группы был отмечен максимальный показатель. Во втором кластере объединились среднерослые и среднепродуктивные образцы. Значение по признаку биологической продуктивно-

сти незначительно превысило общий средний показатель. Стандартный сорт Нармин локализовался в данном кластере. Третий кластер объединил самые продуктивные генотипы. Эти генотипы характеризуются высокой массой зерен и высокорослостью, с высоким прикреплением нижних бобов и числом бобов на растении.

В результате изучения сортообразцов нута были выделены перспективные образцы, которые могут быть с успехом использованы как исходный материал для селекции нута. Они отличились значительной высокорослостью, массой 1000 семян и числом семян с делянки: Flip. 06-38, Flip. 05-59, Flip. 05-36, Flip. 09-105.

По массе зерна с делянки были выделены превосходящие стандартный сорт образцы: новый сорт Джамиля, Flip. 08-13, Flip. 00-19, Flip. 09-306, Flip. 05-59, Flip. 06-38, Flip. 03-57.

Местный генофонд нута в основном восприимчив к аскохитозу. Среди изученных генотипов нута наилучшими источниками устойчивости к аскохитозу оказались образцы из коллекции ICARDA: Flip. 96-706, Flip. 04-25, Flip. 97-32, Flip. 03-34, Flip. 03-36, Flip. 01-52, Flip. 03-48 и новый районированный сорт Султан. Из выделенных нами образцов нута отобраны элитные растения и созданы отдельные линии.

Следует отметить, что семенной материал некоторых форм нута, выделившихся комплексом хозяйственно ценных признаков, в том числе засухо- и аскохитоустойчивостью, был размножен и передан фермерским хозяйствам Сальянского, Кусарского и Габалинского районов республики.

Средние показатели структурных элементов продуктивности у образцов нута

Кластеры	I	II	III	Средний показатель
Номера образцов	3, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 14, 15, 16, 19	1, 8, 12, 17, 23, 24	2, 4, 13, 18, 20, 21, 22	
Высота растения, см	55,1	63,2	68,0	62,2
Число продуктивных ветвей, шт.	3,1	2,5	2,5	2,7
Высота прикрепления нижнего боба, см	27,2	24,5	27,0	26,2
Число бобов на растении, шт.	61,5	68,3	77,5	70,3
Масса 1000 семян, г	350,0	340,0	310,0	333,0
Биологическая продуктивность с 1,5 м ² /г	396,5	587,0	679,0	554,2

Примечания: 1 – Нармин; 2 – Джамиля; 3 – Flip 08-13; 4 – Flip 00-19; 5 – Flip 09-279; 6 – Flip 09-59; 7 – Flip 09-105; 8 – Flip 09-312; 9 – Flip 09-313; 10 – Flip 09-62; 11 – Flip 88-85; 12 – Flip 09-293; 13 – Flip 09-306; 14 – Flip 07 TH – 127; 15 – Flip 05-83; 16 – Flip 06-141; 17 – Flip 07-201; 18 – Flip 09-30; 19 – Flip 09-28; 20 – Flip 05-36; 21 – Flip 05-59; 22 – Flip 97-25; 23 – Flip 06-38; 24 – Flip 03-57.

В результате проведенных исследований в Государственную комиссию по испытанию и охране селекционных достижений АР был представлен новый высокорослый, зимостойкий, аскохитоустойчивый и высокоурожайный сорт нута «Джамиля», полученный нами методом повторного индивидуального отбора из коллекции ICARDA. Сорт «Джамиля» характеризуется высокорослыми растениями (70–75 см), масса 1000 семян составляет 420–430 г. Высота прикрепления нижних бобов над поверхностью почвы – 20–25 см, что позволяет проводить механизированную уборку. Сорт неполегающий, зимостойкий, высокоурожайный, устойчивый к заболеваниям и условиям выращивания. Содержание белка в семенах составляет 25,52%. Урожайность семян 18–22 ц/га.

Заключение

В последние годы в коллекцию зернобобовых растений Института генетических ресурсов НАНА включено около 400 образцов нута, представленных экспедиционными сборами, местными и интродуцированными сортами Международного научно-исследовательского центра ICARDA, из которых в результате проведенных исследований были отобраны образцы нута, отличающиеся высокорослостью, массой 1000 семян и числом семян с делянки (Flip. 06-38, Flip. 05-59, Flip. 05-36, Flip. 09-105); массой зерна с делянки (сорт Джамия, Flip. 08-13, Flip. 00-19, Flip. 09-306, Flip. 05-59, Flip. 06-38, Flip. 03-57), устойчивостью к аскохитозу (Flip. 96-706, Flip. 04-25, Flip. 97-32,

Flip. 03-34, Flip. 03-36, Flip. 01-52, Flip. 03-48, сорт Султан). В ходе реализации селекционной программы с использованием полученных результатов нами был выведен новый высокорослый зимостойкий, аскохитоустойчивый и высокоурожайный сорт «Джамиля» методом повторного индивидуального отбора из коллекции ICARDA.

Список литературы

1. Булынец С.В., Новикова Л.Ю. и др. Корреляционные связи селекционных признаков, определяющих продуктивность образцов нута (*Cicer arietinum* L.) из коллекции ВИР в условиях Тамбовской области. // С.-х. биология. – 2015. – Т. 50. – № 1. – С. 64–65.
2. Голубев А.А., Булынец С.В. и др. Каталог мировой коллекции ВИР. Нут (Устойчивость образцов к аскохитозу). – Л.: ВИР, 1988. – Вып. 456. – С. 28.
3. Купцов Н.С., Борис И.И. Зернобобовые культуры и их значение в сельскохозяйственном производстве Беларуси [Электронный ресурс]. – <http://old.agriculture.by/archives/2014>. – С. 2.
4. Молодченкова О.О., Адамовская В.Г. и др. Основные биохимические компоненты семян зернобобовых культур, определяющие их питательную ценность // Селекция и генетика бобовых культур: современные аспекты и перспективы: тезисы Международной научной конференции 23–26 июня 2014 г. – Одесса, Украина, 2014. – С. 148–150.
5. Павловская Н.Е. Белковый комплекс семян зернобобовых культур и перспективы повышения его качества // Научное обеспечение производства зернобобовых и крупяных культур. – Орел, 2004. – С. 56–66.
6. Шихалиева К.Б. – Селекционная оценка коллекций нута и чечевицы в условиях Азербайджана // Интродукция, сохранение и использование биологического разнообразия культурных растений: материалы XI Международной научно-методической конференции 9–13 июня, 2014. Часть 2. – Махачкала, 2014. – С. 194–196.
7. По всему миру отмечают запуск годовой инициативы ООН – Международного года зернобобовых-16 [Электронный ресурс]. – URL: <http://tass.ru/press-relizy/2418693> (дата обращения 01.03.2016).
8. Descriptors for Chickpea (*Cicer arietinum* L.) IBPGR, ICARDA, ICARDA. – Rome, 1993.

УДК 624.01

КОМПЛЕКСНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И МЕРОПРИЯТИЯ ПО РЕШЕНИЮ ПРОБЛЕМ НЕГЕРМЕТИЧНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ КОЛОНН САМОТЛОРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

¹Апасов Т.К., ²Мухаметшин В.Г., ¹Апасов Г.Т.¹ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», Тюмень, e-mail: apasov-timur@mail.ru;²ОАО «НижневартовскНИПИнефть», Нижневартовск

Проблема негерметичности эксплуатационных колонн (ЭК) в свете «стареющих» месторождений является крайне актуальной задачей для многих нефтегазоносных областей. Нарушения герметичности ведут к остановкам работы скважин, вследствие чего эксплуатация становится нерентабельной. На примере Самотлорского месторождения, проведены комплексные исследования причин и характера нарушения герметичности ЭК, разработана программа применения превентивных мер по продлению срока службы действующих скважин и технологии защиты ЭК новых скважин. Для решения проблем по ликвидации негерметичностей колонн в нефтяных скважинах предлагается технология и быстросхватывающийся тампонажный состав на основе карбамидоформальдегидной смолы для пластовых температур от 20 до 120 °С вместо традиционного портландцемента. Предложенные технология и состав практически апробированы на скважинах № 36, 39 Южно-Охтеурского месторождения и рекомендованы для промышленного внедрения.

Ключевые слова: негерметичность эксплуатационной колонны, технологические и технические факторы, коррозионная среда, исследования причин, пробуренные скважины, карбамидоформальдегидная смола

INTEGRATED RESEARCH AND ACTION TO ADDRESS PROBLEMS LEAKAGE PRODUCTION CASING SAMOTLOR FIELD

¹Apasov T.K., ²Mukhametshin V.G., ¹Apasov G.T.¹*Federal Budget Educational Institution of Higher Education «Tyumen Industrial University», Tyumen, e-mail: apasov-timur@mail.ru;*²*Nizhnevartovsk NIP Ineft, Nizhnevartovsk*

The problem of leaking production tubing in mature fields is a very urgent task. tightness Leaks lead to shutdowns of wells, resulting in the exploitation becomes unprofitable. For example, the Samotlor field, carried out comprehensive research into the causes and nature of the breach of integrity, has developed a program of preventive measures to extend the life of existing wells and new wells protection technology. To solve the problems on the Elimination of leaks columns in oil wells proposed technology and Rapid plugging compound based on urea-formaldehyde resin, in reservoir temperatures of 20 to 120 °C, instead of the traditional Portland cement. The proposed technology and structure, practically tested in wells number 36, 39 South Ohteurskogo field and recommended for industrial implementation.

Keywords: production casing leaks, technological and technical factors, corrosive environment, research into the causes, drilled wells, urea-formaldehyde resin

Проблема негерметичности эксплуатационной колонны (ЭК) добывающих и нагнетательных скважин на нефтяных месторождениях Западно-Сибирского региона и других месторождениях, с каждым годом приобретает все большую актуальность, поскольку нарушения герметичности колонн ведут к росту обводненности добываемой продукции, вследствие которого эксплуатация скважин оказывается нерентабельной. Коррозионная среда, стареющие материалы металлов и цементов, напряжения, вызванные разницей внутрискважинного и пластового давлений, наличие интервалов интенсивного набора кривизны и прочие геолого-технологические причины приводят к нарушению герметичности обсадных колонн (ОК) и укорачивают срок их службы. Основываясь на вышеперечисленных

факторах [4, 5], авторы уверены, что работу по применению превентивных мер для любого месторождения необходимо разделить на три основных этапа:

I этап – анализ отказов скважин по причине негерметичности ЭК;

II этап – обследование и оценка коррозионного состояния ЭК;

III этап – разработка технологий и методов по защите и ликвидации негерметичностей ЭК.

По Самотлорскому месторождению в пределах деятельности ОАО «РН-Нижневартовск» на первом этапе работ был собран и проанализирован весь материал по скважинам, характеризующимся нарушениями герметичности ЭК. Всего было проанализировано 1203 заключения (файла) по определению технического состояния ЭК,

из которых 637 соответствовали поставленной задаче (по 467 скважинам), что и составило основу дальнейшей работы. На основе многофакторного анализа были выделены четыре основные группы факторов:

1. Геологические факторы, влияющие главным образом с внешней стороны ЭК: пласты с агрессивными гидрогеологическими условиями; литологический состав горных пород, наличие разломов и кавернозности; влияние температуры, давления горных пород.

2. Технологические и технические факторы: влияние зенитного и азимутального углов ствола скважины; несоответствие геологическим условиям конструкций скважин, компоновок применяемых обсадных

метичностей колонн не выявлено. Однако основной объем негерметичностей (75%) сконцентрирован в интервале 1300–1700 м, относящихся к пластам Покурской свиты.

Среди технологических и технических факторов по результатам анализа фонда скважин Самотлорского месторождения были выделены основные механизмы, приводящие к появлению негерметичностей в ЭК: влияние зенитного и азимутального углов наклона пробуренных скважин, а также влияние в районе глубин расположения УЭЦН. На рис. 1 представлено распределение основных факторов, влияющих на появление герметичностей в ЭК по массиву 180 скважин.

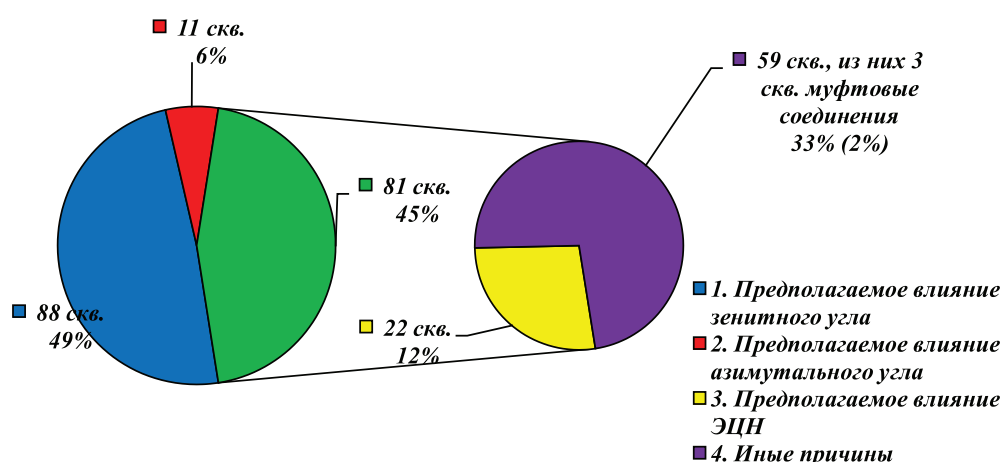


Рис. 1. Распределение причин негерметичности ЭК

труб, технологий цементирования обсадных колонн, качество металла; влияние подвески УЭЦН на образование негерметичности (электромагнитные поля, солеотложения и их удаление); история эксплуатации скважины (возраст, длительность эксплуатации при добыче в агрессивной среде (высокая обводненность), количество ПРС, КРС, ГТМ).

3. Геохимические факторы: физико-химический состав пластовых вод в пределах исследуемой площади; физико-химический состав вод для заводнения и агрессивных жидкостей для интенсификации добычи нефти, их коррозионная агрессивность.

4. Субъективные факторы: опыт и квалификация исполнителей: нарушение организации процесса спуска ЭК, применение некачественных труб, недовинчивание резьбовых соединений и другие.

По результатам анализа влияние геологических факторов на появление негер-

На втором этапе дополнительно исследованы коррозионные механизмы и их направления развития по внешней и внутренней поверхности ЭК. Для определения направления развития коррозии были использованы скважинные приборы: гамма-дефектоскоп-толщиномер (СГДТ) и скважинный акустический телевизор (САТ). Первый прибор определяет потерю толщины стенки, второй – изменение внутреннего эллипса скважины (направление потерь). По результатам сканирования эксплуатационных колонн на двух скважинах было установлено существенное уменьшение толщины стенки в определенных интервалах, при этом прибор САТ показал, что на обеих скважинах имеет место эллипсность внутреннего диаметра эксплуатационных колонн. Это однозначно говорит о протекании процессов механического износа и коррозии на внутренней поверхности ЭК. Для подтверждения результатов сканирования скважин физическими методами, на одной из

них была произведена вырезка металла из тела эксплуатационной колонны с глубины 1700 м. Фрагменты внутренней поверхности (а) и наружной поверхности (б) металла эксплуатационной колонны после 17 лет работы представлены на рис. 2.

Из осмотра поверхности металла видно, что коррозионный процесс наиболее активно локализуется на внутренней поверхности колонны.

На третьем этапе для предотвращения нарушения герметичности ЭК для нового фонда скважин Самотлорского месторождения было предложено бурение скважин преимущественно с пологими траекториями, исключая пересечения прямолинейных траекторий и эксплуатационных колонн ниже глубин 1300 м (ниже интервалов динамических уровней работающих УЭЦН) (рис. 3).

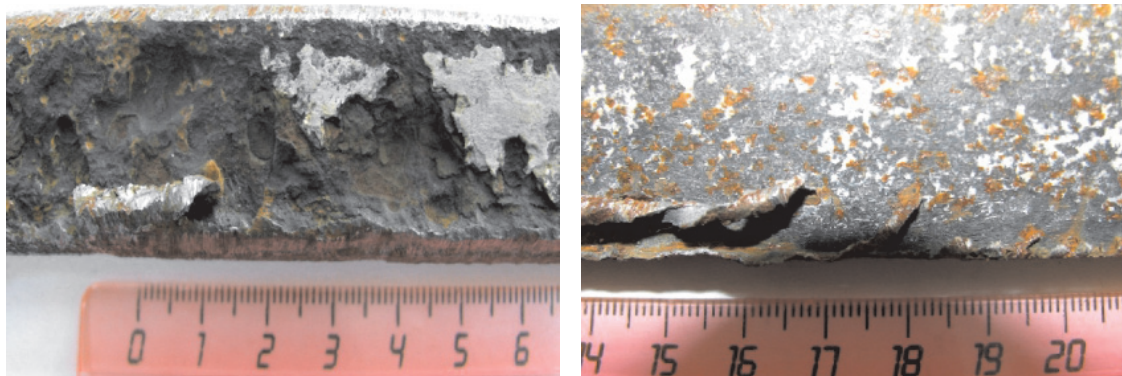


Рис. 2. Образцы внутренней поверхности и наружной поверхности ЭК

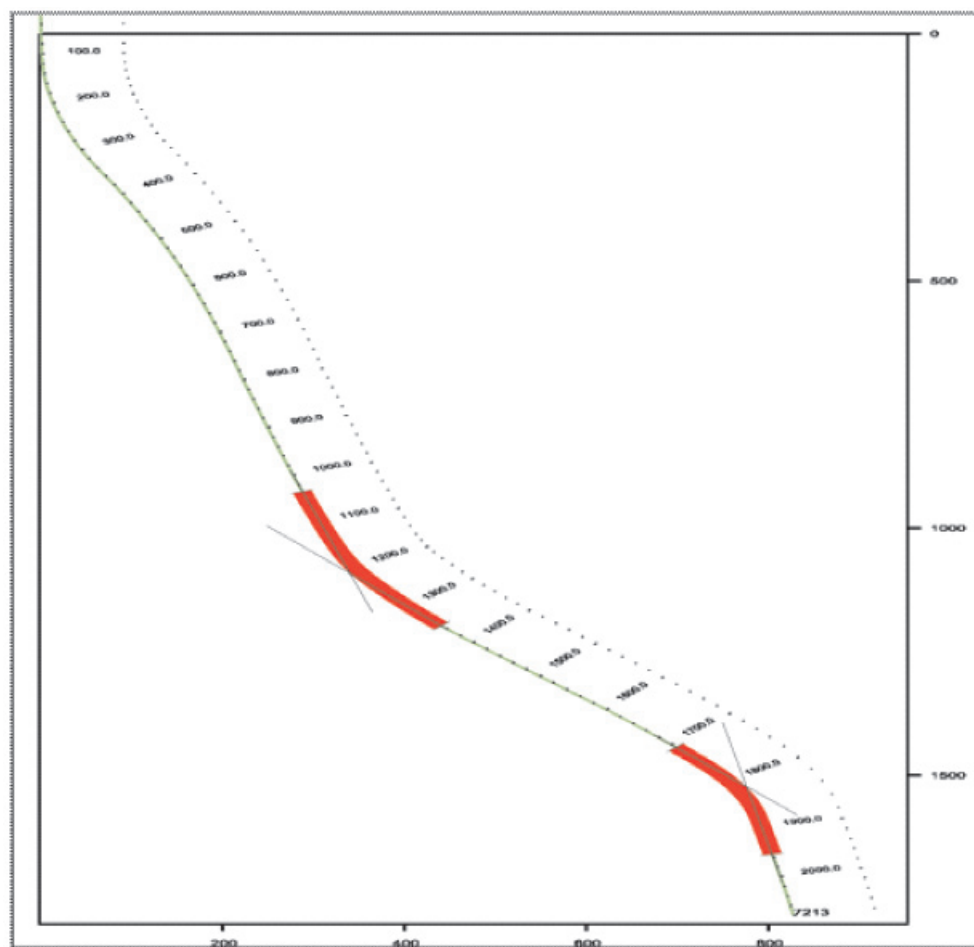


Рис. 3. Схема ствола скважин с ожидаемыми местами нарушений ЭК

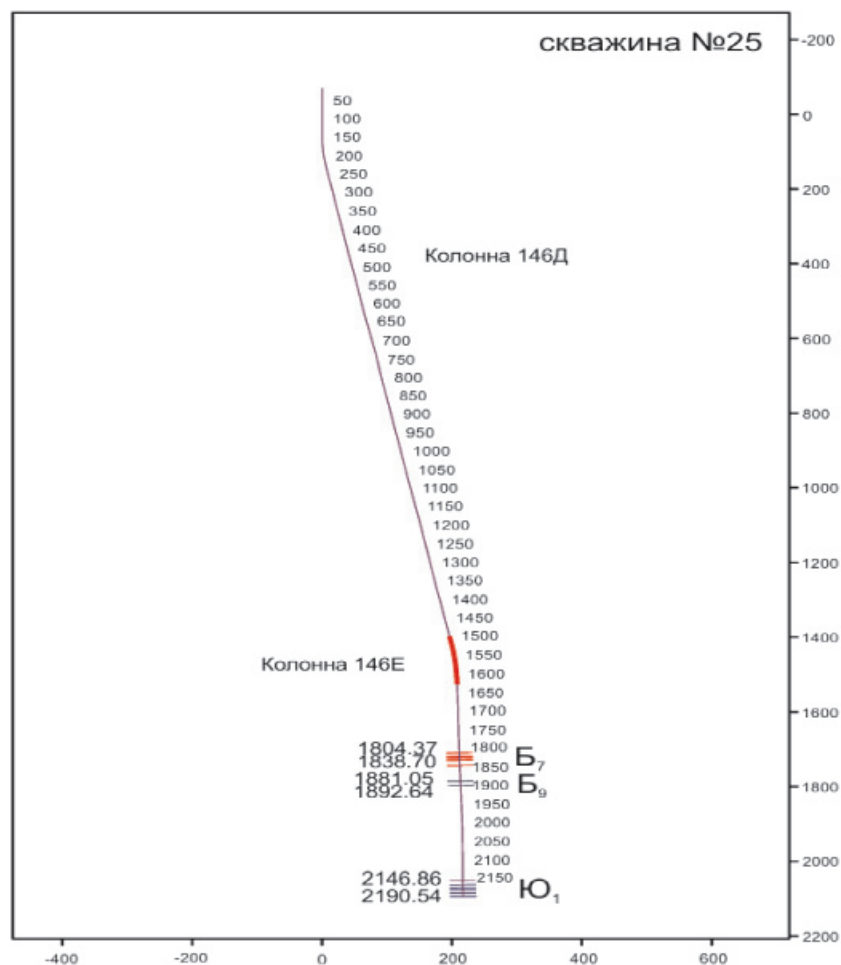


Рис. 4. Схема ствола эксплуатационной колонны скважины № 25

При невозможности выбора пологой траектории при бурении рекомендуется предусмотреть строительство колонн со «смешанной конструкцией», а в интервалах максимальной кривизны применять стали высокой прочности, марки «Е» или даже «К», что позволит снизить воздействие касания эксплуатационной колонны со спускаемым в скважину насосным оборудованием [2, 5]. Перечисленные мероприятия были реализованы при строительстве трех скважин № 25, 26, 48 Южно-Охтеурского месторождения в период с декабря 2013 года по март 2014 года. К примеру, по скважине № 25 для основной части была выбрана колонна с диаметром 146 мм марки «Д», а в местах возможного контакта колонны и спускаемого насосного оборудования выбрана колонна 146 мм марки «Д» (рис. 4).

Интервалы возможного контакта определены с помощью построения трехмерных траекторий ЭК в программном комплексе ROXAR.

Для ликвидации уже выявленных негерметичностей ЭК при разработке место-

рождений все чаще используются изоляционные составы с высокой фильтруемостью в пористые среды, низкой вязкостью, высокой механической прочностью и адгезией. Основное применение при проведении изоляционных работ находят композиции, состоящие из полимеров и синтетических смол, вместо традиционного портландцемента. Из синтетических смол самыми дешевыми и доступными являются карбамидоформальдегидные смолы [3]. Предлагаем использовать на Самотлорском месторождении разработанную технологию и быстросхватывающую тампонажную смесь (БСТС) на основе карбамидоформальдегидной смолы (КФС), для пластовых температур от 20 до 120 °С, с регулируемым сроком отверждения от 10 минут до 8 часов [1]. Отвердителем КФС является комплексный термостойкий кислотный состав. Для регулирования плотности, вязкости и кольматирующей способности БСТС используются различного типа наполнители (барит, асбест, древесная мука, опилки, фосфогипс и др.).



Рис. 5. Образец БСТС в лабораторных условиях

Технология по ликвидации негерметичностей и основные рецептуры БСТС защищены патентами (Патент РФ № 136485, № 2439119). Перед проведением промысловых испытаний тампонажная смесь БСТС прошла лабораторные исследования с определением основных реологических свойств. Получены образцы БСТС в лабораторных условиях (рис. 5).

Практически технология и тампонажный состав БСТС эффективно внедрены на скважинах № 36, 39, 37 Южно-Охтеурского месторождения. После изоляционных работ по скважинам получен средний прирост 5 т/сут по нефти.

Выводы

1. Анализом установлено, что максимальная концентрация 75,2% (479 интервалов) негерметичности ЭК на Самотлорском месторождении выявлена в интервале 1300–1700 м по пластам Покурской свиты.

2. Основным фактором, приводящим к негерметичности ЭК месторождения, явилось воздействие оборудования, спускаемого в скважину, которое на изгибах колонны контактирует друг с другом, нами это определено с помощью модуля IRP RMS (ROXAR).

3. Для предупреждения негерметичностей эксплуатационных колонн предложено бурение скважин преимущественно с положительными траекториями, исключая пересечения прямолинейных траекторий и эксплуатационных колонн ниже глубин 1300 м (ниже

интервалов динамических уровней работающих УЭЦН), либо строительство колонн со «смешанной конструкцией».

4. Для решения проблем по водогазоизоляции в нефтяных скважинах предлагаются технология и составы на основе карбамидоформальдегидной смолы для пластовых температур от 20 до 120 °С вместо традиционного портландцемента. Апробации проведены в скважинах № 36, 39 Южно-Охтеурского месторождения и рекомендованы для промышленного внедрения.

Список литературы

1. Абдурахимов Н.А., Апасов Т.К., Апасов Г.Т., Патент 2439119 Российская Федерация, МПК C09K 8/44. Быстрорастывающая тампонажная смесь (БСТС) для изоляции водогазопритоков в нефтяных и газовых низкотемпературных скважинах / опубл. 10.01.2012 г. Бюл. № 1.
2. Апасов Т.К., Мухаметшин В.Г., Апасов Г.Т., Саранча А.В. Исследования причин нарушения герметичности эксплуатационных колонн с применением модуля *irp rms* (roxar) по Самотлорскому месторождению // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 2–2; URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=21993>.
3. Апасов Т.К., Апасов Г.Т., Саранча А.В. Технология и составы для проведения в скважинах водоизоляционных работ на основе карбамидоформальдегидной смолы // Нефтегазовое дело. – 2014. – № 6. – С. 277–291.
4. Завьялов В.В., Канзафаров Ф.Я., Мухаметшин В.Г., Компанченко В.Р., Козлов А.В. Исследование причин и характера нарушения герметичности эксплуатационных колонн добывающих скважин Самотлорского месторождения // Нефтепромысловое дело. – 2013. – № 1.
5. Канзафаров Ф.Я., Завьялов В.В., Гамолин О.Е., Мухаметшин В.Г. Влияние солеотложения на процесс коррозии эксплуатационных колонн добывающих скважин // Вестник ЦКР Роснедра. – 2013. – № 1. – С. 12–17.

УДК 911.37 (571.53)

**ДИНАМИКА АГЛОМЕРАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ
В ТЕРРИТОРИАЛЬНОМ РАЗМЕЩЕНИИ ГОРОДСКОГО И СЕЛЬСКОГО
НАСЕЛЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ)****Дмитриева Ю.Н.***ФГБУН «Институт географии им. В.Б. Сочавы» СО РАН, Иркутск, e-mail: Yuliya.dmitr@mail.ru*

Иркутская область является одним из восточных регионов России, для которых характерны обширные площади территории и низкая плотность населения. Концентрация населения в зоне Иркутской агломерации влияет на развитие территории всей области, усугубляя дальнейший дисбаланс в размещении многих отраслей экономики, сфер бизнеса, здравоохранения, образования и культуры. В статье рассматриваются тенденции агломерационных процессов в одном из регионов Сибири. В работе актуализирована проблема крайне неравномерного размещения населения в крупных южных городах и низкая плотность на обширных северных территориях Восточной Сибири. Выявлены особенности размещения населения Иркутской области по территории и в разрезе типов поселений. В динамике показаны территории с ростом населения и испытывающие естественные и миграционные потери. Выполнена группировка территорий по факторам изменения численности населения в разрезе муниципальных районов и городских округов. Проанализирована динамика изменения численности городского и сельского населения за 2002–2015 годы, с учетом классификации городских и сельских поселений по плотности. Выявлены территориальные тенденции прироста населения в районах, входящих в зону Иркутской агломерации, в частности – рост крупных сел в районах агломерации. Показаны положительные и отрицательные моменты нарастания агломерационных процессов для региона.

Ключевые слова: агломерация, население, типы поселений по плотности, Иркутская область**THE DYNAMICS OF THE AGGLOMERATION PROCESS
IN THE TERRITORIAL ALLOCATION OF URBAN AND RURAL POPULATION
(ON THE EXAMPLE IRKUTSK REGION)****Dmitrieva Yu.N.***The V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk, e-mail: Yuliya.dmitr@mail.ru*

The Irkutsk oblast is one of Russia's Eastern regions, which are characterized by vast land area and low population density. The concentration of population in the area of Irkutsk agglomeration affects the development of the entire region, further exacerbating the imbalance in the placement of many industries, areas of business, healthcare, education and culture. The tendency of the agglomeration process in one of Siberian regions has been examined in the article. The problem of extremely unbalanced population allocation in big southern cities and low population density in vast northern territories of Eastern Siberia has been actualized in the work. There have been revealed features of population allocation in Irkutsk region according to the territory and types of settlements. Priority territories with population growth which having natural and migratory loss have been shown in dynamics. The territorial grouping depending on factors of population change in the context of metropolitan regions and urban districts has been accomplished. The dynamics of urban and rural population change of 2002–2015 has been analyzed, taking into account the classification of urban and rural settings according to population. Territorial tendencies of population growth in the regions of Irkutsk agglomeration area have been revealed, particularly – regularity of growth of big villages in the agglomeration regions. Positive and negative sides of agglomeration process increase for the region have been shown.

Keywords: agglomeration, population, types of settlements according to population, Irkutsk Region

Агломерации во многих регионах России стали ключевой формой расселения, одной из таких форм является Иркутская агломерация, выступая вторым (после Красноярской) межрегиональным центром социально-экономического развития и притяжения населения Восточной Сибири. Концентрация населения в зоне агломерации дает возможность использовать фактор численности населения как средство социально-культурного и торгового развития, что делает эти поселения привлекательными для прихода крупных торговых сетевых структур, приносящих широкий ассортимент товаров и услуг, и обеспечивает выгодность существования мощных

развлекательных и культурных учреждений [4]. Стягивание в основном молодого экономически активного населения в южную зону региона накладывает отпечаток на развитие территории всей области, усугубляя дальнейший дисбаланс в размещении многих отраслей экономики, сфер бизнеса, культуры и пр.

Цель исследования – выявить тенденции роста населения в зоне Иркутской агломерации за последние десять лет. При этом основной задачей исследования является выявление основных направлений потоков населения в разрезе типов городских и сельских поселений, как по территории области, так и в зоне Иркутской агломерации.

Материалы и методы исследования

В статье используются статистический и сравнительно-географический методы. Информационной базой послужили материалы Всероссийской переписи населения 2010 года, статистика Росстата в разрезе Иркутской области, статистика Иркутскстата в разрезе городских округов и муниципальных районов.

Результаты исследования и их обсуждение

В первой части статьи нами рассматриваются особенности размещения населения региона. Площадь Иркутской области составляет 774 846 км², это четвертый по площади субъект страны после Республики Саха (Якутии), Красноярского и Хабаровского краев. При этом численность населения составляет всего 1,6% населения России (2 414 тыс. человек), занимая 21 место среди остальных субъектов страны [8].

Для Иркутской области характерно крайне неравномерное размещение населения, основная масса людей сосредоточена в полосе расселения вдоль Транссибирской магистрали с наиболее комфортными природно-климатическими условиями. В нескольких районах (Иркутском, Ангарском, Усольском, Шелеховском и Черемховском) проживает 50% всего населения. При этом 25,7% приходится на областной центр – Иркутск (620 099 человек) [10]. Все представленные районы входят в зону Иркутской агломерации, к которой относят первую пригородную зону, включающую лесопарковый пояс и ближайшие города-спутники (Шелехов, Ангарск); вторую, более отдаленную пригородную зону с «замыкающими» городами-спутниками (Усолье-Сибирское, пос. Листвянка) и территорию урбанизированного района (Черемхово, Байкальск, Слюдянка, Усть-Ордынский) [4].

Вследствие такого размещения населения регион является одним из самых высокоурбанизированных в стране. Доля городского и сельского населения на 1.01.2015 года составляла 78,9% (1 906 452 чел.) и 21,1% (508 461 чел.) соответственно. Следует отметить, что до 1989 года общие изменения в структуре населения повторяли общероссийские, т.е. общий прирост и увеличение доли городского населения (рис. 1).

В 2013–2015 годы в области выявлен другой процесс – прирост сельского населения в результате миграционного притока в крупные села, расположенные вблизи городов, и расширения зоны частного сектора в пригородах. Также на численность сельского населения повлияли административно-территориальные преобразования, произошедшие в 2014 году на территории Иркутской области (Ангарский район – рабочий поселок Мегет преобразован в сельский населенный пункт поселок Мегет и вошел в состав Ангарского городского МО; Ольхонский район – поселок городского типа Хужир преобразован в п. Хужир, став сельским поселением; Слюдянский район – Портбайкальское городское поселение стало Портбайкальским сельским поселением) [10].

Сложившаяся картина размещения населения объясняется внутрирегиональными демографическими процессами. В разрезе внутриобластных демографических показателей выделяется пять типов территорий в соотношении естественного прироста (убыли) и миграционного притока (оттока). Наиболее благоприятная ситуация (положительный естественный прирост и миграционный приток) сложилась в городе Иркутске и трех муниципальных районах: Иркутском, Усольском и Шелеховском. На остальных территориях – в 29 муниципальных районах население сократилось (табл. 1).

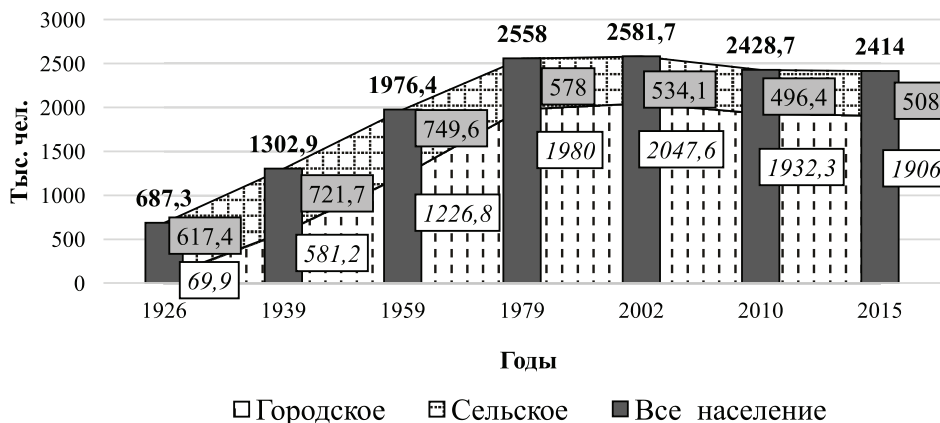


Рис. 1. Динамика численности населения Иркутской области, тыс. [1, 7, 10]

Таблица 1

Группировка территорий по факторам изменения численности населения (2013 год) [6]

Число территорий, в которых население сократилось (всего 36), в том числе за счет:	
1	Естественной убыли и миграционного оттока: г. Братск, г. Зима, г. Усолье-Сибирское; Ангарский, Бодайбинский, Катангский, <i>Мамско-Чуйский</i> , Нижнеилимский, Нижнеудинский, Тайшетский, <i>Чунский</i>
2	Превышение миграционного оттока над естественным приростом: г. Саянск, г. Тулун, г. Усть-Илимск, г. Черемхово; Балаганский, <i>Братский</i> , Жигаловский, Заларинский, Зиминский, Казачинско- <i>Ленский</i> , Качугский, <i>Киренский</i> , Куйтунский, Ольхонский, Слюдянский, Тулунский, <i>Усть-Илимский</i> , Усть-Кутский, Усть-Удинский, <i>Черемховский</i> , Аларский, Баяндаевский, Боханский, Нукутский, Эхирит-Булагатский
Число территорий, в которых население увеличилось (всего 6), в том числе за счет:	
3	Естественного и миграционного прироста: г. Иркутск; Иркутский, Шелеховский, Усольский
4	Превышение естественного прироста над миграционным оттоком: Осинский
5	Превышение миграционного прироста над естественной убылью: г. Свирск

Таким образом, по области, на фоне положительного естественного прироста значительны отрицательные показатели миграционной убыли населения практически по всей территории, кроме зоны Иркутской агломерации. Данная ситуация сохраняется на протяжении последних 10 лет. Основными причинами миграционного оттока населения являются проблемы экономического и социального характера. К первым относятся структурные проблемы на рынке труда, возникающие вследствие прохождения технологической модернизации и корпоративной оптимизации рынков, на которых работают предприятия Иркутской области. Ко вторым – низкое качество жизни населения, в том числе качество предоставляемых услуг жилищно-коммунальной сферы, уровня благоустройства населенных пунктов и развитость городской среды.

Учитывая особенности размещения населения и динамику роста населения в зоне Иркутской агломерации, автор проанализи-

ровал соотношение численности населенных пунктов по людности и по численности проживающего в них населения.

В зоне основного расселения расположена большая часть средних и крупных городов, здесь проживает 68 % всего городского населения области. Всего на территории Иркутской области расположено 22 города, 16 из которых малые (до 50 тыс.), 3 средние (до 100 тыс.) и 3 крупные (свыше 100 тыс.). По данным на 2015 год в структуре поселений наиболее многочисленны поселки городского типа (ПГТ) и малые города, присутствующие практически в каждом муниципальном районе области. В структуре городских населенных пунктов они занимают 70% и концентрируют 11% городского населения области (рис. 2).

На три крупных города: Иркутск, Братск и Ангарск – приходится почти 57% населения области. Самым значимым по численности городом является г. Иркутск с населением более 500 тысяч человек (рис. 3).

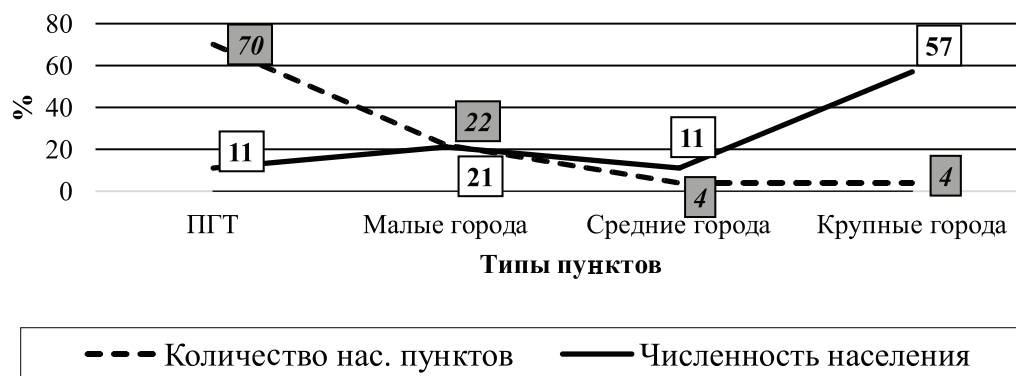


Рис. 2. Группировка городских населенных пунктов Иркутской области по количеству и по численности населения, 2015 г., % (классификация городов по людности (тыс.): ПГТ до 20; малые города до 50; средние города от 50 до 100; крупные от 100 до 1000) [2, 9]

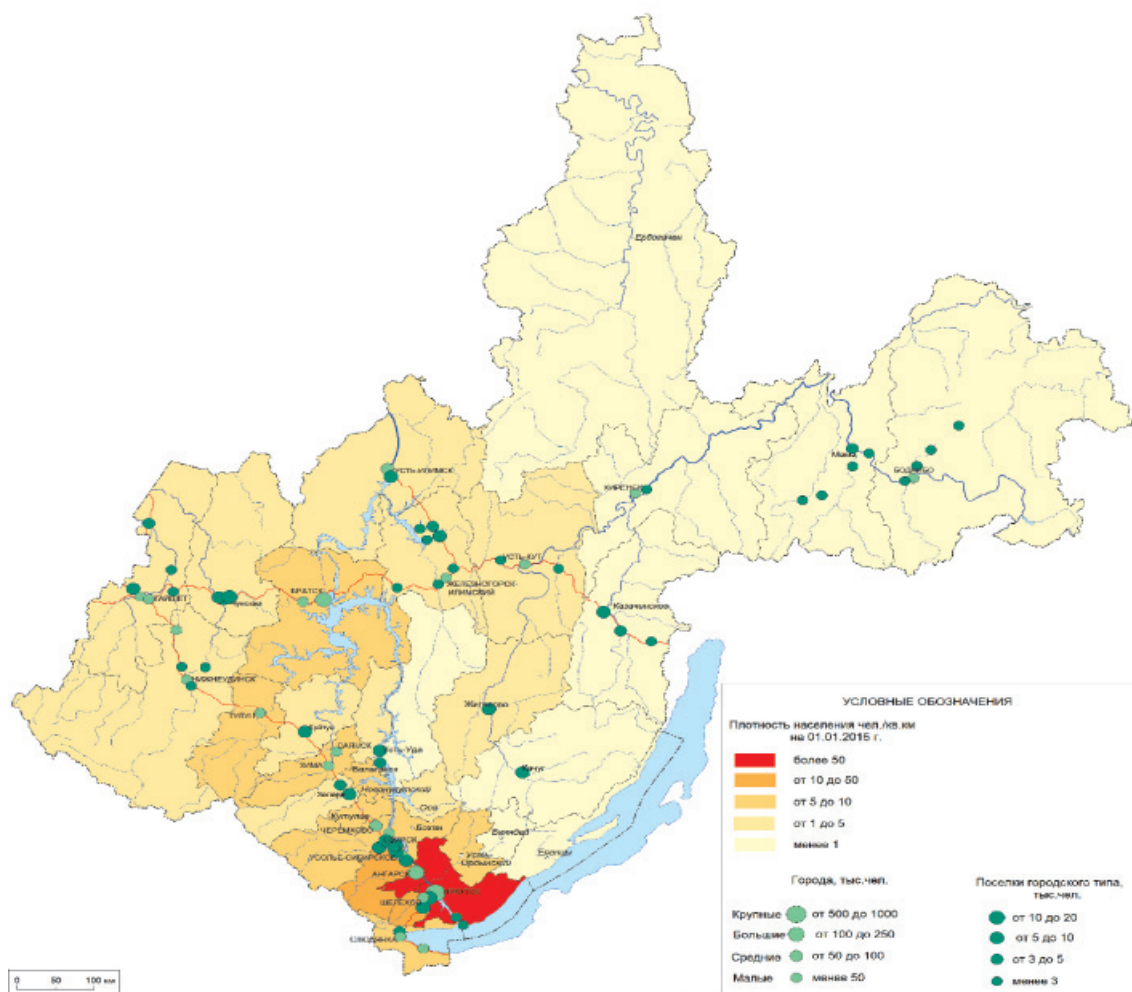


Рис. 3. Средняя плотность всего населения и людность городского населения Иркутской области (на 1.01.2015 г.) [9]

В отличие от городских поселений, сельские населенные пункты более многочисленны (1486) и равномернее распределены по территории области. Спецификой региона является многочисленность малых (до 100 человек) и средних (до

1000 человек) сельских населенных пунктов, наибольшая доля которых с населением от 50 до 500 человек. Крупных сел (свыше 1000 человек) в структуре всего 7%, но в них проживает 46% сельского населения (рис. 4).

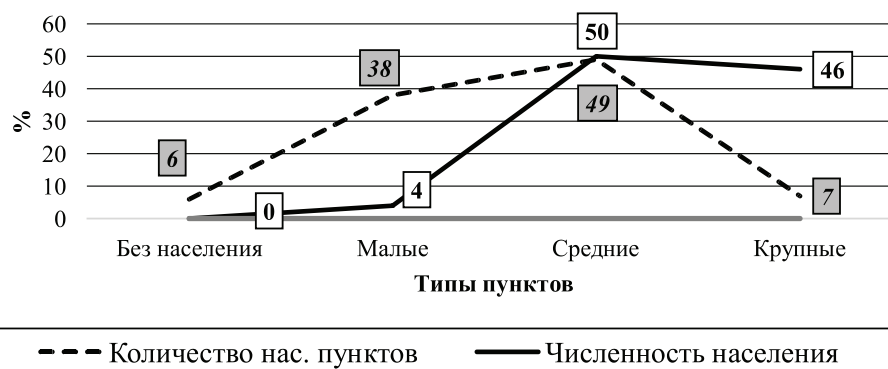


Рис. 4. Группировка сельских населенных пунктов Иркутской области по количеству и по численности населения, 2015 г., % (классификация поселений по людности (чел.): малые села до 100; средние села от 100 до 1000; крупные более 1000) [2, 9]

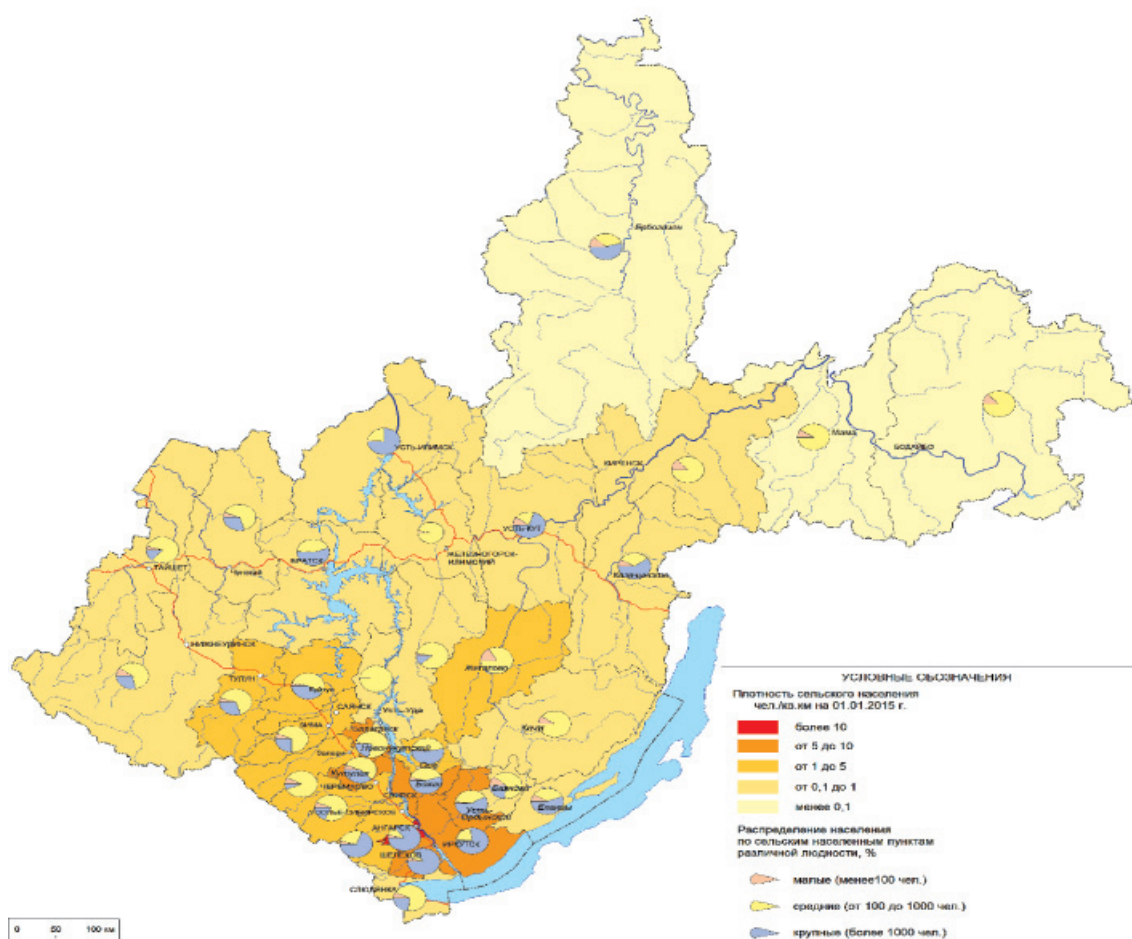


Рис. 5. Плотность и распределение сельского населения по типам поселений (на 1.01.2015 г.) [9]

Таблица 2

Динамика изменения численности городского и сельского населения
в разрезе типов поселений за 2002–2015 гг. [3, 5, 10]

Городское население		В том числе:	Города			ПГТ
			Крупные	Средние	Малые	
(годы)	(чел.)		(численность, чел.)			
2002	2 047 614		1 200 649	202 116	405 801	239 048
2010	1 932 334		1 067 777	222 584	421 818	220 155
2015	1 906 452		1 083 919	213 759	400 943	207 831
Прирост (убыль) за 2002–2010			–132 872	+20 468	+16 017	–18 893
Прирост (убыль) за 2010–2015			+16 142	–8 825	–20 875	–12 324
Сельское население		В том числе:	Сельские поселения			
			Крупные	Средние	Малые–	
2002	534 091		223 723	290 400	19 968–	
2010	496 416		217 256	257 206	21 954–	
2015	508 461		235 086	251 493	21 882–	
Прирост (убыль) за 2002–2010			–6 467	–33 194	+1 986	
Прирост (убыль) за 2010–2015			+17 830	–5 713	–72	

Наибольшую долю в структуре сельских поселений по людности занимают средние, как по количеству (50 %), так и по доле проживающего в них населения (49 %). То есть, несмотря на достаточно большое количество сельских и городских населенных пунктов, в Иркутской области городское население преимущественно концентрируется в крупных, сельское – в средних селах (рис. 5).

Для выявления тенденций роста (сокращения) городского и сельского населения в разрезе типов поселений нами выбраны периоды с 2002 по 2010 гг. и с 2010 по 2015 гг. (табл. 2).

сти отмечался только в крупных селах (на 17830 чел.), в остальных пунктах численность сократилась. Постоянный отток населения из мелких населенных пунктов в крупные приводит к еще более неравномерному размещению населения. Как следствие данного процесса, в межпереписной период увеличилось количество сельских населенных пунктов без жителей – с 63 до 82 [5,10].

Рассматривая тенденцию увеличения численности населения в крупных селах, автор проанализировал их территориальное расположение по муниципальным районам (табл. 3).

Таблица 3

Динамика изменения численности населения в крупных селах за 2010–2015 гг. [5, 10]

Муниципальные районы, в которых:
Население увеличилось (чел.): Иркутский (+11845); Шелеховский (+1152); Осинский (+468); Зиминский (+247); Усольский (+41); Слюдянский (+119); Аларский (+100); Ольхонский (+44); Ангарский (+40); Нукутский (+31)
Население сократилось (чел.): Баяндаевский (–46); Усть-Удинский (–51); Заларинский (–66); Катангский (–81); Казачинско-Ленский (–142); Нижнеудинский (–144); Тайшетский (–149); Нижнеилимский (–163); Черемховский (–223); Боханский (–239); Уст-Кутский (–288); Чунский (–366); Тулунский (–399); Куйтунский (–459); Эхирит-Булагатский (–628); Усть-Илимский (–863); Братский (–1069)

За весь период для области характерно общее сокращение населения, но в разрезе типов поселений произошла смена приоритета роста (или сокращения) численности. Так в 2002–2010 гг. городское население увеличивалось в средних и малых городах, а в период 2010–2015 гг. только в крупных. В целом за 2010–2015 гг. общая численность городского населения сократилась на 25 882 человека, при этом население сократилось во всех типах городских поселений, кроме областного центра. В крупных городах (2010–2015 гг.): г. Ангарск – численность сократилась с 233 567 человек до 227 507, т.е. на 6 060 человек; г. Братск – сокращение населения с 246 319 человек до 236 313, т.е. на 10 006 человек. За тот же период в областном центре – г. Иркутске произошло изменение численности с 587 891 человек до 620 099, т.е. увеличение численности на 32 208 человек.

Тенденция увеличения сельского населения также характерна для крупных населенных пунктов. За 2010–2015 гг. сельское население увеличилось на 12045 человек, при этом рост численно-

Следует отметить, что наибольшее количество крупных сел расположено в Иркутском районе – 21 поселение, что практически в два раза превышает показатель района, расположенного на втором месте (Братский – 11 сел). Максимальный прирост численности сельского населения выявлен также в Иркутском районе и других районах, входящих в зону Иркутской агломерации.

Заключение

Особенностью размещения населения Иркутской области является концентрация населения в южной наиболее освоенной природно-климатической комфортной зоне. Зона Иркутской агломерации остается основным местом притяжения человеческого ресурса области, сосредотачивая большинство объектов экономики, образования, здравоохранения и культуры.

Агломерационные процессы в регионе затрагивают не только городское, но и сельское население, что является новой тенденцией в размещении населения за последние пять лет. В выборе населенных пунктов

для постоянного проживания приоритетными становятся современные крупные поселения, особенно сельские. Основной причиной резкого увеличения численности населения крупных сел в зоне агломерации является «мода» на частное жилье среди обеспеченного городского населения.

Дальнейшее нарастание агломерационных процессов приводит к диспропорциям в размещении экономически активного населения (особенно молодежной группы) и, как следствие, изменению экономического, социального, культурного потенциала развития территорий региона.

Работа выполнена в рамках проекта РФФИ «Разработка научных основ выявления и регулирования ландшафтно-экологических и социально-демографических рисков в развитии Иркутской городской агломерации» № 14-46-04084.

Список литературы

1. Атлас Иркутск и Иркутская область. – 2-е изд., обновл. и доп. – Иркутск: ОАО «ВостСиб АГП», 2013. – 34 с.
2. Гладкий Ю.Н. Экономическая география России. – М.: Изд-во «Гардарики», 2000. – 752 с.
3. Группировка городских и сельских населенных пунктов по численности населения / Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Иркутской области: <http://www.irkutskstat.gks.ru> (дата обращения 20.01.2016).
4. Емельянова Н.В. Географическая оценка взаимодействия городов в рамках Иркутской агломерации: автореф. дис. ... канд. геогр. наук – Иркутск, 2013. – 24 с.
5. Итоги всероссийской переписи населения по Иркутской области. – Иркутск: Стат. сб., 2012. – 52 с.
6. Муниципальные образования Иркутской области в 2013 г. (ч. 1). – Иркутск: Стат. сб., 2014. – 73 с.
7. Население. Изменение численности населения в 1926–2010 гг. / Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Иркутской области: <http://www.irkutskstat.gks.ru> (дата обращения 17.01.2016).
8. Площади и население субъектов Российской Федерации: http://www.gks.ru/free_doc. (дата обращения 12.12.2015).
9. Численность населения Иркутской области на 1.01.2015 г. – Иркутск: Стат. сб., 2015. – 64 с.
10. Численность постоянного населения Иркутской области по муниципальным образованиям (на начало 2015 года). – Иркутск: Стат. сб., 2015. – 62 с.

УДК 551: 631.6

**АНТРОПОГЕННОЕ ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА И ЕГО ПОСЛЕДСТВИЯ
ДЛЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА НА РЕГИОНАЛЬНОМ УРОВНЕ****Жемухов Р.Ш., Машукова Ф.Э.***ФГБОУ ВПО «Кабардино-Балкарский государственный университет
им. Х.М. Бербекова», Нальчик, e-mail: bsk@kbsu.ru*

Работа посвящена актуальной теме – оценке последствий для сельского хозяйства на региональном уровне при глобальных антропогенных изменениях климата. Рассмотрена задача расчета режима орошения и оросительных норм для различных сельскохозяйственных культур и водопотребность сельского хозяйства по годам для условий Кабардино-Балкарской Республики. Для этого территория республики разбита на две зоны, равнинную и предгорную. Каждая из выделенных зон относится к метеостанциям, расположенным в соответствующих зонах. Расчеты проводятся за 1944–2004 гг. Проведен статистический анализ метеорологических параметров за 60-летний период, с оценкой математического ожидания, дисперсии, среднеквадратического отклонения, изучены их связи, с выявлением тесноты связи и построены соответствующие регрессионные зависимости. Все промежуточные расчеты по режиму орошения и оросительным нормам велись в декадном разрезе.

Ключевые слова: климат, антропогенные процессы, статистическая обработка, регрессионные зависимости, режим орошения

**ANTHROPOGENIC CLIMATE CHANGE AND ITS IMPLICATIONS
FOR AGRICULTURE AT THE REGIONAL LEVEL****Zhemukhov R.Sh., Mashukova F.Eh.***Kabardino-Balkarian State University name after Kh.M. Berbekov, Nalchik, e-mail: bsk@kbsu.ru*

The work is devoted to the topical theme – the implications for agriculture at regional level with global anthropogenic climate change. We consider the problem of calculation of the irrigation regime and irrigation norms for different crops and the water requirement of agriculture for years for the conditions of the Kabardino-Balkarian Republic. For this purpose, the territory of the Republic is divided into two zones, plains and foothills. Each of the zones refers to the meteorological stations located in respective zones. The calculations are carried out for the 1944–2004. The statistical analysis of meteorological parameters over a 60 – year period, with an estimate of mathematical expectation, variance, standard deviation, studied their relationship, with the identification of the closeness of the connection constructed and the corresponding regression curves. All the intermediate calculations on the irrigation regime and irrigation norms was conducted in the context of the decade.

Keywords: climate, anthropogenic processes, statistical analysis, regression curves, the irrigation regime

Идущие в мире быстрые изменения климата ставят абсолютно новые проблемы перед мировой экономикой и экономиками отдельных стран. Среди экономических секторов сельское хозяйство может подвергнуться наиболее существенным изменениям [3, 9]. Тем самым могут трансформироваться условия и объемы производства продовольствия – основы существования и развития человечества.

При рассмотрении влияния изменения климата на сельское хозяйство России можно рассмотреть, по крайней мере три сценария:

1. Изменение климата скажется позитивно.
2. Изменение климата приведет к негативным последствиям.
3. Климат в ближайшем будущем останется стабильным, и влияние климатического фактора будет соответствовать последним десятилетиям.

Критическим порогом считается глобальное потепление на 2,5°C – ниже этого порога изменения объемов сельскохозяйственного производства могут быть незначительными, выше – возможно существенное сокращение объемов.

В России сельское хозяйство в значительной степени зависит от климатических условий и их колебаний. В основных районах производства зерна на протяжении 20 века возросла засушливость климата. Чаще всего сильные засухи наблюдались в Нижнем Поволжье и на юге Урала. Последние 10–15 лет оказались самыми теплыми и влажными в России за минувшее столетие. Особенно заметно возросла повторяемость летних засух на европейской территории страны в последнее десятилетие прошлого века. Погодные условия были засушливыми в 1996, 1998, 1999 гг. и в некоторой степени в 2002 г. Заметно изменились зимние условия. На европейской

части уменьшение высоты снежного покрова было связано с повышением температуры воздуха зимой, уменьшением зимних осадков и частыми оттепелями.

Прогнозировать качественные последствия для России в результате глобального изменения климата очень сложно в силу неопределенности многих природных изменений. В частности, в этой области необходимо совершенствовать аппарат моделирования и прогнозирования [2, 7, 8]. Сейчас при разработке сценариев воздействия изменения климата на сельское хозяйство в мире и России широко используются модели глобальной циркуляции атмосферы и их модификации: GFDL R30 (Geophysical Fluid Dynamics Laboratory, USA) и CCC T32 (Climate Centre, Canada).

частоты и повторяемости засух и повышения засушливости на территориях ряда регионов.

Связанное с изменением климата потепление в России может проявиться значительно, чем, например, в тропиках. Существенно повысится температура в регионах с неразвитым сельским хозяйством: к середине 21 века ожидается ее повышение на 3–4°C в Западной Сибири, на 2–3°C – на севере европейской территории страны, в Якутии и на всем арктическом побережье.

Наивысших приростов урожайности следует ожидать в северных и центральных регионах. В наиболее неблагоприятных условиях с вероятным снижением урожайности зерновых окажутся Северо-Кавказский, Западно-Сибирские и Восточно-Сибирские регионы (табл. 1).

Таблица 1

Реакция урожайности сельскохозяйственных культур на возможные изменения климата и рост содержания CO₂ в атмосфере (в % от современного уровня урожайности)

Регион	Кормовые культуры			Зерновые культуры		
	Срок реализации сценария (годы)					
	30–40 лет	60–70 лет	90–100 лет	30–40 лет	60–70 лет	90–100 лет
Северный	22	32	31	26	24	13
Северо-Западный	21	24	30	22	12	22
Калининградский	22	22	20	34	25	29
Центральный	19	24	17	27	25	13
Волго-Вятский	21	30	19	20	26	11
ЦЧО	20	24	7	15	15	–7
Поволжье, Сев.	24	30	8	16	19	–10
Поволжье, Юг	5	14	1	7	30	20
Северо-Кавказский	2	3	–7	–6	–7	–13
Уральский	14	28	17	11	16	–7
Западно-Сибирский	6	19	1	–7	–1	–23
Восточно-Сибирский	0	0	–4	–12	–18	–24
Дальневосточный	6	13	7	10	12	5
Россия	13	21	11	11	14	–1

И с т о ч н и к : Национальный доклад по проблемам изменения климата. М.: Минэкономразвития России, 2002, С. 11.

В экономике России сельскохозяйственное производство в наибольшей степени зависит от возможных изменений климата. По оценкам специалистов воздействие на сельское хозяйство таких изменений будет неоднозначным, позитивные последствия могут сочетаться с негативными. Во многих климатических сценариях и прогнозах подчеркивается, что трансформация климатических условий будет связана с переменной частоты неблагоприятных для сельского хозяйства явлений. Опасным может стать рост вероятности низких урожаев в результате увеличения

Вместе с тем во многих прогнозах выделяются и негативные последствия глобальных изменений для сельского хозяйства. Отмечается значительное изменение погодных условий для сельскохозяйственного производства в традиционных аграрных районах, что будет связано не только с тем, что климат будет более теплым, но он станет и более сухим. Смещение природно-климатических поясов на север может повлечь за собой негативные процессы. Площадь подверженной засухе степной и лесостепной зоны,

где сейчас сосредоточено основное сельскохозяйственное производство, возрастет в 1,8 раза. И эта зона распространится к северу. Особенно далеко к северу продвигнутся степи Сибири. На юге России начнется аридизация, сухие степи Поволжья и Северного Кавказа могут превратиться в пустыни. Все это отрицательно скажется на традиционных аграрных регионах.

Из последних климатических прогнозов следует отметить исследование специалистов из МГУ, Центра проблем экологии и продуктивности лесов РАН и Университета города Касселя (Германия). Был сделан прогноз погоды для России на 2020-е и 2070-е гг. Кроме того, исследователи попытались представить, как ожидаемые изменения климата повлияют на производство сельскохозяйственной продукции. Для России в ближайшие десятилетия сценарии дают сходные оценки изменения климата: повышение среднегодовых температур на 1,8–2,8 градуса. К 2070-м гг. средняя температура вырастет уже на 4–6 градусов, в основном за счет потепления на севере, в южных областях России лето станет жарче всего на 1 градус. Северные зимы станут более влажными, а на юг придет засуха. Согласно некоторым расчетам, предстоящие засухи в основных сельскохозяйственных районах (особенно в Ставропольском и Краснодарском краях) вызовут падение сельскохозяйственного производства, причем наиболее существенные изменения придется на ближайшие два-три десятилетия, как на естественное, так и искусственное плодородие:

- нарастание экологических проблем;
- негативные социальные процессы на селе;
- появление новых видов болезней и вредителей сельскохозяйственных растений;
- неразвитость сферы инфраструктуры и переработки;
- возможное уменьшение конкурентоспособности сельского хозяйства в результате вступления России в ВТО.

В статье рассматривается один из возможных подходов к решению задачи [1, 4, 5, 6].

В рамках рассматриваемой задачи оценки влияния глобальных изменений климата на региональном уровне выполнен анализ рядов наблюдений за метеофакторами для условий КБР.

На территории КБР систематические наблюдения ведутся только на двух метеостанциях: м/с Нальчик, м/с Прохладный.

Период наблюдений: с 1944 г. по 2004 г. по 5 характеристикам. Это такие характеристики, как осадки, температура, влажность, дефицит влажности воздуха и максимальная скорость ветра. При этом территория Кабардино-Балкарской Республики была поделена на две зоны:

1. Предгорная зона (г. Нальчик, Чегемский, Баксанский, Урванский, Лескенский, Черекский и Зольский административные районы), которая представлена м/с Нальчик.

2. Равнинная зона (Прохладненский, Майский и Терский административный районы), тяготеющая к м/с Прохладный.

Оптимальный вариант площадей орошения для каждой из зон получен на основе решения соответствующей оптимизационной задачи.

По каждой из этих двух метеостанций ведутся систематические наблюдения начиная с 1944 г. При анализе метеофакторов по каждой из метеостанций, вся исходная информация была разбита в декадном разрезе (10–11 дней).

Анализировались метеофакторы:

1. Сумма осадков – x .
2. Средняя температура воздуха – y .
3. Максимальная скорость ветра – z .
4. Влажность воздуха – u .
5. Дефицит влажности воздуха – v .

В рамках установления связи между изучаемыми метеофакторами получены оценки тесноты связи между ними. Также построены регрессионные уравнения, связывающие метеофакторы при наличии связи между ними (табл. 2, 3).

Таблица 2

Числовые характеристики метеофакторов по м/с Нальчик и Прохладная

Числовые характеристики	м/с Нальчик				
	Метеопараметры				
	x	y	z	u	v
Математическое ожидание	9,777	4,284	77,562	16,980	9,800
Дисперсия	88,436	13,144	100,766	–694,102	21,923
Числовые характеристики	м/с Прохладный				
	Метеопараметры				
	x	y	z	u	v
Математическое ожидание	10,137	4,806	77,973	121,849	10,377
Дисперсия	98,814	19,048	112,633	–603,744	20,499

Таблица 3

Теснота связи между метеопараметрами

м/с Нальчик					
Метеопараметры					
	<i>x</i>	<i>y</i>	<i>z</i>	<i>u</i>	<i>v</i>
<i>x</i>		0,775	−0,578	0,288	0,172
<i>y</i>			−0,819	0,151	0,206
<i>z</i>				−0,029	−0,268
<i>u</i>					0,181
м/с Прохладный					
<i>x</i>		0,888	−0,751	0,260	0,227
<i>y</i>			−0,875	0,110	0,214
<i>z</i>				−0,042	−0,291
<i>u</i>					0,147

Для каждой метеостанции в результате статистического анализа информации были построены многомерные регрессионные зависимости, связывающие температуру воздуха с другими метеофакторами. Они имеют вид:

м/с Прохладный

t – температура, *x*₁ – скорость ветра, *x*₂ – осадки, *x*₃ – относительная влажность, *x*₄ – дефицит влажности;

по среднегодовым показателям

$$t(x_1, x_2, x_3, x_4) = 0,00252 + 0,05863 \cdot x_1 + 0,14118 \cdot x_2 + 0,04068 \cdot x_3 + 0,94602 \cdot x_4;$$

по сезонам:

зима

$$t(x_1, x_2, x_3, x_4) = 0,02361 + 0,10214 \cdot x_1 + 0,02048 \cdot x_2 - 0,06299 \cdot x_3 + 3,23649 \cdot x_4;$$

весна

$$t(x_1, x_2, x_3, x_4) = 0,0015 - 0,09527 \cdot x_1 + 0,11852 \cdot x_2 + 0,04599 \cdot x_3 + 1,31785 \cdot x_4;$$

лето

$$t(x_1, x_2, x_3, x_4) = 0,0018 - 0,00034 \cdot x_1 + 0,00838 \cdot x_2 + 0,18877 \cdot x_3 + 0,8834 \cdot x_4;$$

осень

$$t(x_1, x_2, x_3, x_4) = 0,00851 + 0,09208 \cdot x_1 - 0,01476 \cdot x_2 + 0,08569 \cdot x_3 + 0,79516 \cdot x_4.$$

Водопотребность

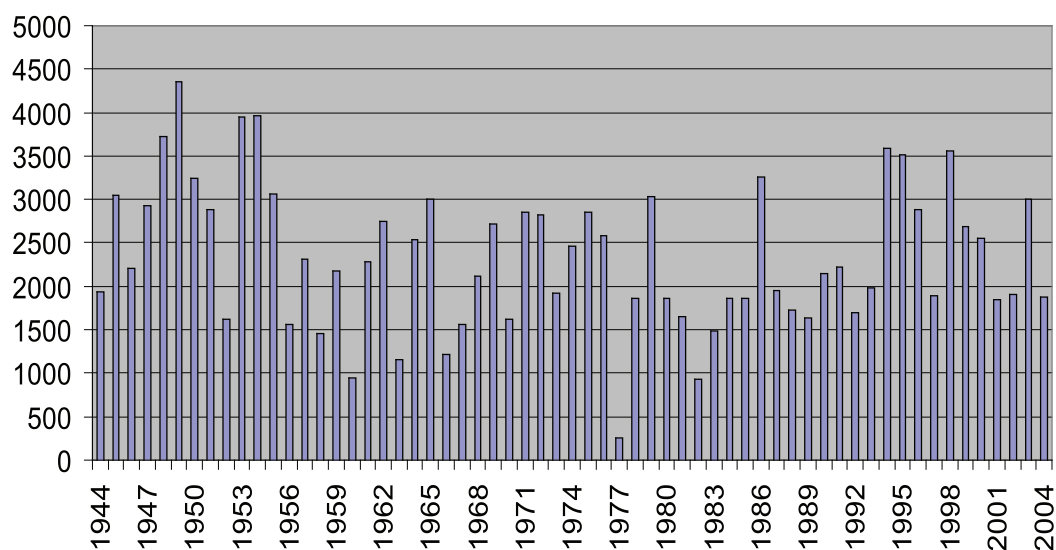


Рис. 1. Ирригационная водопотребность, млн куб. м

Озимая пшеница - Нальчик

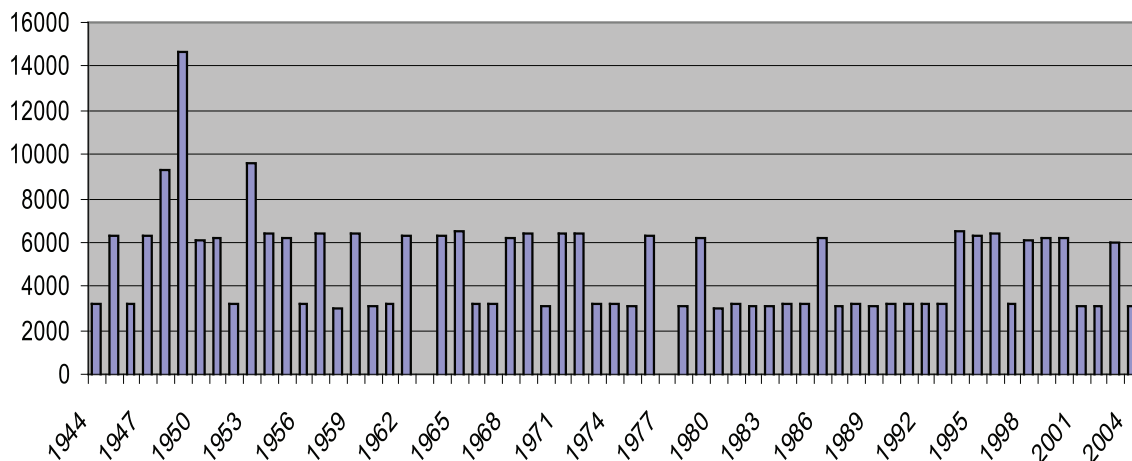


Рис. 2. Оросительная норма для озимой пшеницы по годам, куб. м, м/с Нальчик

Аналогичные результаты получены и для метеостанции Нальчик.

На рис. 1 отображена суммарная водопотребность в целом для всей территории республики по годам, млн м куб.

Суммарная ирригационная водопотребность складывается из сумм оросительных норм для каждой сельскохозяйственной культуры с учетом занимаемых ими площадей. Результаты расчетов по оросительным нормам озимой пшеницы приводятся на рис. 2.

Список литературы

1. Алоев Т.Б., Асланова Е.М., Жемухов Р.Ш., Жемухова М.М. Оптимальное планирование развития водохозяйственной системы // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. – 2015. – № 3. – С. 267–270.
2. Белов П.Н., Борисенков Е.П., Панин Б.Д. Численные методы прогноза погоды – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 375 с.
3. Бudyко М. И, Анисимов О.А и др. Прогноз антропогенных изменений климата и их последствия и проблемы гидрометеорологии и окружающей среды на пороге 21 века // Труды Международной теоретической конференции. – СПб., 2002. – 339 с.
4. Жемухов Р.Ш., Жемухова М.М., Алоев Т.Б., Асланова Е.М. Автоматизация водохозяйственных расчетов на региональном уровне (часть I) // Новые технологии. – Майкоп, 2014. – № 4. – С. 38–42.
5. Жемухов Р.Ш., Жемухова М.М., Алоев Т.Б., Автоматизация водохозяйственных расчетов на региональном уровне (часть II) // Новые технологии. – Майкоп, 2015. – № 1. – С. 47–53.
6. Жемухов Р.Ш., Жемухова М.М., Алоев Т.Б., Асланова Е.М. Система математических моделей для оценки ирригационного водопотребления при антропогенных изменениях климата // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1; URL: <http://www.science-education.ru/121-19244>.
7. Жемухов Р.Ш., Нагоров А.Л. К задаче оценки последствий изменения климата для сельского хозяйства на рациональном уровне // Проблемы информатизации общества: материалы Всероссийской конференции (с международным участием). – Нальчик, 2008. – С. 226–228.
8. Матвеев Л.Т. Динамика облаков. – Л.: Гидрометеиздат, 1981. – 311 с.
9. Национальный доклад по проблемам изменения климата. – М., 2002. – 29 с.

УДК 908: 551.44

ТИПЫ КАРСТОВО-СПЕЛЕОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ КАРАЧАЕВО-ЧЕРКЕССКОЙ РЕСПУБЛИКИ И ИХ ТУРИСТСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ

Кипкеева П.А., Потапенко Ю.Я., Каракетов А.К.

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

Геолого-геоморфологические особенности и климатические условия Карачаево-Черкесской Республики (КЧР) благоприятны для развития карстовых процессов. На территории республики выделено четыре типа пещер, различающихся по составу и возрасту карстующихся пород. Образование пещер происходило в верхней гидростатической зоне подземной гидросферы. В КЧР спелеологами и краеведами определены с разной степенью детальности морфометрические параметры около 100 пещер, десять из них входят в список памятников природы республиканского значения. Вертикальная амплитуда гидростатической зоны, благоприятной для образования карста, достигает в морфоструктурах Передового хребта 2 км и Скалистого хребта 1 км. Предложены объекты для первоочередного вовлечения в туристскую сферу. Использование части пещер в качестве туробъектов способствовало бы сохранению их исторической ценности и эстетического облика.

Ключевые слова: пещеры, гидростатическая зона, группы карстующихся пород, памятники природы

TYPES OF KARST AND SPELEOLOGICAL OBJECTS OF KARACHAEVO OF THE CIRCASSIAN REPUBLIC AND THEIR TOURIST POTENTIAL

Kipkeeva P.A., Potapenko Yu.Ya., Karaketov A.K.

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

Geological and geomorphological features and climatic conditions of the KarachayCircassian republic are favorable for development of karst processes. In the territory of the republic four types of the caves differing on structure and age of karst solids are allocated. Formation of caves happened in the top hydrostatic zone of the underground hydrosphere. Objects for prime involvement in the tourist sphere are offered. The KChR caves and local historians, with varying degrees of detail settings about 100 caves, ten of them are included in the list of natural monuments of national importance. The vertical amplitude of hydrostatic area conducive to the formation of carts, reaches morphostructures Front range and Rocky range 2 km, 1 km. Proposed sites for priority involvement in the tourism sector. The use of the cave as would contribute to the preservation of their historical value and aesthetic appearance.

Keywords: caves, hydrostatic zone, groups of karst solids, nature monuments

Одним из приоритетных направлений экономики России на ближайшие годы правительство определило развитие внутреннего и въездного туризма. Главной целью государственной программы «Развитие туризма в Карачаево-Черкесской Республике до 2016 года» является формирование современного, эффективного, конкурентоспособного туристского рынка, обеспечивающего широкие возможности для удовлетворения потребностей российских и иностранных граждан в туристских услугах, повышение занятости и уровня доходов населения. При выделении туробъектов на государственном уровне карстово-спелеологическим объектам (пещеры, провалы и др.) уделяется мало внимания, тогда как распространены они на территории КЧР практически повсеместно, экспедициями спелеологов задокументированы морфометрические показатели 97 пещер [7].

Пещеры – природные объекты, имеющие научное и социально-экономическое значение. В КЧР они слабо изучены по сравнению с другими регионами России и Западной Европы. В настоящее время пещеры КЧР не приспособлены для посещения туристами. Бесконтрольные и браконьерские посещения, особенно несведущими людьми, приводят к безвозвратной утрате научно-культурных компонентов этих экологически очень ранимых объектов. Использование пещер для туризма способствовало бы сохранению их исторической и эстетической ценности [2, 3].

Цель исследования – определение вертикальной амплитуды гидростатической зоны, благоприятной для развития карста в разных морфоструктурах КЧР; типизация проявлений поверхностного и подземного карста на основе современных геолого-геоморфологических данных; рекомендации

по использованию отдельных проявлений карста, а также неэксплуатируемых горных выработок в качестве туробъектов.

Материалы и методы исследования

Материалы и методы исследования – публикации отечественных и зарубежных специалистов по геологии, спелеологии, карстоведению, краеведению и туризму: (Н.А. Гвоздецкий, А.Ю. Ежов, П.А. Костин, И.В. Михайлов и др.), а также нормативно-правовые акты и методические документы по изучаемой теме. В процессе работы применялись различные методы исследования, в том числе: геолого-геоморфологические, натурных наблюдений, сравнительно-описательный, картографический, при построении схемы использовались ГИС-технологии.

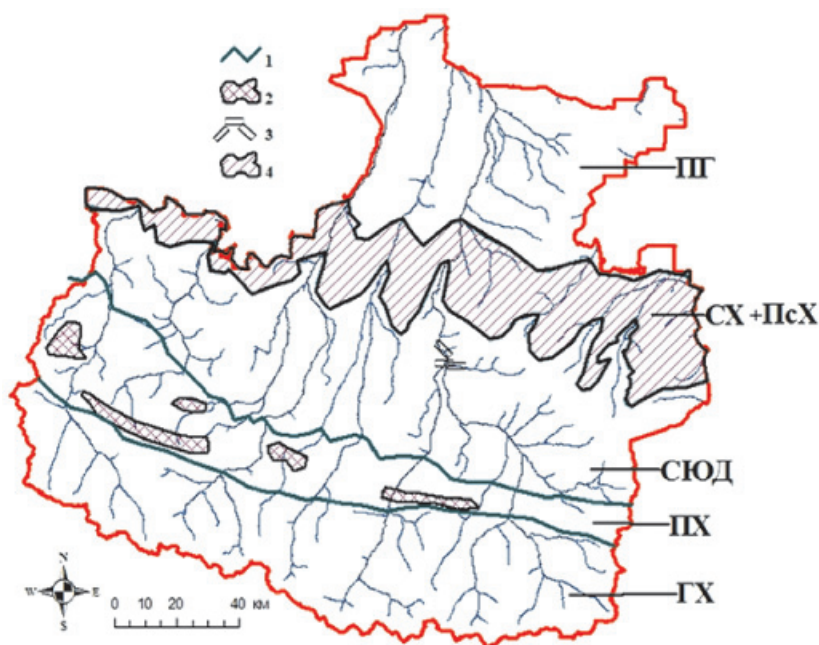
Результаты исследования и их обсуждение

Рельеф и геологическое строение

В орогидрографическом отношении территория КЧР принадлежит к провинции Большого Кавказа. Она располагается полностью на северном макросклоне этого горного сооружения. В его пределах несколько параллельных хребтов чередуются с разделяющими их межгорными депрессиями. Границы и запад-северо-западное простираание этих геоморфологических единиц обусловлены геологическим строением. Лишь самый южный – Водораздельный, или Главный Кавказский хребет – образует не-

прерывную горную цепь. Остальные хребты – Передовой, Скалистый и Пастбищный рассечены многочисленными поперечными (субмеридиональными) речными долинами на отрезки длиной от 5 до 35 км. По совокупности геоморфологических и геологических признаков на территории КЧР выделяется несколько морфоструктур [9], названия которых аналогичны упомянутым выше хребтам (рисунок). Поскольку проявления карста связаны преимущественно с карбонатными породами, кратко охарактеризуем состав морфоструктур.

Морфоструктура Главного хребта сложена кристаллическими сланцами и палеозойскими гранитами. В морфоструктуре Передового хребта развиты вулканогенно-осадочные толщи палеозоя. К западу от р. Теберда в них присутствует толща девонских известняков, мощность которых возрастает с востока на запад от 50 до 300 м. Между Передовым и Скалистым хребтами расположена среднегорная плосковершинная Северо-Юрская депрессия, представленная терригенными породами нижнего и среднего отделов юрской системы. Морфоструктура Скалистого хребта сложена верхнеюрскими известняками и доломитами с прослоями гипсов, мощность карбонатных пород в среднем составляет 200 м.



Площади развития карстующихся горных пород в морфоструктурах КЧР:
1 – границы морфоструктур (ГХ – Главного хребта, ПХ – Передового хребта, СЮД – Северо-Юрской депрессии, СХ – Скалистого хребта, ПсХ – Пастбищного хребта, ПГ – Предгорной); 2 – девонские известняки; 3 – нижнеюрские песчаники; 4 – верхнеюрские и верхнемеловые известняки, разделенные толщами нижнемеловых терригенных пород

Морфоструктура Пастбищного хребта – это область развития пород меловой системы. Нижняя часть разреза представлена преимущественно песчаниками, а верхняя – известняками.

Все крупные реки республики являются левыми притоками Кубани и принадлежат Азовскому бассейну. С запада на восток следуют: Большая Лаба (с притоками Дамхурц, Мамхурц и Макера), Большой Зеленчук (образуется при слиянии рек Архыз, Псыш и Кызгыч), Малый Зеленчук (образуется при слиянии рек Маруха и Аксаут), собственно Кубань с истоками Учкулан и Уллу-Хурзук и крупными левыми притоками Дуут и Теберда.

Условия и формы проявления карстовых процессов

Как известно, для проявления карстовых процессов необходимы два главных условия: обилие атмосферных осадков и наличие карстующихся (легко растворимых) горных пород: известняков, доломитов, гипса, соли. В горной части Северного Кавказа сочетание таких условий имеется к западу от меридиана горы Эльбрус. Здесь коэффициент увлажнения варьирует от 1,0 до 2,0 и более, а карстующиеся породы представлены четырьмя разновозрастными формациями известняков: девонской, триасовой (развита только на территории Краснодарского края), верхнеюрской и меловой.

Формы проявления карста принято разделять на поверхностные и подземные.

Поверхностные формы выражены преимущественно на пологих северных склонах куэстовых хребтов – Скалистого и Пастбищного. Как правило, эти формы выражены понижениями в рельефе различных размеров. На пологом северном склоне Скалистого хребта зафиксированы мезоформы: воронки, котловины, поноры, сухие долины; на крутом южном склоне местами развиты микроформы: карры. Частота встречаемости названных форм максимальна западнее долины Кубани, тогда как восточнее они более редки [4], что связывается со снижением влажности климата.

Карры выявлены на ограниченных площадях, где карбонатные породы не имеют покрытия из склоновых отложений и почвы. По этому признаку их следует относить к голому карсту. Важно напомнить, что еще в 70-е годы XX в. карры были зафиксированы и в терригенных породах, а именно в песчаниках и конгломератах келловей, залегающих в основании карбонатной толщи

Скалистого хребта: «Карры здесь имеют форму лотков, совков, кувшинов шириной 25–30 см и глубиной до 40 см. Длина горизонтальных карров составляет десятки метров» [4. с. 46]. Возникновение карров в терригенных породах оказалось возможным благодаря наличию в них карбонатного цемента. В образовании горизонтальных карров мог участвовать и ветер, но формирование вертикальных карров, несомненно, происходило при ведущей роли процессов растворения.

Очевидно, такое же происхождение имеют узоры на поверхности одного из горизонтов массивных песчаников хумаринской свиты (нижний отдел юрской системы). Эти узоры в туристской и краеведческой литературе описаны как «ячеистое выветривание». Поскольку песчаники имеют карбонатный цемент, логично допустить, что главным агентом формирования ячеек было растворение.

Подземные формы карста весьма разнообразны – вертикальные и наклонные каналы, горизонтальные каналы (галереи), сводовые расширения (залы), колодцы, «органные трубы», лазы, завалы, уступы, разнообразные лабиринты, подземные реки и озера, водопады. Выходы каналов на поверхность носят названия пещер и вклюдов. Пещеры на территории КЧР широко распространены, тогда как вклюдзы единичны. Общеизвестен лишь один вклюд на левом склоне долины р. Дуут в южной части Передового хребта. Он связан с горизонтом мраморизованных известняков девона. Из вклюда вытекает ручей Ак-Суу; выше по склону в известняках находится вход в пещеру «Змеиная».

В подземной гидросфере выделяют три зоны, различающиеся барическими, температурными, гидрохимическими и петрофизическими параметрами (сверху вниз): гидростатическую, переходную и литостатическую [1].

Для образования карста благоприятна верхняя гидростатическая зона. В ней преобладают ненапорные воды, для которых характерны нисходящие и латеральные потоки. В участках проявления напорных вод при определенных литологических и тектонических условиях возможны и восходящие потоки по пластам или тектоническим нарушениям. Все подземные карстовые полости КЧР образовались в гидростатической зоне.

В нижней литостатической зоне, распространяющейся до глубин 12–15 км, давление создается литостатической нагрузкой [1].

Для нее характерно восходящее движение термальных газово-жидких флюидов.

Литологический фактор играет не менее важную роль – абсолютное большинство проявлений карста связано с карбонатными породами. Площадь, занятая на земном шаре карстующимися породами, превышает 40 млн км² [6]. Таким образом, карст – это не уникальное, а широко распространенное природное явление.

Размеры карстовых полостей лимитируются мощностью растворимых пород и глубиной эрозионного вреза речной сети – положением базиса эрозии. По этим параметрам геолого-геоморфологическое строение республики потенциально благоприятно для образования крупных и протяженных карстовых полостей – максимальная мощность известняков девона составляет 300 м, известняков верхней юры 200–250 м, мела – 100–150 м. Эрозионный врез речных долин при пересечении Передового хребта достигает 2000 м (р. Бол. Лаба), Скалистого хребта – 1000 м. Немаловажен и человеческий фактор – пещеры должны быть обследованы специалистами-спелеологами. В 1971 г. в Абхазии была обнаружена рядовая по внешним параметрам пещера, названная «Снежной». И лишь благодаря самоотверженному труду нескольких экспедиций спелеологов она была обследована и по глубине (1370 м) оказалась второй в мире.

Территории активного развития карста в КЧР представлены крупными фрагментами спелеорайонов, входящих в состав спелеопровинции Большого Кавказа, Крымско-Кавказской спелеологической страны [1]. Карстовые явления в зоне Скалистого хребта относятся к спелеообласти куэст Северного склона. Карст в пределах Передового хребта составляет основной фрагмент спелеорайона Передового хребта, входящего в состав спелеообласти Осевой зоны [5].

Для туристской сферы из всего комплекса проявлений карста наибольший интерес представляют пещеры.

Типизация пещер КЧР

Различают пещеры карстовые (коррозионные), абразионные, эрозионные, дефляционные, суффозионные. В песчаниках нижнего мела Северного Кавказа геологи выделяют «пещерный» горизонт – в них часто образуются неглубокие ниши, происхождение которых связывают с воздействием ветра.

Пещеры, являющиеся предметом рассмотрения в данной работе, имеют карстовое происхождение. Дальнейшее их разделение целесообразно по составу и возрасту карстующихся пород.

Пещеры в девонских породах. Девонские отложения в пределах КЧР известны в морфоструктуре Передового хребта. Здесь выявлены пещеры: Ильясова, Козлиная, Змеиная, Старательская, Мраморная, пещеры хребта Дженту, Загедана, верховьев р. Кыфар-Агур (рисунок).

Пещеры в юрских породах. Юрские отложения представлены двумя комплексами. Нижний комплекс – преимущественно терригенные толщи ранне-среднеюрского возраста, накапливавшиеся в условиях гумидного климата; верхний комплекс – аридные карбонатные и эвапоритовые формации келловее и поздней юры [8].

Пещеры в нижнеюрских песчаниках: Северная, пещеры р. Хасаут и правобережья р. Мара (рисунок), Преграденские гроты. Процесс образования этих пещер не является типичным карстовым и нуждается в дополнительном исследовании.

Пещеры в верхнеюрских известняках: массив Ахмет-Скала (Ахмет-Кая), междуречья Большой Лабы и Урупа, междуречья Урупа и Большого Зеленчука, пещеры Нелюбовой Балки и карстовые провалы аула Хабез, пещеры левобережья реки Кубань напротив села Важное, пещеры междуречья Кубани и Кумы (Сарытюзские), Гришкины пещеры (рисунок).

Пещеры в меловых породах. На Центральном Кавказе и в Карачаево-Черкесии меловые отложения четко разделяются на два комплекса: преимущественно терригенный песчано-глинистый (нижний мел) и карбонатный, сложенный известняками (верхний мел).

Пещеры в известняках верхнего мела: Хабезская, Алимкина, Отдушина, Бородинна, Хаджи-Даут, Водная и Водная вторая, Дугур-Дорбун, Загон (рисунок).

Пещеры – памятники природы и объекты туризма. На территории КЧР зарегистрировано 74 памятника природы, имеющих республиканское значение (Постановление облисполкома № 708 от 08.12.1978 г.), из которых 10 – памятников – пещер.

«Археологические» гроты КЧР. Гроты с петроглифами известны в ущельях Аргыш-Дорбунла, Кызыл-Кол и многих других уголках республики, и хотя для спелеологов такие гроты интереса не представляют, они являются очень ценными природно-историческими памятниками.

Практические рекомендации

Не все пещеры КЧР пригодны для привлечения массового потока туристов. Часть из них находится в труднодоступных

местах, другие сложны для прохождения. Например, чтобы попасть в наиболее впечатляющие сталактитовые залы пещеры «Южный слон», нужно преодолеть попластуноски весьма узкий лаз – «шкуродер».

Вовлечение пещер в туристскую сферу следует начать с объектов, расположенных около дорог. Таковы Алимкина пещера в долине р. Джаганас и песчаниковые пещеры р. Мара. Маринские пещеры невелики, но рядом имеются другие интересные объекты – ячеистые песчаники и минеральный источник. В качестве третьего объекта знакомства с подземным миром мы предлагаем не пещеру, а штольню бывшего Эльбрусского рудника в долине Кубани. Подземные выработки рудника безопасны и использовались для проведения практики студентов Московского горного института вплоть до 1991 г. Успешный опыт превращения горных выработок в популярный туристский объект один из авторов статьи наблюдал в Южной Саксонии (Германия). Там в предгорье Гарца – хребта невысокого и скромного, но воспетого Г. Гейне и И. Гёте, немцы дружно посещают штольню XIX века. Подготовленный экскурсовод может не менее интересно рассказать об истории и минералах Эльбрусского рудника, расположенного к тому же в красивом ущелье на берегу быстрой Кубани. Посещение этой штольни в физическом отношении проще, а в познавательном – не менее интересно, чем посещение пещер. Ибо, как сказал философ Ксенофонт (4 век до н.э.), «только мышление открывает действительный мир».

Выводы

На территории Кавказа карбонатные породы, благоприятные для развития карста, отлагались в девонский период, в позднелюрскую и позднемеловую эпохи. Геоморфологические и климатические условия для карстовых процессов создались в плиоцене и в четвертичный период.

Из различных видов проявления карста практический интерес для туристской сферы представляют пещеры. В КЧР 10 пещер отнесены к памятникам природы.

По составу и возрасту карстующихся пород нами все подземные полости республики подразделены на 4 группы: девонскую,

нижнелюрскую, верхнелюрскую и меловую. Вертикальный размах гидростатической зоны максимален (до 2 км) на западе КЧР, к востоку он уменьшается, но местами (бассейн Эшаккона) увеличивается до 1,5 км. Это свидетельствует о том, что далеко не все карстовые полости открыты.

В настоящее время охране пещер не уделяется должного внимания, браконьеры уничтожают их первозданную красоту и минеральное убранство; многие уникальные пещерные образования находятся в критическом санитарном состоянии.

Предлагается вовлечение пещер в сферу массового туризма начать с объектов, расположенных близ автотрасс хорошего и удовлетворительного качества. Пещеры и их окрестности нуждаются в грамотном природообустройстве, ландшафтном дизайне, организации контролируемого посещения и охране.

Список литературы

1. Ежов Ю.А., Лысенко Г.П., Андрейчук В.Н., Дублянский Ю.В. Карст в земной коре: распространение и основные типы. – Новосибирск: Объед. ин-т геологии, геофизики и минералогии, 1992. – 76 с.
2. Кипкеева П.А. Реализация основ и принципов эколого-географического образования молодежи и школьников Карачаево-Черкесии средствами геоинформационных систем: автореф. дис. ... канд. географических наук: 25.00.36 / Южный федеральный университет. Ростов-на-Дону, 2013. – 24 с.
3. Кипкеева П.А., Потапенко Ю.Я. Основные факторы обеспечения устойчивого туризма в Карачаево-Черкесии // Вестник Московского университета. Серия 5: География. – 2015. – № 5. – С. 76–81.
4. Костин П.А. Карст Скалистого хребта к востоку от Кубани // Северный Кавказ: сборник, вып. 3. – Ставрополь, 1974. – С. 43–50.
5. Липченко Ю.С. Карстово-спелеологическое районирование КЧР // Проблемы геологии, геоэкологии и минералогии юга России и Кавказа: материалы V Международной научной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения профессора А.Г. Кобилева. – Т. 2. Новочеркасск, 2006. [Электр. ресурс]. – URL: <http://abissus.narod.ru/kchr.htm>. (дата обращения: 20.08.15).
6. Максимович Г.А. Основы карстоведения. – Пермь, 1963. – 440 с.
7. Михайлов И.В. Пещеры Карачаево-Черкесии. – Ставрополь-Черкесск: Ставропольсервисшкола, 2003. – 96 с.
8. Потапенко Ю.Я. Геология Карачаево-Черкесии. – Карачаевск: КЧГУ, 2004. – 150 с.
9. Потапенко Ю.Я., Кипкеева П.А. Влияние структуры речных бассейнов на развитие общественно-территориальных систем (на примере Приэльбрусья) // Известия Дагестанского государственного педагогического университета, серия «Естественные и точные науки». – 2016. – № 1 (34). – С. 104–111.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭКОНОМИКИ СЕВЕРНЫХ СООБЩЕСТВ СИБИРИ В МИРОВОМ КОНТЕКСТЕ

Куклина В.В.

*Институт географии им. В.Б. Сочавы Сибирского отделения Российской академии наук,
Иркутск, e-mail: vvkuklina@gmail.com*

В статье представлен обзор сравнительных исследований северных локальных сообществ и место в них Сибири. Опираясь на международные сравнения арктических стран, производившиеся Л. Хаски, А. Пелясовым, А. Петровым и др., в статье выделены три основных направления местной экономики: традиционное природопользование, рыночный сектор и трансферты. На основе полевых материалов, собранных в 2013 и 2014 годах, сравниваются местные и зарубежные статистические показатели, а также отмечается, в каких случаях необходимо их дополнение и уточнение при помощи полевых исследований. В результате делается вывод, что северные сообщества Сибири имеют много общего с остальными северными сообществами в плане экономического развития, однако обладают рядом специфических черт, обусловленных историей развития, особенно советским наследием, и ограниченной транспортной доступностью.

Ключевые слова: северные сообщества, локальная экономика, периферия, неформальная экономика

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE ECONOMY OF THE NORTHERN COMMUNITIES OF SIBERIA IN INTERNATIONAL CONTEXT

Kuklina V.V.

*V.B. Sochava Institute of Geography, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences,
Irkutsk, e-mail: vvkuklina@gmail.com*

An overview of comparative studies of the northern communities is given with clarification of the place of Siberia there. Using international comparative studies of arctic countries conducted by L. Huskey, A. Pelyasov, A. Petrov etc. the main three kinds of local economies are specified: traditional subsistence, market economy, and transfers. Based on field studies organized in 2013 and 2014 comparison of local and international statistical data is given with specification of where additional field studies are needed in order to supplement or correct given statistical information. As a result, it is noted that northern communities of Siberia have a lot in common with arctic communities elsewhere in economic development. Nevertheless, they have a few specific characteristics formed by the history of their development, and especially inherited from the soviet time, as well as formed by limited transportation accessibility.

Keywords: northern communities, local economy, periphery, informal economy

Современные трансформации в территориальной организации локальных сообществ в России в настоящее время сопровождаются увеличением их территориальной дифференциации и поляризации по уровню доходов и качеству жизни. Исследователи отмечают, что поляризация сопровождается сжатием освоенного сельского пространства и формированием очаговой структуры сельского пространства, при которой ухудшается положение периферийных районов [4]. Особенно заметна подобная поляризация в периферийных сообществах, к которым относится большинство районов Сибири. Данный феномен не является уникальным для России, что особенно заметно при изучении периферийных сообществ Севера: по наблюдениям исследователей, ресурсная периферия не только усугубляется как место, но и находится на периферии внимания исследователей, которые сами обычно находятся в постиндустриальных городах [6]. Поэтому важным является понять: каковы общие черты северных периферийных сообществ,

какие уроки могут быть извлечены из международного опыта исследований подобных сообществ, в чём уникальность северных сообществ Сибири и чем она обусловлена.

В условиях периферии значимость социальных связей особенно возрастает, поэтому наличие сообщества – одно из условий сохранения жизни поселений. Особенно это актуально для России и Северной Америки с их обширными пространствами, пёстрым этническим составом и разнообразием природных условий и ресурсов. В XXI веке они встали перед проблемой рационального освоения обширных территорий и создания поселений, удобных для жизни. Частично это было связано с чрезмерной индустриальной активностью в XX веке. Однако сценарии развития сообществ разворачивались по-разному: в США и Канаде – это формирование расовой и этнической сегрегации и бесконечно разрастающихся пригородов, зависимых от наличия личных автомобилей, в России – обезличивание городов и деревень в результате игнорирования их

этнокультурной специфики и социальных потребностей.

Несмотря на то, что в дореволюционный период Сибирь России и США часто являлись объектами сравнительного анализа в качестве двух фронтальных территорий, а в советский – для обоснования идеологических различий и в короткий период Второй мировой войны – для обоснования схожести стран перед лицом фашистской Германии, в настоящее время научно обоснованные сравнения фактически отсутствуют за редким исключением [5].

Попытка сравнительного анализа всех северных локальных экономик предприятия Л. Хаски, который представляет их как смесь из трёх взаимосвязанных частей: традиционного или жизнеобеспечивающего сектора, рыночного сектора и трансфертов [8]. Причём освоение ресурсов здесь он рассматривает как соответствующее образцам фронта: как высокзатратное в силу отсутствия инфраструктуры и прочего материального обеспечения, а также недостатка квалифицированной рабочей силы из-за слабой заселённости. Те же причины делают высокзатратной любую переработку местных природных ресурсов. Таким образом, выделяются три фактора, сдерживающих развитие местных сообществ в таких регионах: ограниченная транспортная доступность, разделяющая «анклавы» ресурсной добычи и местные сообщества, отсутствие необходимой квалификации у местных и ограниченная возможность местных властей получать дополнительные налоги с добычи ресурсов. Несмотря на справедливость его утверждений, каждый из перечисленных факторов по-своему проявляется в Сибири, поэтому далее каждый из пунктов будет рассмотрен подробнее на основе анализа статистических данных и полевых исследований в Тоджинском кожууне Республики Тыва, Катангском и Нижнеудинском районах Иркутской области в 2013 году, в г. Виллистон штата Северная Дакота США в 2014 году.

Традиционное природопользование

По наблюдениям исследователей в Саникулаке на Северо-Западных территориях Канады, традиционный сектор предоставлял 63 % (включая и эквивалент потребления продуктов), и трансферты – 30 % реальных доходов местного сообщества в 1987 году [8]. В 2001–2006 годах социологические обследования среди инуитов Гренландии, Аляски, Канады и Чукотки показали, что половина опрошенных семей получают более половины потребляемого мяса при помощи охоты.

Особенно важное значение жизнеобеспечивающий сектор имеет в мелких поселениях (менее 1000 чел.), составляющих более 83 % поселений Аляски, Северо-Западных территорий, Юкона, Гренландии и Исландии, но в них проживает всего 15 % населения этих регионов. На Аляске такие сообщества имеют официальный уровень безработицы в два раза превышающий уровень в городской части штата, неофициальные цифры ещё выше. В Канадской Арктике он составлял около 40 % среди коренных народов в 2000 году.

В России отсутствуют статистические показатели для выделения различий между мелкими и крупными поселениями. Однако в Сибири мелкие поселения довольно часто являются территориями расселения коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока. Как уже отмечалось в предыдущих исследованиях [2], социально-экономические показатели коренного населения и «укоренившихся» представителей других этнических групп довольно близки, поэтому статистические показатели учёта среди представителей коренных малочисленных народов могут рассматриваться в качестве модельных для всех северных периферийных сообществ с высокой зависимостью от традиционного сектора экономики (табл. 1).

При анализе таблицы видно, что количество экономически неактивных значительно превышает количество безработных. Данная категория включает стипендиатов, пенсионеров, получающих другие виды пособия, помимо пособия по безработице, работающих в подсобном хозяйстве и прочих. При анализе состава экономически неактивного населения на региональном уровне можно выяснить, что в основном оно состоит из получающих пенсию, однако при проведении полевых исследований в Катангском районе и в Тофаларии Нижнеудинского района Иркутской области в 2013 году было отмечено, что официально незанятое население было на самом деле вовлечено в традиционные промыслы.

Особенность российской статистики обусловлена ограниченными возможностями учёта безработных в труднодоступных районах. Таким образом, совокупность официально зарегистрированных безработных и экономически неактивного населения может рассматриваться в качестве той, которая занята в традиционном секторе. В результате получаются сопоставимые с другими северными коренными народами черты жизнеобеспечивающего сектора, которые, однако, по-разному учитываются.

Таблица 1

Население частных домохозяйств по экономической активности в возрасте 15–72 лет по сибирским субъектам федерации (по материалам Переписи 2010 г.)

Регионы	Группы населения	Численность населения	Указавшие экономическую активность	В том числе				Процент из указавших экономическую активность			
				экономически активные	из него		экономически неактивные	экономически активные	из него		экономически неактивные
					занятые в экономике	безработные			занятые в экономике	безработные	
Забайкальский край	Всего	811853	768913	517346	448875	5353	251567	67,3	58,4	0,7	32,7
	Эвенки	967	937	546	412	134	391	58,3	44,0	14,3	41,7
Иркутская область	Всего	1825500	1732619	1174621	1060262	114359	557998	67,8	61,2	6,6	32,2
	Тофалары	487	481	290	222	68	191	60,3	46,2	14,1	39,7
	Эвенки	925	909	495	393	102	414	54,5	43,2	11,2	45,5
Республика Бурятия	Всего	708348	693581	446318	387787	58531	247263	64,3	55,9	8,4	35,7
	Сойоты	2455	2438	1441	1112	329	997	59,1	45,6	13,5	40,9
	Эвенки	2055	2028	1238	929	309	790	61,0	45,8	15,2	39,0
Республика Саха (Якутия)	Всего	714296	686808	493121	447867	45254	193687	71,8	65,2	6,6	28,2
	Эвены (Ламуты)	10427	10148	6729	5557	1172	3419	66,3	54,8	11,5	33,7
	Юкагиры	845	835	572	480	92	263	68,5	57,5	11,0	31,5
	Долганы	1254	1239	818	689	129	421	66,0	55,6	10,4	34,0
	Чукчи	428	423	302	271	31	121	71,4	64,1	7,3	28,6
	Эвенки	14334	13902	9492	8039	1453	4410	68,3	57,8	10,5	31,7
Республика Тыва	Всего	208801	205741	123389	97176	26213	82352	60,0	47,2	12,7	40,0
	Тувинцы-тоджинцы	1272	1264	753	480	273	511	59,6	38,0	21,6	40,4

Рыночный сектор

Как уже отмечалось выше, роль рыночного сектора в периферийных сообществах ограничена, что объясняется тремя основными причинами:

1) отсутствием доступа к тем видам работ, которые создаются на севере, в том числе из-за отсутствия необходимых навыков и дороговизны обучения местных из-за того, что правительством установлены высокие стандарты заработной платы для местных;

2) высокими транспортными расходами, добавленными в стоимость продукции;

3) ограниченностью доступа к рынкам и ресурсам, в том числе в результате принятия международных законов, ограничивающих сферу экономики местных.

В Сибири подавляющая часть рыночного сектора связана с добывающей промышленностью, которая всё чаще ведётся вахтовым методом. Часть жизни, проводимая в вахтовых посёлках, фактически не фиксируется: посёлки редко отмечаются на картах, люди не могут быть в них прописаны, доставка авиатранспортом и наземным транспортом производится независимо от других существующих транспортных связей рассматриваемого района.

В результате формируются диспропорции в распределении населения по территории районов, которые искажают карту транспортной доступности и связей (табл. 2).

Статистические данные сравнивались с оценочными во время полевых исследований в 2013 и 2014 годах. Как в России, так и в США местные власти жаловались на недостаток статистики о текущей численности всего и занятого населения. Различие в том, что в городе Виллистон штата Северная Дакота бум нефтегазовой добычи привёл к стремительному росту численности населения и ускоренному жилищному строительству, в то время как в рассматриваемых российских примерах доля занятого местного населения выросла незначительно. Однако в то же время, если говорить о местном укоренённом населении, которое в Северной Дакоте было занято сельскохозяйственной деятельностью, то изменение их занятости тоже оказалось незначительным.

В качестве альтернативы добывающей промышленности в периферийных сообществах часто рассматривается туризм: постепенно набирают популярность круизные туры по Северному Ледовитому океану, экстремальный туризм по труднодоступным горным районам [3] и охотничий туризм.

Таблица 2

Показатели периферийных сообществ
в период бума добычи природных ресурсов (2013 г.)

Показатели	г. Виллистон, Северная Дакота*	г. Усть-Кут, Иркутская область	с. Ербогачен, Иркутская область	с. Тоора-Хем, Республика Тыва
Перепись населения, 2010	14 716	45 375	1 965	2932
Количество гостиниц	28	3	3	0
Жилые единицы, построенные в 2010–2014 гг.	12 237	718**	нет данных	нет данных
Оценочная численность обслуживающего месторождения местного персонала	31 143	670***	нет данных	30

Примечания: * [7]; ** рассчитано на основе отчётов о построенной жилой площади (16 311/27,9 кв. м).
*** занятых в Иркутской нефтяной компании (всего в ИНК 4000 занятых, в ВЧНГ – 3500).

Отмечено, что ограниченная транспортная доступность, сезонность, недостаток квалифицированных кадров и гостиниц являются основными факторами, препятствующими развитию туризма [1]. Так же как и в случае с добывающей промышленностью, отсутствует надёжная статистика по учёту туристических потоков и вовлечённости в него местного населения. Исследователи отмечают, что другие сферы сервисной экономики также слабо поддаются учёту, в связи с тем, что частично субсидируются, особенно это заметно в России, где субсидируются жилищное строительство, электричество, коммунальные услуги и т.д.

Из всех видов пока наиболее успешными в опыте зарубежных арктических стран оказываются примеры выхода на международный уровень традиционных отраслей экономики, таких как охота, рыболовство, оленеводство и т.п. [9] а также искусства и ремёсел, основанных на культурных традициях коренных народов, однако, по мнению исследователей, продукты искусств и ремёсел пока ещё недооценены на рынке [10].

Трансферты

Трансферты обеспечивают доходы местных жителей тремя способами: прямыми трансфертами жителям в виде социальных пособий и пособий по безработице (к этому можно добавить в России сохранившиеся с советского периода «северный завоз», различные программы поддержки коренных малочисленных народов, программы переселения из районов Крайнего Севера, из ветхого жилья и т.п.), занятостью на государственных работах и непосредственным обеспечением различными продуктами или услугами (образование, жильё, коммунальные услуги, отопление, электроэнергия, транспортные расходы и т.д.). Исходя даже из беглого взгляда на список, можно понять, что они занимают доминирующее положение в экономике северных сообществ Сибири. Вместе с трансфертами увеличивается зависимость сообщества от внешнего

мира – решений, там принимаемых, и ресурсов, там распределяемых. Кроме того, обеспечивая социальную поддержку и сокращая стоимость социальных услуг, они замедляют миграционный отток. Также такая экономика не может быть устойчивой, так как зависит от государственного бюджета.

Таким образом, северные сообщества Сибири имеют много общего с арктическими сообществами в плане экономического развития, несмотря на более южное положение. Однако обладают рядом специфических черт, обусловленных историей развития, особенно советским наследием, и ограниченной транспортной доступностью.

Статья подготовлена при поддержке РГНФ, грант № 16-02-00570.

Список литературы

- Абалаков А.Д., Панкеева Н.С. Особенности развития туризма в период глобального экономического кризиса // География и природные ресурсы. – 2011. – № 3. – С. 111–117.
- Красноштанова Н.Е., Куклина В.В. Взаимодействие промышленных компаний и местных сообществ в условиях дальней периферии (на примере Катангского района Иркутской области) // Известия Иркутского государственного университета. Серия «Науки о Земле». – 2014. – Т. 10. – С. 78–91.
- Куклина М.В., Куклина В.В. Акторно-сетевой подход к исследованию туристической индустрии (на примере озера Байкал) // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 12–8. – С. 1682–1684.
- Нефёдова Т., Трейвиш А. Состояние сельской местности: к новому витку поляризации. Демоскоп Weekly. 2010. – № 10. – С. 4–17. – <http://demoscope.ru/weekly/2010/0437/tema05.php> (дата обращения 18.02.15).
- Brown K. Gridded Lives: Why Kazakhstan and Montana are Nearly the Same Place // The American Historical Review. – 2001. – Vol. 106, № 1. – P. 17–48.
- Hayter R., Barnes T.J., Bradshaw M.J. Relocating resource peripheries to the core of economic geography's theorizing: rationale and agenda // Area. – 2003. – № 35 (1). – P. 15–23.
- Hodur N.M., Bangsund D.A. Population Estimates for the City of Williston. March 10, 2015. – <http://www.willistonnd.com/usrimages/NDSUPopulationStudyMarch2015.pdf> (дата обращения 18.02.15).
- Huskey L. Globalization and the Economies of the North // Globalization and the Circumpolar North / ed. Heininen Lassi and Southcott Chris. – Fairbanks: University of Alaska Press, 2010.
- Huskey L., Maenpaa I., Pelyasov A. Economic systems // Arctic Human Development Report // Regional Processes and Global Linkages. – 2014. – С. 151–184.
- Petrov A. Calvin P.A. Creative capital and economic development opportunities in Alaska // Polar Record. – 2013. – Vol. 49. – № 04. – С. 348–361.

УДК 553.411.072:66.095

**ВЫЩЕЛАЧИВАНИЕ ЗОЛОТА И ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ
НЕЦИАНИСТЫМИ РАСТВОРИТЕЛЯМИ****Михайлов А.Г., Харитонов М.Ю., Вашлаев И.И., Свиридова М.Л.***ФГБУН «Институт химии и химической технологии» СО РАН, Красноярск, e-mail: mag@icct.ru*

С целью определения возможности выщелачивания цветных металлов нецианистыми растворителями проведены сопоставительные эксперименты на материалах различного вещественного состава, различающиеся между собой по форме нахождения металлов и содержанию. Использован метод агитационного выщелачивания. Объектами для проведения исследований были складированные отходы обогащения медно-никелевых руд, которые могут рассматриваться в качестве дополнительных источников цветных металлов, и золотосодержащие руды месторождения Самсон. Выщелачивание проводилось растворами тиомочевина, гуматов, йодистого аммония, йода и лигнина. Установлена возможность тиомочевинного выщелачивания золота из хвостов Норильской фабрики. Установлено, что для извлечения платины, никеля, палладия и меди наиболее подходит раствор сульфитного щелока. Для золотосодержащей руды и флотоконцентрата месторождения Самсон наибольшее извлечение дает использование йода и гуматов. Для хвостов обогащения месторождения Самсон – йод, сульфатный щелок.

Ключевые слова: агитационное выщелачивание, цветные металлы, руда, концентраты, отходы обогащения, нецианистые растворители

GOLD AND NONFERROUS METALS LEACHING BY NOT CYANIC SOLVENTS**Mikhaylov A.G., Kharitonova M.Yu., Vashlaev I.I., Sviridova M.L.***Institute of Chemistry and Chemical Technology SB RAS, Krasnoyarsk, e-mail: mag@icct.ru*

The purpose of this research is to determine the possibilities of leaching of nonferrous metals by various solvents. Comparative experiments for various materials are made. The method of agitation leaching was used. Objects of researches are the old tails of copper-nickel ores in Norilsk Industrial District and gold ores of the deposit of Samson. The useful components was leached by solutions of thiourea, humate, iodide ammonium, iodine and lignin. The researches on agitation leaching of non-ferrous metals from ores are presented in the article. Possibility of leaching of gold by thiourea from tails of Norilsk factory is established. Possibility of leaching of platinum, nickel, palladium and copper by a lignin solution from tails of Norilsk factory is established. Possibility of leaching of gold by iodine and humate from ore and a concentrate of the deposit of Samson is established. Possibility of leaching of gold by iodine and lignin from tails of a deposit of Samson iodine is established.

Keywords: agitation leaching, non-ferrous metals, ore, concentrate, old tails, not cyanic solvents

Выщелачивание представляет собой метод, позволяющий вовлекать в переработку минеральное сырье низкого качества и эффективно осваивать месторождения с малыми запасами, экономически невыгодными для переработки другими методами [7]. В мировой практике для выщелачивания золота из золотосодержащих руд широко применяется цианирование. Несмотря на преимущества перед другими растворителями, высокая токсичность цианидов вынуждает искать альтернативные растворители золота, удовлетворяющие жесточайшим экологическим требованиям. Большая группа нецианистых растворителей – тиокарбамид (тиомочевина), хлор, бром, тиосульфаты натрия и аммония, гидросульфиды, соли гуминовых кислот и др. изучена Иргиредметом. Результаты обобщены в работах [2, 5]. Работы по изучению растворения цветных металлов нецианистыми растворителями из руд и отходов обогащения проводились в ИХХТ СО РАН. Установлено, что при выветривании хвостов обогащения образу-

ются растворимые формы цветных и благородных металлов [4]. Возможность сульфитного щелока переводить в растворимую форму цветные и благородные металлы показана в [3]. Полученные результаты легли в основу технологии восходящего капиллярного выщелачивания [6].

Цель исследования – определить оптимальный растворитель для извлечения металлов из золотосодержащих руд и отходов обогащения. Использовался метод агитационного выщелачивания. Данное исследование является предварительным этапом технологических исследований, позволяет на небольшом объеме материала выбрать оптимальный выщелачивающий реагент и установить максимально возможную степень извлечения металла из конкретной руды.

Материалы и методы исследования

Выщелачивание проводилось растворами тиомочевина, гуматов, йодистого аммония, йода и лигнина. Расход реагентов составил: тиомочевина 30 г/л, 10 г/л, гуматов – 100 г/л, йодистого аммония – 5 г/л, йода – 25 мл/л, сульфитный щелок (лигнин) 200 мл.

В качестве сульфитного щелока использованы отходы бисульфитной варки целлюлозы Енисейского ЦБК (г. Красноярск) с содержанием сухих веществ 8,7 мас. % без дополнительной обработки или концентрирования. Состав органических веществ щелока – лигносульфонаты – 65–66%, углеводы – 16–17%, органические кислоты 16–18%.

Объектами для проведения исследований были первичные руды месторождения Самсон Нижнего Приангарья и отходы обогащения полиметаллических руд Норильского промузла, складированные в долине р. Щучья. Общий анализ горно-геологических условий, природных и технологических факторов показал возможность применения на этих объектах технологии восходящего капиллярного выщелачивания.

Исследования проводились для четырех проб, содержание в которых полезных компонентов приведено в табл. 1.

Форма золотин сложная, присутствует губчатое и пористое золото. Раскрытие золота происходит в крупности менее 0,16 мм.

Проба № 3 представляет собой флотоконцентрат, полученный из руды Верхнеталовского участка месторождения Самсон в лабораторных условиях на флотомашине механического типа. Реагентный режим: ксантогенат 150 г/т, ИМ50 – 50 г/т и сосновое масло 160 г/т. Масса навески 300 г. Объем камеры 3 литра. Отношение Т:Ж = 1:3. Время флотации 10 минут. После флотации пульпа промывалась от реагентов. Далее концентрат высушивался.

Проба № 4 отобрана из технологической пробы отходов гравитационной переработки месторождения Самсон.

Пробы руды измельчали до 2 мм, крупность флотоконцентрата 0,44 мм. Масса навески в каждом опыте составляла 100 г, объем раствора – 200 мл. Измельченная

Таблица 1

Содержание полезных компонентов в исходных продуктах

	Cu, %	Ni, %	Co, %	Fe, %	Mg, %	Pt, г/т	Pd, г/т	Au, г/т
Проба № 1	0,59	0,63	0,02	9,38	2,69	0,7	2,3	0,15
Проба № 2	–	–	–	–	–	–	–	2,8
Проба № 3	–	–	–	–	–	–	–	18
Проба № 4	–	–	–	–	–	–	–	1,86

Проба № 1 отобрана из технологической пробы лажалых отвальных хвостов Норильской обогатительной фабрики, складированных в долине р. Щучья. Внешне материал представляет собой серый песок средней крупности 2,0 мм. Из рудных минералов присутствуют пирротин, хромит; в подчиненном количестве халькопирит; изредка брусит, пентландит. По истечении нескольких десятилетий хранения содержание сульфидных минералов не превышает 10%. В пробе, помимо золота, содержатся Ni, Cu, Co, металлы группы платины. Минералогический анализ показал, что доля свободного золота составляет 10–15% от общего его содержания и находится в сростках с сульфидами. Минералогический анализ исходного материала показал, что сульфиды цветных металлов составляют 60–70%, а в оксидных фазах – до 15–20%. Золото (~87%) и платина (~19%) представлены органическими формами, основная часть платины (45%) связана с оксидами железа и марганца, палладий – на 61% связан с сульфидными минералами.

Проба № 2 отобрана из технологической пробы коры выветривания участка Верхнеталовский месторождения Самсон. Преобладающее сростание золота – с оксидами железа, в меньшей степени – с кварцем. Золото относительно равномерно распределено по всем классам крупности. Свободное золото присутствует в основном в крупности менее 0,044 мм. В результате гравитационных испытаний в шлих извлеклось 40% золота. В настоящее время отработка месторождения ведется по гравитационной технологии. Содержание золота в хвостах гравитационного обогащения составляет 0,74 г/т, что требует дальнейшей переработки выщелачиванием [1]. Золото распределено по классам крупности относительно равномерно, обедненные до отвального содержания классы в руде не представлены. Содержание золота в руде, определенное пробирным анализом, – 2,8 г/т.

проба с выщелачивающим раствором при соотношении жидкой фазы к твердой Ж:Т = 2:1 взаимодействовала в течение 24 часов при комнатной температуре при периодическом перемешивании. Для контроля процесса через 1, 2, 4, 24 часа отфильтровывали пробы раствора на анализ на содержание полезных компонентов. По окончании эксперимента (24 часа) проба также анализировалась. Извлечение металлов рассчитывалось по содержанию в фильтрационных растворах. В табл. 2 приведены максимальные значения извлечений, полученные в результате проведения опытов.

Результаты исследования и их обсуждение

Проба № 1. При использовании в качестве выщелачивающего раствора тиомочевина 3% за 24 часа эксперимента получено наибольшее извлечение золота (53,03%). Есть смысл увеличить время агитации при использовании тиомочевина и йодистого аммония. При использовании гуматов, лигнина и йода максимум извлечений достигается за 1–4 ч активации.

Для выщелачивания платины, палладия, меди и никеля наилучший результат показал раствор сульфитного щелока (рис. 1).

Проба № 2. Максимальное извлечение наблюдалось в опытах при продолжительности выщелачивания 2 часа гуматом (43,18%), 4 часа йодом (33,25%), 1 час лигнином (22,14%). Дальнейшее увеличение продолжительности до 24 ч приводит к снижению перехода металла в раствор (рис. 2).

Таблица 2

Результаты агитационного выщелачивания

	Тиомочевина, 3 %		Тиомочевина, 1 %		Гуматы		Аммоний йодистый		Йод		Сульфатный щелок	
	время, ч	извлечение, %	время, ч	извлечение, %	время, ч	извлечение, %	время, ч	извлечение, %	время, ч	извлечение, %	время, ч	извлечение, %
Проба № 1: Au	24	53,03	24	5,47	4	17,26	24	6,04	2	15,6	2	31,66
Pd	24	12,06	24	1,65	24	2,65	–	–	–	–	24	71,59
Pt	24	4,23	24	0,6	4	26,6	–	–	–	–	24	87,21
Cu	24	28,53	24	1,39	1	0,64	4	3,54	4	30,92	24	30,10
Ni	4	69,37	24	31,75	1	4,76	4	87,46	24	28,78	4	84,4
Проба № 2	–	–	–	–	2	43,18	–	–	4	33,25	1	22,14
Проба № 3	–	–	–	–	4	26,39	–	–	24	42,13	–	–
Проба № 4	24	2,88	24	1,29	24	17,90	24	34,81	24	63,66	1	39,78

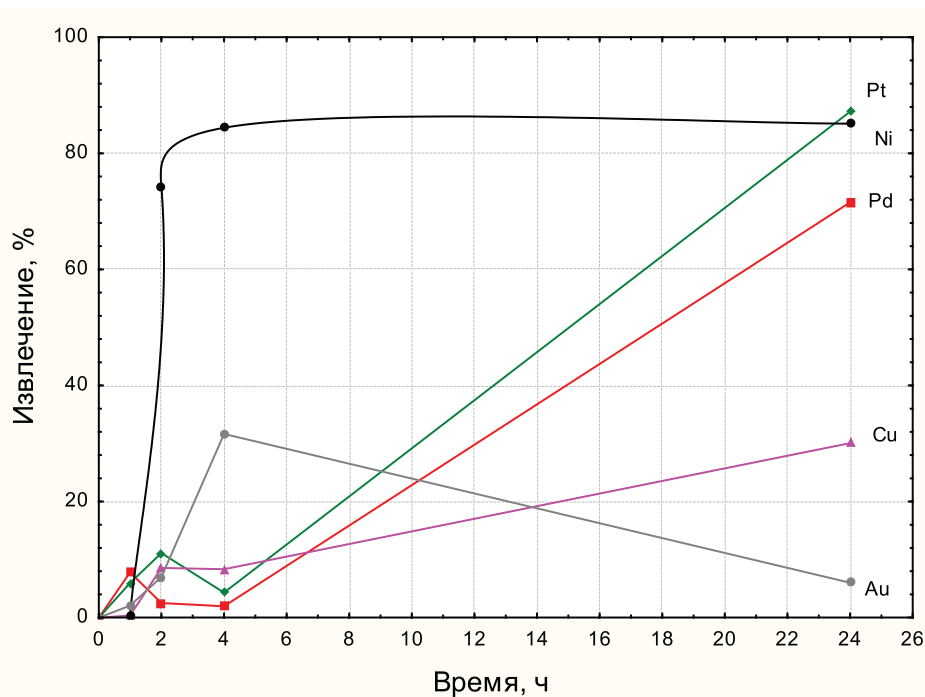


Рис. 1. Кинетика извлечения металлов в раствор при использовании лигнина (проба № 1)

Проба № 3. Лучшее извлечение (42,13 %) получено при обработке йодом за 24 часа. При обработке гуматами в течение 4 часов извлечение достигается 26,39 %. Остальные растворители в опытах с данной пробой не работают (рис. 3).

Проба № 4. На рис. 4 представлена кинетика извлечения золота отвалных хвостов месторождения Самсон в раствор при использовании различных растворителей.

Как видно, максимальное извлечение золота в раствор наблюдается при использовании йода (63,66 %) за 24 часа выщелачивания. При применении йодистого аммония и йода можно предположить дальнейшее нарастание извлечения золота в раствор при продолжении опыта более 24 часов. (рис. 4). Поэтому для того, чтобы проследить дальнейшее направление процесса, необходимо увеличить время агитации для этих растворов.

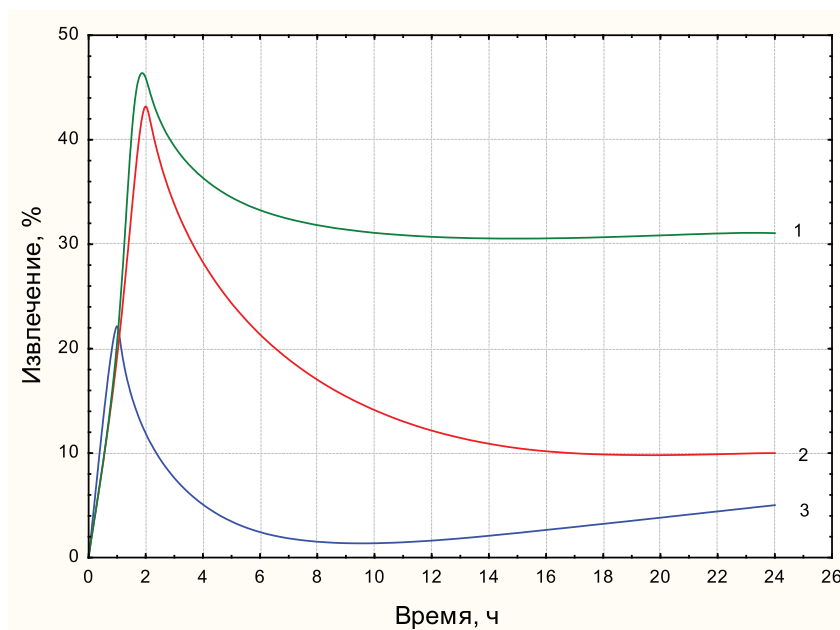


Рис. 2. Кинетика извлечения золота в раствор для различных растворителей (проба № 2):
1 – гуматы; 2 – йод; 3 – лигнин

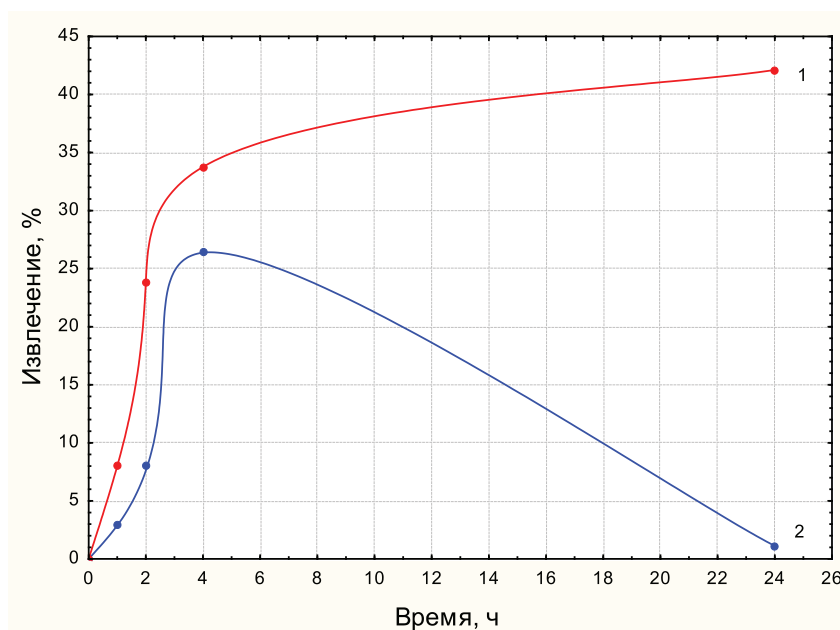


Рис. 3. Кинетика извлечения золота в раствор при различных растворителях (проба № 3):
1 – йод; 2 – гуматы

Заключение

Опыты показали, что для выщелачивания золота из исследуемых материалов наиболее эффективны растворы: для лежалых отвальных хвостов Норильской обогатительной фабрики, складированных в долине р. Щучья – раствор тиомочевины 3%; для руды месторождения Самсон (в порядке убывания) – гуматы – йод – сульфитный

щелок; для концентрата месторождения Самсон – йод – гуматы; для хвостов гравитационного обогащения месторождения Самсон – йод – сульфатный щелок – йодистый аммоний – гуматы. Для извлечения платины, никеля, палладия и меди из отвальных хвостов Норильской фабрики наибольшие извлечения дает раствор сульфитного щелока.

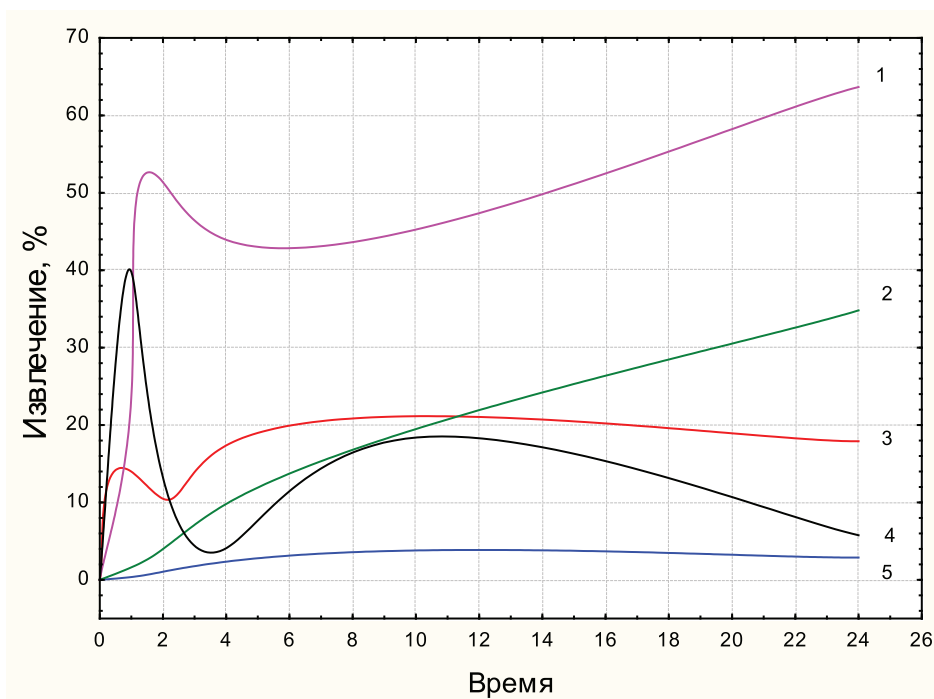


Рис. 4. Кинетика извлечения золота в раствор для различных растворителей (проба № 4): 1 – йод; 2 – йодистый аммоний; 3 – гуматы; 4 – лигнин; 5 – тиомочевина

Полученные результаты являются ориентиром для выбора растворителей и их концентраций, с которыми дальше будут проведены укрупненные лабораторные испытания при фильтрационном режиме выщелачивания.

Основные выводы

1. Показана принципиальная возможность перевода в раствор цветных металлов при выщелачивании хвостов Норильской обогатительной фабрики сульфитным щелоком. Извлечение составляет 30–84 %. Для извлечения золота возможно использование тиомочевины 3 %, извлечение выше, чем другими исследованными растворителями.

2. Показана принципиальная возможность перевода в раствор золота при выщелачивании руды и флотоконцентрата месторождения Самсон йодом и гуматами. Извлечение 26–43 %.

3. Показана принципиальная возможность перевода в раствор золота при выщелачивании лежалых хвостов гравитационного обогащения месторождения Самсон йодом и сульфитным щелоком. Извлечение 64–40 %.

4. Представляется целесообразным дальнейшее проведение исследований по выщелачиванию исследуемых материалов.

Список литературы

1. Брагин В.И., Усманова Н.Ф., Меркулова Е.Н. Морфология золота в коре выветривания Самсоновского рудного узла // Второй международный конгресс Цветные металлы – Красноярск, 2010. – С. 46–48.
2. Минеев Г.Г., Панченко А.Ф. Растворители золота и серебра в гидрометаллургии. – М.: Металлургия, 1994. – 240 с.
3. Михайлов А.Г., Тарабанько В.Е., Харитонов М.Ю., Вашлаев И.И., Свиридова М.Л. Возможности воды и раствора сульфитного щелока в подвижности цветных и благородных металлов в хвостах флотационного обогащения // Журнал Сибирского федерального университета. Химия. – 2014. – Т. 7, № 2. – С. 271–279.
4. Михайлов А.Г., Харитонов М.Ю., Вашлаев И.И., Свиридова М.Л. Исследование подвижности водорастворимых форм цветных и благородных металлов в массиве лежалых хвостов обогащения // Физико-технические проблемы переработки полезных ископаемых. – 2013. – № 3. – С. 188–196.
5. Панченко А.Ф., Лодейщиков В.В., Хмельницкая О.Д. Изучение нецианистых растворителей золота и серебра // Цветные металлы. – 2001. – № 5. – С. 17–20.
6. Патент РФ № 2402620, МПК C22B 3/04, 27.10.2010.
7. Толстов Е.А., Толстов Д.Е. Физико-химические геотехнологии освоения месторождений урана и золота в Кызылкумском регионе. – М.: ООО Геоинформцентр, 2002. – С. 277.

УДК 553.41

ХАКАНДЖИНСКОЕ ЭПИТЕРМАЛЬНОЕ ЗОЛОТО-СЕРЕБРЯНОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ ПРИОХОТЬЯ (РОССИЯ): ФАКТОРЫ ЛОКАЛИЗАЦИИ И УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ

Остапенко Н.С., Нерода О.Н.

ФГБУН «Институт геологии и природопользования» ДВО РАН,
Благовещенск, e-mail: ostapenko_ns@mail.ru

Цель исследования – выявление основных геологических факторов, повлиявших на локализацию и формирование руд Хаканджинского месторождения на основе совокупного анализа оригинального полевого материала, а также разведочных и опубликованных данных. Авторами оценена роль различных геологических факторов в локализации месторождения, рудных тел и ореолов рассеяния. Расчетным путем обосновано, что источником рудоносных растворов был коровый вулканический очаг, флюидопроводниками – жерло вулкана и сопровождающие его разломы. Местом локализации руд явилась положительная экранированная слабо проницаемыми породами (флюидальными покровными и экструзивными риолитами, сферолитовыми лавами, псефитовыми туфами) структура с объемным подэкраным коллектором флюида, сложными туфобрекчиями и агломератами повышенной проницаемости (литологический фактор). Сделан вывод, что основным условием формирования крупных промышленных месторождений является сопряжение в пространстве и времени посредством флюидопроводников, металлоносного глубинного магматического очага и положительной экранированной структуры вблизи поверхности с объемным подэкраным коллектором флюидов. В неэкранированных структурах крупные месторождения не образуются.

Ключевые слова: геологические купола, породные коллекторы и экраны, флюидопроводники, рудные тела, ореолы рассеяния

KHAKANDGINSKOYE EPITHERMAL AU-AG DEPOSIT, PRIOKHOTIYE (RUSSIA): FACTORS OF LOCALIZATION AND FORMATION CONDITIONS

Ostapenko N.S., Neroda O.N.

*Institute of Geology and Natural Management of Far Eastern Branch of Russian Academy of Sciences,
Blagoveschensk, e-mail: ostapenko_ns@mail.ru*

Detection the main geological factors influenced on Khakandginskoye deposit ore formation and localization based on original field material combined analyses, also prospecting and published data, is the purpose of this article. Authors estimated the role of different geological factors in localization of deposit, ore bodies and dissemination halo. Rated methods proved that origin of ore-bearing solution was crust volcanic core, fluid conductors were volcanic crater and accompanied faults. Ore localization site presents positive shielded low-permeable (fluid-bedding and extrusive riolites, spherolite lavas, psephit tuffs) structure with massive under-shielded fluid collector, complex tuff-breccias and high-permeable agglomerates (lithological factor). It concluded the main condition for large productive deposit formation is spatial and temporal interface by means of fluid conductors, metal-bearing deep magmatic core and positive shielded structure nearby surface with massive under-shielded fluid collector. Large deposits don't occur in non-shielded structures.

Keywords: geological domes, rock collectors and shields, fluid conductors, ore bodies, dissemination halo

С вулканическими и вулкано-плутоническими поясами, зонами и локальными структурами на континентах известно большое число проявлений и месторождений золота, серебра, олова, меди, молибдена и полиметаллов. Изучены они в разной степени. В их локализации исследователи обращают внимание на геологические обстановки. В работе [6], например, приводится типизация структурных условий локализации золото-серебряных месторождений. А какие еще факторы важны для локализации этого типа и таких месторождений? Целью данной работы является рассмотрение широкого круга условий и факторов рудолокализации на примере хорошо изученного, разведанного и введенного в эксплуатацию Хаканджинского золото-серебряного ме-

сторождения Приохотья (Россия). В его изучении на разведочной стадии принимал участие один из авторов статьи (Н.С. Остапенко). Собран полевой материал по геологическому разрезу вулканитов, по составу минерализации, ее приуроченности к первичным ореолам рассеяния. Совокупный анализ этих материалов и публикаций исследователей по месторождению и вмещающей его вулканоструктуре явился основой достижения поставленной цели.

Геологическое строение Хаканджинского месторождения

Хаканджинское месторождение (рисунки) кратко характеризуется по материалам В.Г. Невструева и Л.В. Эйриша [3], Ф.Г. Федчина [4], В.Г. Хомича [5] с учетом

материалов автора и разведочных данных. Оно расположено в южной части Охотско-Чукотского вулканического пояса, в зоне Охотско-Ульбейского поднятия в Ульинском вулканогенном прогибе. Фундамент вулканогена представлен пологоскладчатыми терригенными толщами триаса. Рудное поле приурочено к вулcano-плутонической структуре диаметром 10–15 км, образованной сложным комплексом покровных, экструзивных, субвулканических и интрузивных образований мелового возраста.

Месторождение расположено в пологозалегающей (углы 10–30°) толще кислых вулканитов амкинской свиты позднего мела, с несогласием налегающих на андезиты и туфы ульбериканской свиты (K_1) мощностью 100–500 м. Вулканиты пропилитизированы в хлорит-карбонатной фации. Вблизи рудных тел отмечаются кварцадуляровые с каолинитом преобразования пород, сменяющиеся по мере удаления аргиллизацией пород и гидрослюдисто-кварцевым замещением.

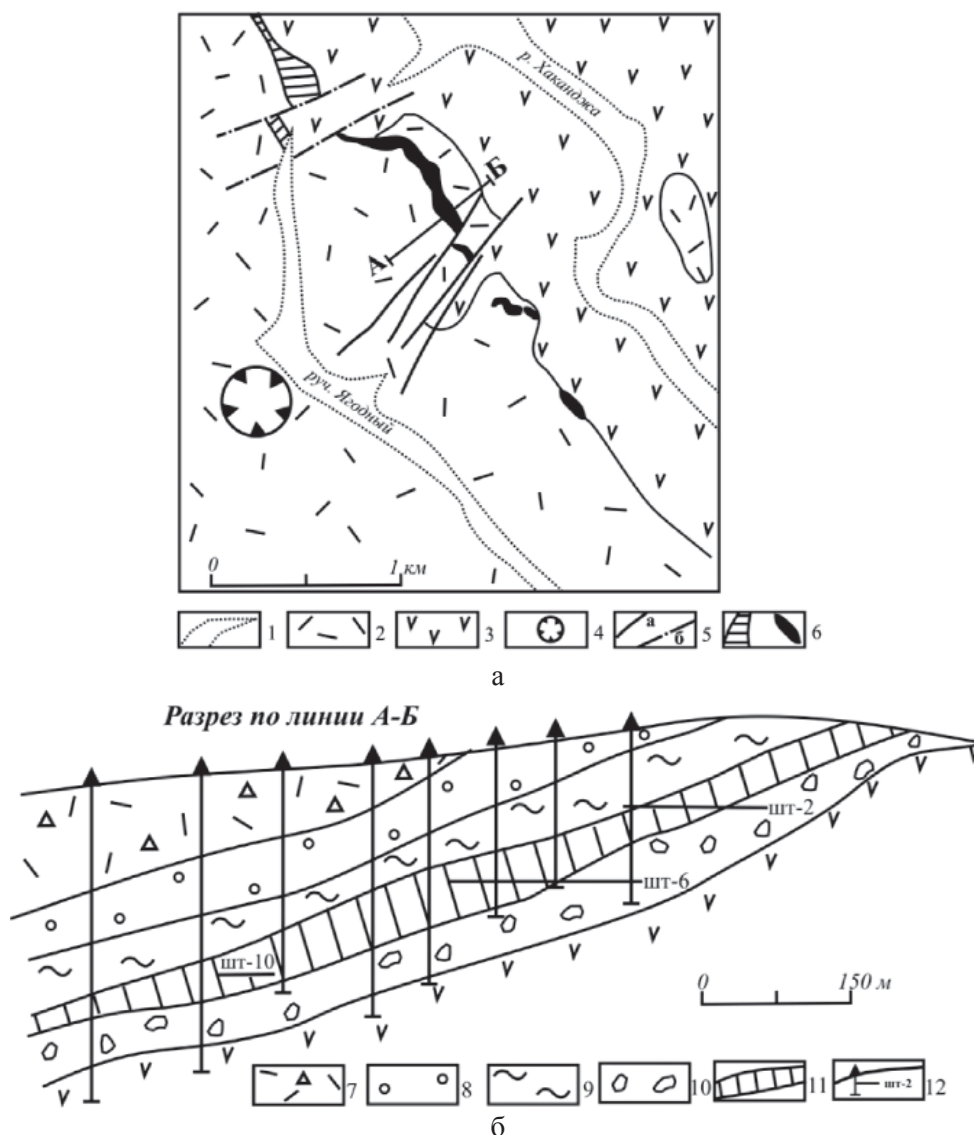


Схема геологического строения месторождения Хаканджа, Приохотье
(по В.Г. Невструеву и Л.В. Эйришу [3] с дополнениями авторов):

а – план, б – разрез;

1 – аллювий водотоков; 2 – покровные (амкинская свита) и субвулканические риодациты и дациты K_2 ;

3 – андезиты и туфы ульбериканской свиты, K_1 ; 4 – жерло вулкана;

5 – дайки андезитов и граносиенит-порфиров K_2 (а) и тектонические нарушения (б);

6 – рудные зоны: штокверки и кварцевые жилы. На разрезе: 7 – туфы дацитов и риолитов;

8 – сферолитовые риолиты; 9 – флюидалльные риолиты; 10 – агломератовые туфы дацитов;

11 – жильно-прожилковая рудная зона; 12 – разведочные скважины и штольни

Рудное поле разбито тектоническими разрывами СЗ и СВ простирания, часто заполненными разнообразными дайками, и имеет блоковое строение [5].

Рудоносная зона месторождения представлена простирающейся в северо-западном направлении пологой зоной брекчированных, окварцованных и адуляризованных риолитов с кварцевыми жилами и прожилками общей мощностью 7–52 м, погружающейся на ЮЗ под углами 15–30°. Она размещается в нижней части толщи вулканитов кислого состава. Протяженность ее продуктивной части по латерали более 1 км, а по падению – около 300–600 м. Границы продуктивных тел в зоне выделяются по результатам опробования. Их обычная мощность 4–6 м. На месторождении преобладают сетчатые, брекчиевые и линейно-полосчатые текстуры руд. Неокатанные обломки пород в рудах обычно преобразованы в гидрослюдисто-адуляр-кварцевые метасоматиты. Цементирующий их кварц и кварц секущих прожилков относятся к нескольким генерациям. Жильное выполнение имеет массивное сложение, тонкозернистую структуру, молочно-белый или серый цвет, а местами колломорфно-полосчатое строение с коккардовой и крустификационной текстурами. С кварцем ассоциирует адуляр. Сульфидов в рудах обычно около 0,5%. На глубоких горизонтах рудоносной зоны их количество увеличивается

до 3%. Основные рудные минералы – золото, аргентит, электрум, полибазит, галенит, сфалерит, халькопирит, гематит, самородное серебро. Нерудные – кварц, адуляр, родонит, кальцит, манганкальцит.

Золото приурочено к интерстициям в кварце, контактам зерен кварца и адуляра, кварца и обломкам пород. Проба золота в ранних родонит-родохрозитовых рудах 609–774‰, составляет в среднем 627, а средняя по месторождению – 536–544. Элементы-примеси в золоте: Те (0,002%) и Fe, As, Sb, Cu, Pb. Их общее количество составляет около 0,5%. Основными серебросодержащими минералами руд являются аргентит, полибазит, электрум, самородное серебро и кюстелит. Отношение в рудах Au:Ag = 1:20–110, наиболее низкое его значение характерно для верхних горизонтов месторождения.

В рудах всегда калий многократно преобладает над натрием (K_2O – 2,4–4%, Na_2O – 0,01–0,13). Обычное содержание золота в рудах менее 10–20 г/т, в богатых – до 50–100 г/т, а серебра соответственно 350–600 г/т и до 1–5 кг/т. С глубиной в рудных телах снижается проба золота, уменьшаются количества аргентита, галенита, повышаются количества арсенопирита (до 3%), полибазита, сфалерита, сульфосолей серебра и сидерита. Кроме золота и серебра в продуктивную стадию накапливались Pb, Zn, Mn, Cu, As, иногда Sb, W (таблица).

Характеристики фонового поля и коэффициентов накопления элементов в рудах и ореолах Хаканджинского месторождения (по Н.С. Остапенко)

Химические элементы	Содержание химических элементов, г/т				Коэффициенты накопления элементов	
	кларки кислых вулканитов	фоновые в рудовмещающих липарито-дацитах	в рудных телах	в окolorудных эндогенных ореолах	в рудных телах	в ореолах
Золото	0,0045	0,0014*	2–10	0,01–0,1	1400–7000	7–700
Серебро	0,05	0,03*	100–750	2–50	3000–25000	7–1500
Мышьяк	1,5	(2)	50–300	100–1000	25–150	50–500
Свинец	20	7	70–200	30–100	10–30	4–15
Цинк	60	50	200–500	50–200	4–10	1–4
Медь	20	8	30–100	20–30	4–12	2–4
Вольфрам	1,5	1	10	10	10	10
Молибден	1	0,5	–	1–5	–	2–10
Олово	1	0,63	5–7	5–10		8–15
Бор	15	5–7	10–30	10–70	1–4	1–10
Марганец		500	> 1%	700	2–20	1,5
Ряды накопления элементов относительно фона пород:	в рудах – Ag–Au–As–Pb–MnCu, Zn, W–B в ореолах – Ag–Au–As–Pb, Sn–Mo, W, B–Cu, Zn–Mn					

Примечание. *по Ф.Г. Федчину и др. [4].

Геохимический ряд вертикальной зональности руд по В.Г. Невструеву и Л.В. Эйришу [3] следующий (сверху вниз): Ag–Pb–Mn–Zn–Au–Cu–W–Mo–As.

Фоновые геохимические характеристики наименее измененных вулканитов за пределами рудного поля обычно ниже кларковых содержаний (таблица). Гидротермально преобразованные породы рудного поля характеризуются повышенными против фона содержаниями рудогенных элементов. Рудная зона сопровождается первичным ореолом рассеянно-вкрапленной минерализации очень больших поперечных размеров (n 100 м), особенно по серебру и мышьяку.

Коэффициенты накопления элементов в рудных телах и ореоле зоны приведены в таблице. Максимальных накоплений в рудах и ореолах достигает серебро (до 25000 раз), золото (до 7000–10000 раз) и мышьяк (150–500 и более раз), что позволяет отнести минерализацию к золото-серебряному геохимическому типу. Из других элементов менее значительно над уровнем фона накапливаются в рудах и ореолах свинец (в среднем до 15–30 раз), молибден, вольфрам, олово и бор (до 10–20 раз), цинк и медь (до 4 раз). На верхних уровнях рудных тел иногда накапливается марганец ($K_n = 20$). В ореоле рудной зоны повышается частота встречаемости аномальных проб олова, молибдена, вольфрама, мышьяка по сравнению с рудными телами, из чего можно сделать заключение о более раннем (еще на стадии прерудного метасоматоза) отложении значительной части этих металлов в виде сульфидов, шеелита и примесей.

Факторы локализации месторождения

На основе приведенной краткой характеристики Хаканджинского месторождения отметим основные факторы его локализации – роль структурного фактора, литологии и проницаемости рудовмещающих пород, источника гидротермальных растворов металлов, флюидопроводников, динамики извержений.

Структурный фактор. Структурная приуроченность месторождения была детально проанализирована в работе В.Г. Хомича [5, 6]. На основе картирования разведочных выработок, скважин и учета результатов геолого-съёмочных работ была установлена приуроченность месторождения к валлообразному поднятию терригенного фундамента вулканической депрессии и развившегося на нем локального вулканокупольного поднятия, сложенного позд-

немеловыми (K_2) вулканитами кислого состава амкинского комплекса, несогласно налегающего на андезиты ульбериканской свиты (K_1) основания вулканической депрессии. Совмещенное с ним локальное вулканогенно-интрузивное купольное поднятие приурочено к узлу пересечения разломов фундамента различных простираний. О динамичности его развития свидетельствует обилие покровных экструзивных тел и разнообразных по составу субвулканических даек.

Породный (литологический) фактор.

Рудовмещающими являются в основном обломочные вулканиты – туфобрекчии и агломераты нижней части разреза амкинской свиты (рисунок). Это наиболее структурно и текстурно неоднородные, хрупкие и наиболее проницаемые для флюидов породы. Они контролировали распределение флюидов, метасоматоз и рудоотложение.

Закрытость рудоформирующей гидротермальной системы. Висячем боку рудного тела залегают слабо проницаемые для флюидов в ненарушенном состоянии лавовые и экструзивные тела флюидалных и сферолитовых риолитов амкинского вулканического комплекса. Они и налегающие на них вышележащие псефитовые туфы являлись экраном для флюидов, а нижележащая пачка обломочных туфобрекчии и агломератов являлась их коллектором. Флюиды накапливались в наиболее проницаемых выположенных участках, где длительно взаимодействовали с вмещающими породами и отлагали металлы.

Флюидопроводники. К их числу следует отнести жерло палеовулкана и обрамляющие его разломы повышенной глубинности, а также субмеридиональное валлообразное поднятие триасовых терригенных пород фундамента, сланцевые пласты и горизонты которого могли фокусировать поток глубинных флюидов очага и по разломам направлять его к ядру локального вулканического поднятия в зону основного коллектора флюидов. Наибольшую глубину (или ширину в проекции на поверхность) рудная зона имеет вблизи жерла, а к северному и южному флангам она сужается и беднеет.

Источники рудного вещества и условия формирования месторождения

Несмотря на невысокую (ниже кларка) золотоносность вулканических пород [4], оруденение все же можно связать с магматическим очагом амкинского магматического комплекса. Для начальной стадии

развития вулканических накоплений кислого состава весьма характерны пирокластические образования. Они имеют наиболее низкую золотонность. Однако это не означает, что золотонность магматического расплава в очаге была именно таковой. При эксплозивных извержениях вулкана вся флюидная фаза уходила в атмосферу. Можно полагать, что отложившиеся на обломках и частицах туфов соли и металлы легко смывались атмосферными осадками и попадали в конце концов в Мировой океан. Субвулканические магматические тела и интрузии, вследствие их формирования на некоторой глубине в частично закрытой системе, оказываются более золотонными. На наш взгляд, именно они являются индикатором рудоформирующей способности очагов. Это легко показать следующим примерным расчетом.

По экспериментальным данным [1, 2], соотношение золота между силикатным расплавом и флюидом $K_p^{фл}$ составляет 1:10–200. Можно полагать, что содержащееся золото в породах эксплозий вулкана в количестве менее 1 мг/т (табл. 1), это остаточное «силикатное» золото. Остальное золото вместе с флюидом покинуло открытую магматическую систему в процессе извержений. Если для Хаканджинского палеовулкана принять минимальную величину $K_p^{фл} = 10$, то исходное золото во флюидизированной магме могло составить 6 мг/т. Следовательно, при эксплозивных извержениях вулкана из каждой 1 т флюидизированного расплава вместе с флюидом могло быть вынесено более 5 мг/т золота, а из 1 км³ закристаллизованных изверженных пород – около 10 т золота. Таков минимальный удельный потенциал магматического очага. Если же от такого глубинного магматического очага значительная часть флюида будет отделяться постепенно и мигрировать по разломам-флюидопроводникам в охарактеризованные выше улавливающие коллекторы положительных экранированных структур, вероятность формирования крупных месторождений золота будет велика. Следовательно, Хаканджинское месторождение золота и серебра сформировалось в позднем мелу, на отрезке времени после формирования достаточного надежного породного экрана.

Заключение

По результатам детального изучения Хаканджинского золото-серебряного ме-

сторождения и анализа материалов разведки и публикаций нами выявлены основные факторы рудолокализации и условия формирования промышленных гидротермальных месторождений вулканогенного класса.

1. Основными из них являются наличие и обязательная сопряженность в пространстве и времени, посредством разломов, глубинного источника металлоносных флюидов (магматического очага) и положительных экранированных структур в верхнем этаже земной коры, имеющих объемные породные коллекторы для накопления флюида. Флюидопроводники на пути от магматических очагов к рудолокализирующим структурам фокусируют потоки. Важна и динамичность развития магматогенно-рудных систем, обуславливающая возрастание проницаемости пород коллекторов. Все эти факторы без исключения важны во взаимодействии. Но все же ключевым фактором среди них следует считать экранированность рудолокализирующих положительных структур, так как в его отсутствие (даже при наличии всех благоприятствующих остальных) концентрированное оруденение не формируется. Флюиды рассеиваются в большом объеме проницаемых пород.

2. Указанные факторы важны также для формирования гидротермальных месторождений любых металлов на различных глубинах, в различных генетических комплексах и во все минерагенические эпохи.

Список литературы

1. Глюк Д.С. Экспериментальные исследования низко-силикатных систем с золотом. – Новосибирск: Наука, 1994. – 117 с.
2. Миронов А.Г., Альмухамедов А.И., Гелетий В.Ф. и др. Экспериментальные исследования геохимии золота с помощью метода радиоактивных изотопов. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд., 1989. – 281 с.
3. Невструев В.Г., Эйриш Л.Б. Минералого-геохимическая зональность золото-серебряного месторождения Приохотья // Минералогия метаморфических и рудных образований Дальнего Востока. – Владивосток, 1981. – С. 35–39.
4. Федчин Ф.Г., Мальцев В.Г., Залевский С.Н., Куличенко А.Г. Золото и серебро в магматизме Селемджинской вулканно-тектонической структуры (Приохотье) // Геохимия вулканических зон Дальнего Востока. – Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1978. – С. 95–108.
5. Хомич В.Г. Хаканджинское месторождение золота и серебра (геологическое строение, особенности размещения оруденения) // Рудные месторождения континентальных окраин. – Вып. 1. – Владивосток: Дальнаука, 2000. – С. 140–169.
6. Хомич В.Г., Иванов В.В., Фатьянов И.И. Типизация золото-серебряного оруденения. – Владивосток: ДВО АН СССР, 1989. – 290 с.

УДК 556.535.6

**СОВРЕМЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ СТОКА НАНОСОВ РЕК БАЙКАЛА:
ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВКЛАДОВ КЛИМАТИЧЕСКОГО
И АНТРОПОГЕННОГО ФАКТОРОВ****Потемкина Т.Г., Потемкин В.Л.***ФГБУН «Лимнологический институт» СО РАН, Иркутск, e-mail: tat_pot@lin.irk.ru*

Наблюдаемое в настоящее время снижение стока наносов на основных реках оз. Байкал связано как с климатическими изменениями, так и с антропогенной деятельностью. Однако процессы реагирования стока наносов на климатические изменения остаются еще плохо изученными, вследствие чего имеет место недостаток методов их комплексных оценок. Авторами статьи впервые предпринята попытка дифференцировать климатический и антропогенный факторы и оценить их влияние на сток наносов основных рек Байкала. В целом, в результате изменений окружающей среды сток наносов рассматриваемых рек изменился с $2830 \cdot 10^3$ т/год (1945–1973 гг.) до $1324 \cdot 10^3$ т/год (1974–2011 гг.). Вклад климатического фактора в изменение стока наносов рек оценивается в 36–57%, а антропогенного – в 43–64%. Результаты исследований полезны в целях как рационального управления водными ресурсами в бассейне оз. Байкал, так и дальнейшего изучения, количественной оценки и прогноза влияния изменений окружающей среды на озерно-речные системы в подобных климатических зонах.

Ключевые слова: сток наносов, климатические изменения, антропогенный фактор, реки, оз. Байкал

**RECENT CHANGES IN THE SEDIMENT LOADS OF THE BAIKAL'S RIVERS:
A PRELIMINARY ESTIMATE OF CONTRIBUTION FROM CLIMATE CHANGE
AND HUMAN ACTIVITIES****Potemkina T.G., Potemkin V.L.***Institute of Limnology, Siberian Division, Russian Academy of Sciences,
Irkutsk, e-mail: tat_pot@lin.irk.ru*

The decrease of sediment runoff observed now in main rivers of Lake Baikal is due both to climatic changes and to anthropogenic activities. However, the processes of sediment runoff response to climate changes remain still insufficiently studied. Consequently, their integrated assessment lack. The authors attempt for the first time to difference climatic and anthropogenic factors and to assess their influence onto sediment runoff in main Lake Baikal's rivers. In a whole, due to environmental changes, the sediment runoff of considered rivers changed from $2830 \cdot 10^3$ tons/year (1946–1973) to $1324 \cdot 10^3$ tons/year (1974–2011). The contribution of climatic factor in change of rivers sediment runoff is assessed as 36–57%, and of anthropogenic one – as 43–64%. The results of the study are useful both for rational management of water resources in Lake Baikal basin and for further studies, for quantitative assessment and for the forecast of influence of environmental changes to lacustrine-riverine systems in similar climatic zones.

Keywords: sediment load, climate change, human activity, Baikal's rivers

Речной сток наносов – основной интегральный показатель происходящих в водосборном бассейне гидрологических, эрозийных, русловых, морфодинамических и др. процессов. Сток речных наносов имеет большое значение для функционирования как непосредственно самой реки, так и приемного водоема. Он влияет, например, на потоки речного материала, геохимические показатели, качество воды, морфологию речных русел и дна прибрежной зоны приемных водоемов, развитие дельт, водные экосистемы реки и водоема. Кроме того, сток речных наносов может оказывать влияние на осуществление водоснабжения, работу речного транспорта и др.

В последние десятилетия речной сток испытывает влияние как глобального изменения климата, так и различной по характе-

ру и интенсивности деятельности человека. Необходимо отметить, что процессы реагирования стока наносов на изменения климата и антропогенную активность во многом остаются еще недостаточно понятыми и осмысленными из-за нехватки исследований, данных наблюдений, сложности процессов и, следовательно, трудности их интерпретации, отсутствия методов комплексных оценок. На мировом уровне немного работ опубликовано по вопросу воздействия и оценки влияния изменения климата на сток речных наносов [8, 9], что также относится и к рекам Байкала [2, 11]. Поэтому в представленной работе впервые предпринята попытка дифференцировать климатический и антропогенный факторы и сделать предварительную оценку их влияния на сток наносов основных рек оз. Байкал.

Материалы и методы исследования

Для предварительной оценки реакции стока наносов на изменения окружающей среды были выбраны три основные реки, водосборы которых занимают более 90% площади водосбора Байкала: Селенга (82,8%), Верхняя Ангара (3,6%), Баргузин (3,7%). Эти реки ежегодно приносят в Байкал в сумме около 40 км³ (из 60 км³) и отличаются наибольшим стоком наносов. Многолетняя динамика стока наносов выбранных рек характеризует изменения окружающей среды почти на всей территории водосбора Байкала.

Анализ многолетних изменений расходов воды и взвешенных наносов основных рек Байкала проводился по данным режимных наблюдений Росгидромета. В многолетних рядах наблюдений для сравнения были выделены два периода: 1945–1973 гг. и 1974–2011 гг. В первый период динамика стока наносов на реках в целом отражает общий ход водного стока. Второй период отличается значительным уменьшением стока наносов на фоне мало изменяющейся водности рек. Кроме того, начало второго периода совпадает с наступлением маловодной фазы (1974–1981 гг.) в бассейне Байкала. Также в это время отмечается ускорение повышения как глобальной температуры, так и температуры в Байкальском регионе (причем более значительное). Вследствие указанных причин границы двух рассматриваемых периодов приняты 1973–1974 гг.

Анализировались временные ряды температуры воздуха и атмосферных осадков в бассейнах рассматриваемых рек, определялись тенденции и взаимосвязи между основными гидрологическими и метеорологическими характеристиками за 1945–1973 гг. и 1974–2011 гг.

Оценка влияния на сток наносов изменений окружающей среды проводилась на основе методики [9], оценивающей связь стока наносов восьми крупных китайских рек с изменением климата и антропогенным воздействием. Использовался прием двойных интегральных (кумулятивных) кривых, позволяющий в первом приближении устанавливать начало и степень изучаемых изменений, то есть оценивать вклады климатического и антропогенного факторов в изменение стока наносов. В качестве примера приведены построения для р. Баргузин (рис. 1). На основе двойных интегральных кривых была установлена регрессионная связь между годовыми осадками и стоком наносов, а также между температурой воздуха и стоком наносов для базового периода 1945–1973 гг. (Т1). Затем линия регрессии (Л1 – линия 1) была продлена на анализируемый период 1974–2011 гг. (Т2), при условии, что транспорт наносов происходил при том же климатическом фоне и антропогенном воздействии, как и в базовый период. Путем ввода в установленную регрессию значений атмосферных осадков, измеренных в период Т2, получена линия 2 (Л2), которая показывает изменение стока наносов вследствие реального изменения осадков. Аналогично была получена Л3, показывающая влияние повышения температуры воздуха на сток наносов во втором периоде Т2. Кривая измеренного стока наносов (Л4) показывает фактические его изменения в Т2 под влиянием как климатических характеристик, так и антропогенного воздействия. Таким образом, получены три кумулятивные кривые. Отклонение Л2 от Л1 показывает изменение стока наносов вследствие изменения ат-

мосферных осадков, отклонение Л3 – влияние температурного фона на сток наносов. Отклонение Л4 от Л1 объясняет изменение стока наносов под действием обоих факторов – климатического и антропогенного, при этом расхождение между линиями 3 и 4 демонстрирует влияние на сток наносов деятельности человека. Процентное выражение отклонений указанных линий позволяет оценить вклады обоих факторов климатического и антропогенного, в изменение стока наносов. Такие же построения и расчеты были выполнены для рек Селенга и Верхняя Ангара.

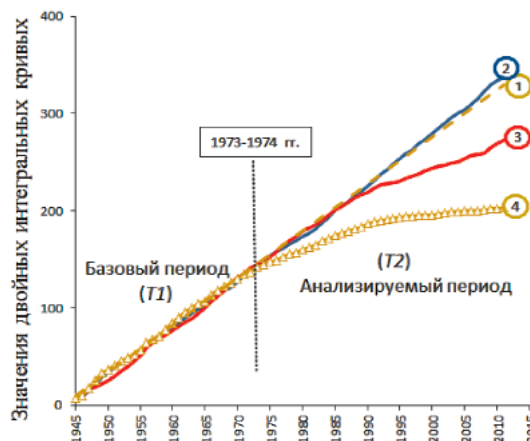


Рис. 1. Дифференциация влияния климатического и антропогенного факторов на сток наносов р. Баргузин на основе двойных интегральных кривых:

Л1 – линия регрессии; изменение стока наносов вследствие изменения атмосферных осадков Л2, температуры воздуха Л3; фактические изменения стока наносов под влиянием климатического и антропогенного факторов Л4

Результаты исследования и их обсуждение

Температура воздуха. К основным климатическим характеристикам, влияющим на сток наносов, относятся температура воздуха и атмосферные осадки. Изменение температуры воздуха в Байкальском регионе составило 1,65°C за 100 лет при среднем глобальном ее повышении 0,75°C, т.е. потепление в Байкальском регионе почти в 2 раза интенсивнее, чем в среднем на земном шаре [2]. Температура воздуха в регионе увеличилась во все сезоны с наибольшим потеплением в зимние месяцы. Аналогичная ситуация отмечается и на монгольской территории бассейна Байкала, где среднегодовая температура воздуха увеличилась с 1963 года на 1,68°C [10]. В течение 1974–2011 гг. температура воздуха в бассейне Селенги выросла на 1,0°C, Верхней Ангары и Баргузина – на 0,9°C (табл. 1).

Таблица 1

Изменения (Δ) стока воды, стока наносов, температуры, атмосферных осадков за рассматриваемые периоды 1945–1973 гг. ($T1$) и 1974–2011 гг. ($T2$)

Река	Сток воды (км ³ /год)			Сток наносов (10 ³ т/год)			Температура (°C)			Атмосферные осадки (мм)		
	$T1$	$T2$	$\Delta\%$	$T1$	$T2$	$\Delta\%$	$T1$	$T2$	$\Delta^\circ\text{C}$	$T1$	$T2$	$\Delta\%$
Селенга	29,6	26,0	–12	2252	1132	–50	–1,2	–0,2	+1,0	258	259	+0,4
Верхняя Ангара	8,32	8,76	+5,3	416	142	–66	–3,1	–2,2	+0,9	369	348	–5,7
Баргузин	3,89	4,00	+2,8	162	50	–69	–3,0	–2,1	+0,9	335	355	+6,0

Примечание. Увеличение (+ Δ) и уменьшение (– Δ) характеристик.

Таблица 2

Корреляционные связи между гидрологическими и метеорологическими характеристиками: среднегодовыми значениями расходов воды (Q), взвешенных наносов (R), температурой воздуха (T), годовыми атмосферными осадками (P)

Река	$Q-R$	$T-Q$	$T-R$	$T-P$	$P-Q$	$P-R$	$Q-R$	$T-Q$	$T-R$	$T-P$	$P-Q$	$P-R$
	1945–1973 гг.						1974–2011 гг.					
Селенга	0,74	0,28	0,40	0,40	0,68	0,63	0,58	–0,07	–0,36	0,08	0,43	0,22
Верхняя Ангара	0,70	0,21	–0,04	–0,08	0,30	0,18	–0,01	0,32	–0,53	0,05	0,34	–0,10
Баргузин	0,55	0,25	–0,08	0,08	0,48	0,18	0,01	0,05	–0,51	0,12	0,71	0,05

Коэффициенты корреляции показывают на отсутствие связи между температурой воздуха и атмосферными осадками в бассейнах рассматриваемых рек за оба периода $T1$ и $T2$ (табл. 2). Влияние температуры воздуха на сток воды рек очень слабое. Значение корреляционной связи между температурой воздуха и стоком наносов для р. Селенга за оба периода почти одинаково, но в $T2$ знак сменился на отрицательный. Для рек Верхняя Ангара и Баргузин корреляционная связь между температурой воздуха и стоком наносов в базовый период $T1$ отсутствует. В $T2$ она появилась, корреляционные коэффициенты увеличились до –0,53 и –0,51 соответственно (табл. 2).

Атмосферные осадки. Распределение атмосферных осадков в бассейне Байкала имеет высокую степень пространственной изменчивости и зависит от многих факторов (удаленность от океанов, орографическое и зональное расположение ландшафтов и др.). Тем не менее количество осадков на российской территории бассейна Байкала преимущественно не изменилось, отмечаются слабо выраженные тренды [4, 11]. На монгольской территории бассейна изменение осадков также не существенно [10], но произошло их внутригодовое перераспределение по сезонам. Возросло количество осенних осадков на 5,2%,

зимних – на 10,7%, а летних и весенних, напротив, уменьшилось на 3,0 и 9,1% соответственно [1]. При этом во всех частях Монголии высока испаряемость, превышающая количество выпадающих осадков, которая в настоящее время постепенно увеличивается практически во всех природных зонах страны. Такая динамика увлажнения и увеличение среднегодовой температуры способствуют аридизации климата, ярким проявлением которой является увеличение повторяемости засух, непрерывное снижение уровня подземных вод и их запасов, пересыхание водных объектов [1, 4, 10]. Как видно из табл. 1, количество годовых осадков на российской территории бассейна Селенги почти не изменилось в период $T2$, незначительно увеличилось в бассейне Баргузина и уменьшилось в бассейне Верхней Ангары. Их влияние на сток воды и наносов рек характеризуется коэффициентами корреляции (табл. 2). Для р. Селенга коэффициент корреляции между осадками и стоком воды в базовый период составлял 0,68, а в анализируемый период он понизился до 0,43. Для р. Баргузин, наоборот, связь между атмосферными осадками и стоком воды увеличилась с 0,48 в $T1$ до 0,71 в $T2$. Наименьшая связь осадков и водного стока прослеживается для Верхней Ангары, изменение коэффициента корреляции в $T2$

несущественно. Связь между атмосферными осадками и стоком наносов рек в целом низкая и отмечается лишь в базовом периоде для р. Селенга.

Сток воды и наносов. Анализируемый период характеризуется четкой тенденцией уменьшения стока наносов на рассматриваемых реках (рис. 2). За 1974–2011 гг. сток наносов уменьшился на 50–69%. Водоносность Верхней Ангары и Баргузина при этом незначительно увеличилась, а Селенги – уменьшилась на 12% (табл. 1).

в анализируемый период на Верхней Ангаре и Баргузине наблюдается уменьшение стока наносов при незначительном увеличении водоносности рек, а на Селенге сток воды и наносов уменьшается. Бассейн Селенги простирается далеко в южном направлении и охватывает районы с разными климатическими условиями (умеренно влажные, сухие, очень сухие, как с положительным, так и с отрицательным трендом осадков). Но преобладающая часть территории МНР испытывает дефицит влаги, который

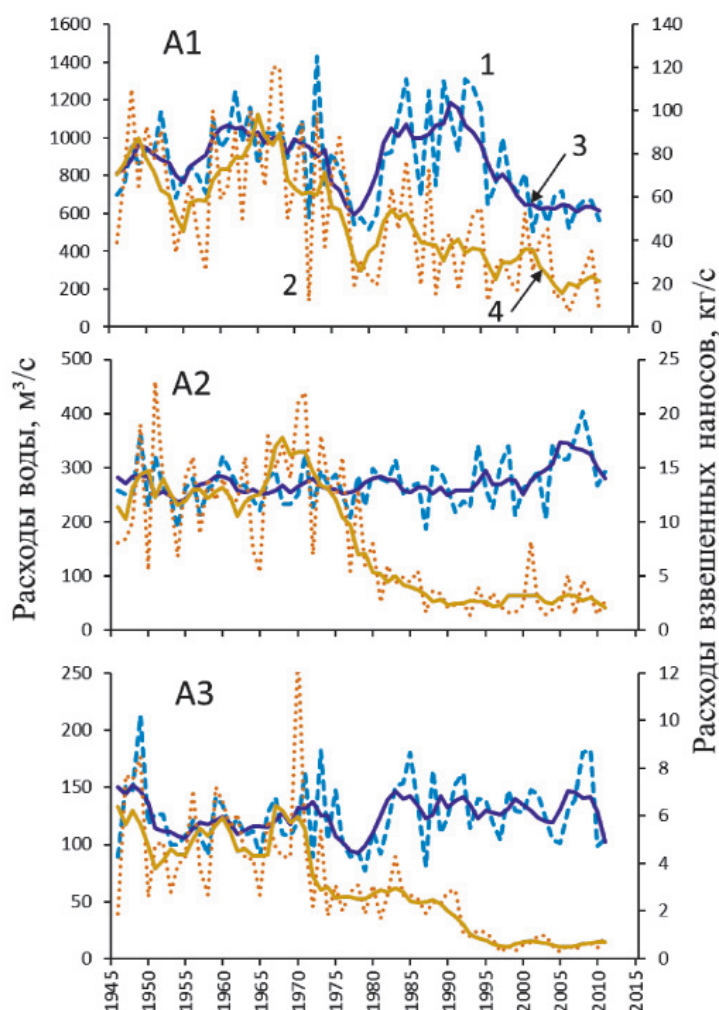


Рис. 2. Многолетние изменения расходов воды (1) и взвешенных наносов (2) и их скользящие осреднения по пятилетиям (3 и 4) рек Селенга (A1), Верхняя Ангара (A2), Баргузин (A3)

Связь между стоком воды и наносов в *T1* достаточно тесная, высоки коэффициенты корреляции (табл. 2). Для р. Селенга эта связь значима за оба периода, но в *T2* она несколько ослабла. Для Баргузина и Верхней Ангары связь между стоком воды и наносов в *T2* уже отсутствует. Таким образом,

в условиях потепления климата усиливается и влияет на увлажненность территории, что сказывается в конечном итоге на стоке рек. Так, на Селенге в пределах Монголии сток воды уменьшился на 39–44% за последние 20 лет, а на ее притоках – на 30–40% за 40 лет [4]. На российской территории

на притоках Селенги (Чикой, Хилок, Уда) также отмечается уменьшение стока воды на 24–39 % за 2000–2010 гг.

Многолетняя мерзлота и морозное выветривание. Уменьшению стока наносов на рассматриваемых реках в условиях потепления климата способствуют такие процессы, как деградация многолетней мерзлоты и морозное выветривание в зоне гольцов. Временной ход изменения температуры многолетнемерзлых пород в районе Байкала в общем подобен временному ходу температуры воздуха. В Северном Забайкалье за 1987–2005 гг. температура многолетнемерзлых толщ на глубине 19–20 м повысилась на 0,9 °C [5]. На монгольской территории бассейна Байкала увеличение среднегодовой температуры многолетнемерзлых толщ составляет в среднем 0,2–0,4 °C за десятилетие, причем таяние вечной мерзлоты было более интенсивным в течение последних 15 лет (с 1990 г.) [12]. В условиях глобального потепления и деградации мерзлоты в различных регионах мира отмечено смещение вверх на несколько десятков метров альпийских пределов распространения растительности в течение последних 60–80 лет [6, 7]. В соседней с Байкальским регионом Алтае-Саянской горной стране хорошо заметен подъем верхней границы лесных сообществ на 20–80 м по высоте и 100–900 м по склону. В районе Байкала происходят аналогичные процессы. В результате уменьшается площадь гольцовой зоны, являющейся источником обломочного материала для формирования стока речных наносов, в которой расположена значительная часть речных водосборов. Распространение в этой зоне растительного покрова снижает подготовку обломочного материала, способного вовлекаться в водные потоки, препятствует его перемещению, тем самым создаются условия для уменьшения стока наносов рек.

В условиях потепления климата в бассейнах рассматриваемых рек температура воздуха за 1974–2011 гг. увеличилась на 0,9–1,0 °C (табл. 1). Причем наибольшее потепление отмечено в зимние месяцы на российской и монгольской территории бассейна Байкала. Повышение среднемесячных температур воздуха в зимний период способствует меньшему промерзанию пород. А это значит, что ослабевает морозное выветривание в зоне гольцов в водосборных бассейнах рек и, следова-

тельно, подготовка обломочного для формирования стока наносов. Таким образом, в условиях потепления процессы деградации вечной мерзлоты и ослабления морозного выветривания в гольцовой зоне вносят определенный вклад в изменение стока наносов рек.

Антропогенные факторы. На изменение стока наносов рек в 1974–2011 гг. повлияло и усиление антропогенного фактора в водосборном бассейне Байкала. В бассейнах рек Баргузин и Селенга оно было связано главным образом с упадком сельского хозяйства в период социально-экономических изменений в России (перестройка). Так, к 1999 г. на 84 % сократились площади пашен, на 2,6 % – пастбищ, уменьшились численность сельского населения и выпас скота, в то же время на 9,3 % увеличились территории, используемые под сенокосы. К тому же для предотвращения эрозии в степных ландшафтах, где ранее велось интенсивное сельское хозяйство, были высажены лесопосадки. В результате эрозионные процессы в бассейнах этих рек ослабли, что отразилось на стоке наносов. Территория бассейна Верхней Ангары в сельскохозяйственных целях почти не используется (< 1 %). Антропогенный фактор уменьшения стока наносов этой реки в Т2 был связан со строительством Байкало-Амурской железной дороги (1972–1984 гг.). В то время ландшафты водосбора Верхней Ангары подверглись сильному антропогенному воздействию. Железнодорожная трасса пересекла русла и поймы рек, были построены мостовые переходы, железнодорожные насыпи, дамбы, рабочие поселки и др. (препятствия для транзита денудационного материала). Производилась выемка аллювия из рек для строительства железной дороги [3]. Антропогенный фактор значительно повлиял на уменьшение стока наносов этой реки (табл. 1).

Оценка реакции стока наносов на климатические изменения и антропогенные факторы. В базовый период регрессионные связи между рассматриваемыми характеристиками были устойчивы и почти не изменялись (рис. 1). Годовые атмосферные осадки в целом отличались относительной стабильностью и в анализируемый период их изменения незначительны (табл. 1). Поэтому Л2, описывающая регрессию только между стоком наносов и атмосферными осадками, очень близка к Л1, что подтверждает отсутствие или

незначительное влияние атмосферных осадков на сток наносов в T_2 . Линия L_3 отклоняется от L_1 в период T_2 , отражая влияние потепления на режим стока наносов. Реальные изменения стока наносов под действием климатических и антропогенных факторов в T_2 демонстрирует линия L_4 . Площадь графика между линиями L_3 и L_4 отражает влияние антропогенных факторов на режим стока наносов.

Итак, проведенные построения и расчеты показали степень влияния изменений окружающей среды на сток наносов рассматриваемых рек. Различная по характеру деятельность человека в бассейнах Верхней Ангары (62%) и Баргузина (64%) в большей степени повлияла на режим стока наносов этих рек, чем потепление климата, – 38 и 36% соответственно. В бассейне же Селенги, наоборот, более значимым (57%) оказалось влияние потепления. Объясняется это тем, что водосбор Селенги более чем в 20 раз превосходит размеры водосборов рек Верхняя Ангара и Баргузин, простирается в южном направлении и 66% его площади находится на территории Монголии, где усиливается аридизация климата. Таким образом, наблюдаемое в настоящее время снижение стока наносов на исследуемых реках объясняется для р. Селенга преимущественно климатическими факторами (повышение температурного фона и его последствия). Для рек Верхняя Ангара и Баргузин климатические изменения носят второстепенный характер и их влияние на величину стока наносов меньше, нежели антропогенных факторов.

Заключение

Современная динамика стока наносов основных рек Байкала находится под влиянием климатических изменений и антропогенной деятельности. Результаты исследования показали, что сток наносов более чутко реагирует на изменения окружающей среды, чем сток воды. Так, если сток наносов на рассматриваемых реках за 1974–2011 гг. уменьшился на 50–69% по сравнению с периодом 1945–1973 гг., то водоносность рек изменилась лишь на 2,8–12%. В сумме сток наносов изменился с $2830 \cdot 10^3$ т/год до $1324 \cdot 10^3$ т/год за анализируемый период (1974–2011 гг.). Сток наносов может быть использован в качестве лучшего показателя происходящих в водосборном бассейне изменений окружающей среды.

Степень влияния на сток наносов изменений окружающей среды (климатического и антропогенного факторов) за анализируемый период не одинакова для рассматриваемых рек. Влияние климатического фактора на сток наносов оказалось наибольшим в бассейне р. Селенга (57%), в бассейнах рек Верхняя Ангара и Баргузин оно меньше – 38 и 36% соответственно. Различная по характеру хозяйственная деятельность в бассейнах последних рек в большей степени повлияла на их сток наносов.

В представленной работе впервые предпринята попытка дифференцировать климатический и антропогенный факторы и оценить их влияние на сток наносов основных рек оз. Байкал. Но из-за недостатка исследований, сложности процессов и их взаимосвязей реакция стока наносов на климатические изменения во многом остается еще недостаточно изученной и понятной. Так, например, таяние вечной мерзлоты, изменение альпийских границ распространения растительности, эрозийных процессов, ослабление морозного выветривания горных пород в условиях потепления климата могут оказывать, вероятно, существенное влияние на сток наносов в Байкальском регионе. Неоцененным остается также влияющий на сток наносов антропогенный фактор (например, выемка речного аллювия для различных нужд, изменения в использовании земель, лесные пожары и др.). Поэтому для корректировки предварительной оценки влияния изменений окружающей среды на сток наносов будущие исследования нуждаются в выяснении и изучении сложных взаимосвязей между процессами и получении результатов за достаточно длительный период наблюдений. Тем не менее полученные предварительные результаты количественной оценки влияния изменений окружающей среды на сток наносов рек Байкала могут быть полезны в целях рационального управления водными ресурсами и их использования в бассейне озера. Учитывая, что в будущем потепление климата и антропогенная деятельность (в условиях потепления) приведут к последующим изменениям в речных бассейнах, материалы статьи могут быть использованы для дальнейшего изучения, количественной оценки и прогноза влияния изменений окружающей среды на озерно-речные системы в подобных климатических зонах.

Список литературы

1. Гунин П.Д., Казанцева Т.И., Бажа С.Н., Данжалова Е.В., Дробышев Ю.И. Экологические последствия влияния аридизации климата на экосистемы Центральной Монголии // *Изменение климата Центральной Азии: социально-экономические и экологические последствия*. – Чита: Изд-во Заб. ГГПУ, 2008. – С. 71–84.
2. Потемкина Т.Г. Тенденции формирования стока наносов основных притоков озера Байкал в XX – начале XXI столетиях // *Метеорология и гидрология*. – 2011. – № 12. – С. 63–71.
3. Потемкина Т.Г., Ярославцев Н.А., Петров В.А. Гидролого-морфологические особенности устьевой области р. Верхняя Ангара // *Вод. Ресурсы*. – 2012. – № 4. – С. 367–376.
4. Ресурсы подземных вод в неглубоких трансграничных водоносных горизонтах в бассейне озера Байкал: современный уровень знаний, охрана и управление. Отчет для Трансграничного диагностического анализа бассейна озера Байкал. – Россия-Монголия: UNESCO-IHP, 2013. – 77 с.
5. Сергеев Д.О., Ухова Ю.А., Станиловская Ю.В., Романовский В.Е. Температурный режим многолетнемерзлых толщ сезонного слоя в горах Северного Забайкалья (возобновление стационарных наблюдений) // *Криосфера Земли*. – 2007. – Т. XI, № 2. – С. 19–26.
6. Яшина Т.В. Программа мониторинга изменений климата и экосистем в Катунском биосферном заповеднике // *Возможности адаптации к климатическим изменениям в Алтае-Саянском экорегионе. Материалы научно-практич. семинара (Барнаул, 31 мая – 3 июня 2011 г.)*. – Барнаул, 2011. – С. 138–143.
7. Brusca R.C., Wiens J.F., Meyer W.M., Eble J., Franklin K., Overpeck J.T., Moore W. Dramatic response to climate change in the Southwest: Robert Whittaker's 1963 Arizona Mountain plant transect revisited // *Ecology and Evolution*. – 2013. – Vol. 3, № 10. – P. 3307–3319.
8. Knight J. and Harrison S. Sediments and future climate // *Nature Geoscience*. – 2009. – № 2. – P. 230–230.
9. Lu X.X., Ran L.S., Liu S., Jiang T., Zhang S.R., Wang J.J. Sediment loads response to climate change: A preliminary study of eight large Chinese rivers // *International Journal of Sediment Research*. – 2013. – Vol. 28, № 1. – P. 1–14.
10. Nandintsetseg B., Goulden C.E., Greene J.S. Recent climate change study near Lake Hovsgol, in *Changes in Climate, Ecology and Patterns of Pastoral Nomadism in Lake Hovsgol National Park, Mongolia* // *Admon Publ.* – Ulanbaatar, Mongolia, 2006. – P. 25–26.
11. Potemkina T.G., Potemkin V.L. Sediment load of the main rivers of Lake Baikal in a changing environment (East Siberia, Russia) // *Quaternary International*. – 2015. – Vol. 380–381. – P. 342–349.
12. Sharkhuu N., Etzelmuller B., Heggem E.S.F., Nelson F.E., Shiklomanov N.I., Goulden C.E., Brown J. Permafrost monitoring in the Hovsgol mountain region, Mongolia // *J. Geophys. Res.* – 2007. – Vol. 112, F02S06; doi:10.1029/2006JF000543.

УДК 910.26

ОТНОСИТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДЛЯ ОЦЕНКИ РАЗВИТИЯ ТУРИСТСКО-РЕКРЕАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ТЕРРИТОРИИ (НА ПРИМЕРЕ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ)

Рязанцев А.С., Петросян Г.Г.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный педагогический университет»,
Воронеж, e-mail: A.S.Ryazantsev@yandex.ru, garikpetrosyan@yandex.ru

В данной работе с помощью математического аппарата вводится новый метод оценки обеспеченности территории ресурсами на примере анализа туристских ресурсов (природных и культурно-исторических), туристской инфраструктуры, степени автотранспортной обслуженности территории Воронежской области. Статья состоит из трех частей. Во введении мы описываем цель и актуальность исследования. Во второй части – математической постановке задачи – мы вводим понятия относительного потенциала ресурса и территории, затем в общем виде выводим формулу для нахождения относительного потенциала территории, выраженную через количество ресурсов и площадь территории, а также показываем независимость данной величины от типа ресурсов. В последнем пункте мы выдаем пример использования полученных формул для оценки туристско-рекреационной деятельности Воронежской области. Данная проблематика является очень актуальной, так как она открывает новые возможности и перспективы для экономического развития территории не только Воронежской области, но и многих регионов Российской Федерации.

Ключевые слова: относительный потенциал, туризм, туристские ресурсы, историко-культурное наследие, природно-ресурсный потенциал

THE RELATIVE POTENTIAL TO ESTIMATE THE DEVELOPMENT OF TOURIST AND RECREATIONAL ACTIVITY AREAS (THE CASE OF VORONEZH REGION)

Ryazantsev A.S., Petrosyan G.G.

Voronezh State Pedagogical University, Voronezh,
e-mail: A.S.Ryazantsev@yandex.ru, garikpetrosyan@yandex.ru

In this article, using the mathematical tool, we introduce a new method of estimating the availability of resources on the example of the analysis of the tourist resources (natural, cultural and historical), tourism infrastructure and degree of road service in Voronezh region. The article consists of three parts. In the introduction, we describe the aim and relevance of the research. In the second part – the mathematical formulation of the problem, we introduce the definitions of relative potential of the resource and the territory and then generally deduce the formula for finding the relative potential of the area, expressed in terms of the number of resources and the square of the territory, also we show the independence this dimension from the type of resources. In the last paragraph we give an example of using obtained the formulas for the rating of tourist and recreational activities of the Voronezh region. This topic is very important, as it opens new opportunities and prospects for economic development of the territory not only in Voronezh region, but also in many regions of the Russian Federation.

Keywords: relative potential, tourism, tourism resources, historical and cultural heritage, natural resource potential

Важная задача географических исследований на современном этапе – выявление различий путем сравнения территориальных единиц, связанных между собой и в то же время отличающихся по ресурсному потенциалу. К таким ресурсам можно отнести природные, экономические, экологические, туристско-рекреационные и многие другие. Как известно, самым эффективным аппаратом для изучения сравнений различных множеств объектов является математика.

Цель данной работы – введение новых оценочных величин, для сравнения территориальных единиц между собой, с помощью методов элементарной математики на примере относительного туристского потенциала.

Для реализации указанной цели необходимо вывести соответствующие формулы для их вычисления. В нашем случае на

примере туристских ресурсов (природных и культурно-исторических), туристской инфраструктуры и автотранспортной обслуженности рассчитываются показатели относительного потенциала туристских ресурсов. В качестве объекта исследования выбрана Воронежская область, которая обладает богатым природным и историко-культурным наследием, а также инвестиционной привлекательностью. Развитие туристско-рекреационной деятельности в области является актуальной задачей, поскольку это направление позволяет обеспечить устойчивое развитие территории. Представляется возможность получить новые рабочие места, обеспечив занятость населения. Для этого необходима оценка туристско-ресурсного потенциала в субъектах Российской Федерации для решения важных территориальных задач.

Математическая постановка задачи

Пусть имеется n территориальных единиц и m видов различных ресурсов, имеющих на них в совокупности. Обозначим символом p_j^i – количество объектов j -го ресурса в i -й территориальной единице ($j = 1, 2, \dots, m$; $i = 1, 2, \dots, n$), соответственно обозначим через p_j – количество объектов j -го ресурса во всех территориальных единицах суммарно. Далее, пусть S_i и S – соответственно площади i -й территориальной единицы и всех территориальных единиц в сумме.

Введем следующую характеристику:

$$\mu_j^i = \frac{p_j^i}{p_j} \cdot \frac{S}{S_i},$$

которую мы назовем относительным потенциалом j -го ресурса i -й территориальной единицы (имеется в виду относительно объединения всех n территориальных единиц). Теперь введем понятие относительного потенциала i -й территориальной единицы μ^i , с помощью следующей формулы:

$$\mu^i = \mu_1^i + \mu_2^i + \dots + \mu_m^i = \sum_{j=1}^m \mu_j^i. \quad (1)$$

Очевидно, что мы имеем право складывать в формуле (1) относительные потенциалы μ_j^i ($j = 1, 2, \dots, m$; $i = 1, 2, \dots, n$), в силу того, что в каждом из них фигурирует общий множитель $\frac{S}{S_i}$. Таким образом, мы получаем, что все относительные потенциалы μ_j^i имеют одинаковую размерность, поэтому нам предоставляется возможность сравнивать территориальные единицы независимо от видов ресурсов. Действительно, мы каждый из относительных потенциалов μ_j^i можем выразить, например, через относительный потенциал μ_1^i следующим образом:

$$\mu_1^i = \frac{p_1^i}{p_1} \cdot \frac{S}{S_i} \Rightarrow \frac{S}{S_i} = \frac{p_1}{p_1^i} \cdot \mu_1^i \Rightarrow \mu_j^i = \frac{p_j^i}{p_j} \cdot \frac{p_1}{p_1^i} \cdot \mu_1^i,$$

$$(j = 1, 2, \dots, m; i = 1, 2, \dots, n).$$

Теперь мы с помощью формулы (1) выведем общую формулу для μ^i :

$$\mu^i = \frac{p_1^i}{p_1} \cdot \frac{S}{S_i} + \frac{p_2^i}{p_2} \cdot \frac{S}{S_i} + \dots + \frac{p_m^i}{p_m} \cdot \frac{S}{S_i} = \frac{S}{S_i} \cdot \left(\frac{p_1^i}{p_1} + \frac{p_2^i}{p_2} + \dots + \frac{p_m^i}{p_m} \right) = \frac{S}{S_i} \cdot \sum_{j=1}^m \frac{p_j^i}{p_j},$$

таким образом, мы имеем формулу

$$\mu^i = \frac{S}{S_i} \cdot \sum_{j=1}^m \frac{p_j^i}{p_j}. \quad (2)$$

**Оценка развития
туристско-рекреационной деятельности
Воронежской области**

Приведем пример использования данной формулы для оценки различий в обеспеченности туристскими ресурсами (природными и культурно-историческими), туристской инфраструктурой, а также степенью автотранспортной обслуженности муниципальных районов Воронежской области [4, 5].

Воронежская область представляет собой регион с уникальным природным и историко-культурным наследием. Территория располагает богатым туристским потенциалом для развития туристско-рекреационной деятельности [6]. По оценке Департамента по развитию предпринимательства и потребительского рынка Воронежской области, регион занимает 46 позицию среди субъектов РФ по развитию внутреннего и въездного туризма. Благоприятное геоэкономическое положение территории области является преимущественным и конкурентоспособным в сфере развития туристско-рекреационной деятельности в регионах [2, 3].

Воронежскую область пересекают крупные транспортные магистрали. Федеральные трассы (М4, М6, Р194) позволят принимать крупные автомобильные потоки из различных регионов России. Наличие железнодорожных путей сообщения с крупными транспортными узлами также является положительным фактором для аккумуляции туристического потока [1].

В физико-географическом отношении область располагается в пределах лесостепной и степной зон. Общеизвестным в науке является мнение, что зона лесостепи и зона смешанных лесов являются наиболее благоприятными в плане наличия рекреационных ресурсов. А наличие умеренно-континентального типа климата в области также способствует развитию туризма и рекреации.

Особенности и трудности определения туристского потенциала связаны с разнородными качествами видов туристских объектов, так как каждый вид туристского

ресурса имеет свою размерность и поэтому в большинстве случаев не удастся сравнить туристские ресурсы различных видов, например природные туристские ресурсы с культурно-историческими. С помощью формулы (2) и вышеприведенного математического обоснования мы имеем право в независимости от вида ресурса сравнивать их обеспеченность на территории, так как относительный потенциал μ^i оказывается безразмерной величиной [4].

Для реализации поставленной цели мы будем использовать методику, которая включает в себя несколько этапов.

Первый этап: формирование базы данных по количеству объектов туристских ресурсов, туристской инфраструктуры, а также автотранспортной обслуживаемости, в том числе по количеству объектов федерального значения, каждого муниципального района Воронежской области (табл. 1).

Таблица 1

Виды и количество объектов туристских ресурсов Воронежской области (единиц)

№ п/п	Название районов	Природные ресурсы (ед.)	Культурно-исторические ресурсы (ед.)	Туристская инфраструктура		Автотранспортная обслуживаемость территории	
				Средства размещения (ед.)	Средства питания (ед.)	Густ. авт. дорог (км)	АЗС (ед.)
1	Аннинский	5	57 (1)	4	141	386	8
2	Бобровский	20	116 (2)	6	77	349	21
3	Богучарский	7	84	2	47	336	21
4	Борисоглебский	1	21	5	106	381	12
5	Бутурлиновский	2	78	2	55	270	15
6	Верхнемамонский	2	47	2	60	359	7
7	Верхнехавский	3(1)	50	–	23	288	6
8	Воробьевский	0	37	1	21	223	4
9	Грибановский	6	101	–	40	333	13
10	Калачеевский	1	57	5	95	413	14
11	Каменский	2	18	–	26	232	3
12	Кантемировский	2	62	3	59	434	12
13	Каширский	6	34	4	95	216	23
14	Лискинский	5	39 (2)	2	166	450	28
15	Нижедевицкий	2	64	3	28	236	5
16	Новоусманский	12(1)	47 (1)	31	76	373	41
17	Новохоперский	6(1)	26	–	62	383	8
18	Ольховатский	1	11	1	61	254	4
19	Острогожский	9	203 (6)	2	110	398	21
20	Павловский	15	87	14	86	355	15
21	Панинский	5	51	1	32	348	5
22	Петропавловский	2	42 (1)	–	34	253	7
23	Поворинский	3	13	–	24	155	6
24	Подгоренский	7	93	6	78	369	8
25	Рамонский	11	52 (6)	17	64	272	27
26	Репьевский	4	13 (1)	1	22	173	4
27	Россошанский	5	65	19	151	514	21
28	Семилукский	7	18 (4)	–	75	417	19
29	Таловский	3(1)	56	1	70	410	6
30	Терновский	9	57 (1)	–	35	280	3
31	Хохольский	6	40 (6)	–	36	289	12
32	Эртильский	2	44	1	47	274	4
Всего		171 (4)	1783 (31)	133	2102	10423	403

В скобках показано количество объектов федерального значения.

Второй этап: расчет относительного потенциала каждого муниципального района с помощью указанной формулы. При этом объект федерального значения мы считаем как 3 объекта. Результаты расчетов включены в табл. 2.

Третий этап: геоинформационная интерпретация результатов исследования.

Зонирование области по величине относительного потенциала с помощью следующей шкалы:

$\mu^i < 5$ – низкий уровень;

$5 < \mu^i < 8$ – средний уровень;

$8 < \mu^i < 11$ – высокий уровень;

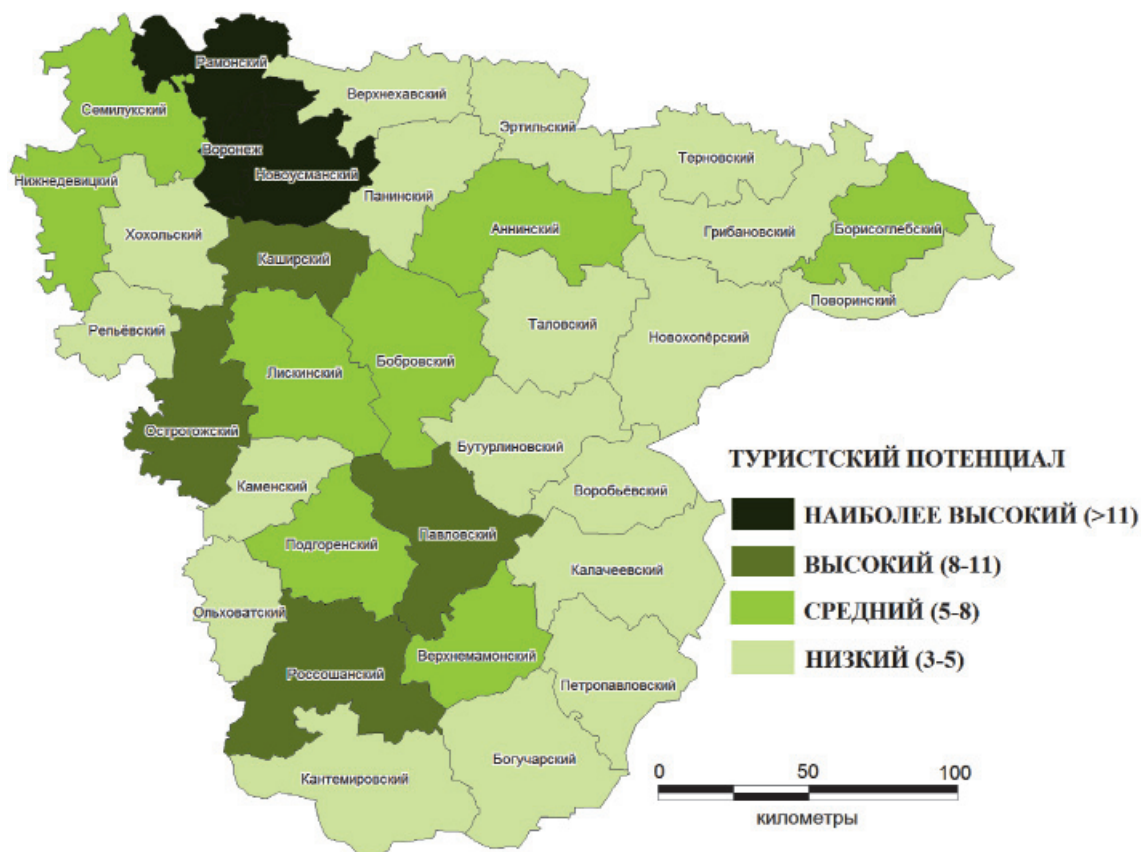
$\mu^i > 11$ – очень высокий уровень.

Зонирование выполняется в среде MapInfo методом группировки. Результаты отражены на картосхеме (рисунке).

Таблица 2

Относительный потенциал муниципальных районов Воронежской области для развития туристской деятельности

№ п/п	Название районов	Отношение площади области к площади района	Природные туристские ресурсы	Культурно-исторические ресурсы	Туристская инфраструктура		Автотранспортная обслуженность территории		Относительный туристский потенциал района
					Средства размещения	Средства питания	Густота автодорог (км)	АЗС	
1	Аннинский	24,95	0,699	0,799	0,749	1,672	0,923	0,499	5,34
2	Бобровский	22,78	2,551	1,481	1,025	0,843	0,752	1,185	7,84
3	Богучарский	23,82	0,929	1,096	0,357	0,524	0,762	1,239	4,91
4	Борисоглебский	37,43	0,225	0,408	1,422	1,872	1,385	1,123	6,44
5	Бутурлиновский	29,11	0,320	1,223	0,437	0,757	0,757	1,077	4,57
6	Верхнемамонский	40,31	0,443	1,008	0,605	1,169	1,371	0,685	5,28
7	Верхнехавский	40,31	1,129	1,088	0	0,443	1,129	0,605	4,39
8	Воробьевский	43,67	0	0,873	0,349	0,437	0,917	0,437	3,01
9	Грибановский	26,20	0,891	1,441	0	0,524	0,838	0,838	4,53
10	Калачеевский	24,95	0,150	0,773	0,948	1,123	0,998	0,873	4,87
11	Каменский	52,40	0,576	0,524	0	0,629	1,153	0,367	3,25
12	Кантемировский	22,78	0,251	0,775	0,524	0,638	0,956	0,683	3,83
13	Каширский	52,40	1,782	0,943	1,572	2,358	1,100	2,987	10,74
14	Лискинский	26,20	0,734	0,603	0,393	2,070	1,127	1,834	6,76
15	Нижнедевицкий	43,67	0,480	1,528	1,004	0,568	1,004	0,568	5,15
16	Новоусманский	34,93	2,725	0,943	8,139	1,257	1,257	3,563	17,88
17	Новохоперский	22,78	1,025	0,319	0	0,661	0,843	0,456	3,30
18	Ольховатский	52,40	0,314	0,314	0,419	1,520	1,258	0,524	4,35
19	Острогожский	30,82	1,541	3,606	0,462	1,603	1,171	1,603	9,99
20	Павловский	27,58	2,317	1,296	2,896	1,131	0,938	1,020	9,60
21	Панинский	37,43	1,048	1,048	0,300	0,561	1,235	0,449	4,64
22	Петропавловский	32,75	0,360	0,786	0	0,524	0,786	0,557	3,01
23	Поворинский	47,64	0,810	0,333	0	0,524	0,715	0,715	3,10
24	Подгоренский	32,75	1,277	1,638	1,474	1,212	1,146	0,655	7,40
25	Рамонский	40,31	2,459	1,411	5,160	1,209	1,048	2,701	13,99
26	Репьевский	58,22	1,281	0,466	0,466	0,582	0,990	0,582	4,37
27	Россошанский	21,83	0,611	0,764	3,122	1,572	1,070	1,135	8,27
28	Семилукский	32,75	1,277	0,459	0	1,179	1,310	1,539	5,76
29	Таловский	27,58	0,772	0,827	0,221	0,910	1,076	0,414	4,22
30	Терновский	37,43	1,872	1,198	0	0,636	1,011	0,262	4,98
31	Хохольский	34,93	1,188	0,978	0	0,594	0,978	1,048	4,79
32	Эртильский	34,93	0,384	0,838	0,279	0,768	0,908	0,349	3,53



Относительный туристский потенциал Воронежской области

Из картосхемы видно, что наиболее высокий туристский потенциал имеют Новоусманский и Рамонский муниципальные районы. Это связано в первую очередь с высокими показателями туристских ресурсов и достаточно развитой туристской инфраструктурой. Большое влияние оказывает близость к городу Воронежу. Высоким относительным туристским потенциалом обладают Каширский, Острогожский, Павловский и Россошанский муниципальные районы. Низким относительным туристским потенциалом обладают преимущественно муниципальные районы, расположенные по окраинным рубежам Воронежской области. В них слабо развита туристская инфраструктура и автотранспортное обслуживание, а туристские ресурсы имеются в небольшом количестве [4, 5].

Различия относительного туристского потенциала позволяют перейти к следующему этапу исследования — выделению территориальных туристско-рекреационных систем.

Таким образом, использование математического аппарата позволило выявить различия относительного потенциала для развития туристско-рекреационной деятельности в Воронежской области. Муниципальные районы по степени обеспеченности четко делятся на че-

тыре группы. Также отметим, что полученную формулу относительного потенциала можно применить для сравнения обеспеченности ресурсами субъектов Российской Федерации.

Список литературы

1. Ведомственная целевая программа развития туризма и рекреации в Воронежской области на 2012–2013 годы / Департамент по развитию предпринимательства и потребительского рынка Воронежской области. – Воронеж, 2012. – 18 с.
2. Концепция развития внутреннего и въездного туризма в Воронежской области до 2016 года / Департамент по развитию предпринимательства и потребительского рынка Воронежской области. – Воронеж, 2010. – 35 с.
3. О мерах по сохранению историко-культурного наследия Воронежской области: постановление Администрации Воронежской обл. от 18.04.1994 № 510 (ред. от 24.11.2006) // официальный сайт департамента Культуры и архивного дела Воронежской области [caim]. – URL: <http://vtn-uk.ru/i/kulturnoe-nasledie/restavraciya-pamyatnikov>.
4. Рязанцев А.С. Внутриобластные различия обеспеченности туристским потенциалом территории Воронежской области / А.С. Рязанцев, Г.Г. Петросян // Территориальная организация общества и управление в регионах: материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Воронеж, 2015. – С. 166–169.
5. Рязанцев А.С. Территориальные туристско-рекреационные системы Воронежской области / А.С. Рязанцев, Г.Г. Петросян // Известия ВГПУ. – 2015. – Т. 268, № 3. – С. 194–198.
6. Рязанцев, А.С. Использование потенциала муниципальных районов Воронежской области для развития туристско-рекреационной деятельности / А.С. Рязанцев, Т.М. Худякова // Муниципальные образования регионов России: проблемы исследования, развития и управления: материалы II Всероссийской межведомственной научно-практической конф. (6–7 декабря 2012 г., Воронеж). – Воронеж: Изд-во ВГПУ, 2013. – С. 60–64.

УДК 622.276.6

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ПРИ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ДОБЫЧИ НЕФТИ НА ТЕРРИТОРИИ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

¹Савенок О.В., ²Яковлев А.Л.¹ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет»,
Краснодар, e-mail: olgasavenok@mail.ru;²ООО «КНГК-Групп», Краснодар, e-mail: yakovlev@i-npz.ru

Неоднородность коллекторских свойств как по разрезу, так и по простиранию приводит к неравномерному нефтеизвлечению и снижению коэффициента нефтеизвлечения по пласту в целом. Решение данной проблемы сводится к раскрытию трещин за счёт множества способов. В контексте данной статьи решение сводится к совокупности операций волнового воздействия, подкреплённого закачкой полимерных композиций. Важной отличительной особенностью узконаправленных волн (УНВ) является оперативное получение результатов в реальном времени. По результатам полученных отражённых волн изучают процесс изменения порового пространства в точках волнового воздействия. Данный процесс характеризуется как мультипликативный случайный, для которого стационарными параметрами являются среднее значение, дисперсия и автокорреляционная функция. Эти параметры определяются такими характеристиками геосреды, как напряжённое состояние, трещиноватость, физико-механические свойства и тип флюидонасыщения. Работы по технологии УНВ можно подразделить на кратковременный и долгосрочный периоды. В первом случае воздействие проводится в течение 1–2 часов для изучения результатов воздействия на пласт и изменения структуры трещин. Далее воздействие пролонгируется до 5 часов с постепенной закачкой слабокислотного эмульсионного композита. Так, технология УНВ позволяет контролировать процесс расширения трещин в реальном времени и оперативно останавливать его, предотвращая его негативное развитие. При обращении к данным зависимостям сделан вывод, что при знании параметров трещиноватости можно, регулируя параметры волнового источника, добиться максимального эффекта раскрытия трещин при его незначительной локализации. Таким образом, общее воздействие на пласт, которое может привести к негативным последствиям, сводится к минимуму, что позволит избежать нагрузки на природную среду.

Ключевые слова: интенсификация добычи нефти, экологически безопасные технологии, воздействие упругими колебаниями, узконаправленные волны, скважинное электроразрядное устройство, ударно-волновая технология

RATIONALE FOR THE CHOICE OF THE TECHNICAL SYSTEM AT THE INTENSIFICATION OF OIL PRODUCTION IN THE KRASNODAR TERRITORY

¹Savenok O.V., ²Yakovlev A.L.¹Kuban State Technological University, Krasnodar, e-mail: olgasavenok@mail.ru;²LLC «KNGK-Group», Krasnodar, e-mail: yakovlev@i-npz.ru

The heterogeneity of reservoir properties both along the section and along strike, resulting in uneven oil recovery and reduce the oil recovery factor on a layer as a whole. The solution to this problem is reduced to the disclosure of cracks due to a variety of methods. In the context of this article, the solution is reduced to a set of operations, wave action, supported by the injection of polymer composites. An important feature of the narrow beam of waves (CNF) is operative to obtain results in real time. According to the results obtained by the reflected waves are studying the process of modifying the pore space at the points of wave action. This process is characterized as a random multiplier for which the fixed parameters are the mean, variance and autocorrelation function. These parameters are defined by such characteristics geomedium as stress state, stress fracture, physical and mechanical properties and the type of fluid saturation. Work on CNF technology can be divided into short-term and long-term periods. In the first case the exposure is performed for 1–2 hours to study the results of the stimulation and the cracks structure changes. Further, prolonged exposure to 5 hours with gradual pumping weakly acidic emulsion composite. So, CNF technology allows you to control the expansion of cracks in real time and stop it promptly, preventing its negative development. Turning to data dependencies, it is concluded that the knowledge of fracture parameters can be adjusting wave source parameters to achieve the maximum effect of cracks in its minor localization. Thus, the overall effect on the formation, which may lead to negative consequences, is minimized, thereby avoiding the load on the environment.

Keywords: enhanced oil recovery, environmentally friendly technologies, the impact of elastic vibrations, narrowly focused wave, downhole electric discharge unit, shock wave technology

Среди наиболее перспективных и экологически безопасных технологий интенсификации добычи нефти является волновое воздействие на породу. Реализация двух основных задач в технологии волнового воздействия обеспечивается в импульсном ре-

жиме многократного упругого возбуждения пласта. Этим данная технология отличается от других технических решений, обеспечивающих квазистационарный режим воздействия на пласт. Стационарный режим поддержания пластового давления,

например в системе поддержания пластового давления путём тампонирувания окраин месторождения, заменяется импульсным режимом многократного циклического изменения давления при прохождении фронтов упругих волн. Возникающие при этом микроградиенты давления при интегрировании во времени и по площади участка месторождения создают непрерывно изменяющееся векторное гидродинамическое поле, в котором интенсифицируются фильтрационные процессы, и расширяют трещины в карбонатных породах.

Воздействие на фильтрационно-емкостные свойства коллектора в волновой технологии осуществляется также в импульсном режиме путём пульсирующего изменения сечения поровых каналов в фазе растяжения упругой продольной волны и интегрирования этих изменений при многократном волновом воздействии.

При воздействии упругими колебаниями на водогазонасыщенные пласты по насыщающей среде и скелету распространяются две продольные (переупаковки и давления) и одна поперечная (сдвиговая) волны. Продольная волна переупаковки затухает вблизи источника колебаний и с точки зрения воздействия на пласт не представляет интереса. Под действием упругой продольной волны давления, которая распространяется на большие расстояния, насыщающие фазы, отличающиеся друг от друга по плотности, за счёт проявления инерционных свойств совершают несинфазные колебательные движения относительно своих центров и друг друга.

В этом случае, исходя из уравнения динамики Эйлера, одинаковому ускорению всех частиц воды соответствует одинаковое во всём потоке падение колебательного давления в направлении ускорения:

$$\frac{\partial p}{\partial x} = -\rho_i \cdot \frac{\partial u_i}{\partial t}, \quad (1)$$

где τ – касательное напряжение трения; x – линейная координата; ρ – плотность среды, кг/м³; u – колебательная скорость капли, м/мин.

Исходя из баланса сил и уравнения движения капельного флюида, можно получить зависимость для ускорения несферической капли, которая соответствует общему виду известного решения задачи Прандтля о поведении различных тел в ускоренных потоках:

$$\frac{\rho_1}{\rho_2} \cdot \frac{\partial u_1}{\partial t} = \frac{\partial u_2}{\partial t}, \quad (2)$$

где $u_2(\tau, x)$ – колебательная скорость капли, м/мин; t – время, мин; x – линейная координата.

Это соотношение показывает, что чем меньше плотность углеводородной фазы (УВ-фазы), тем более высокое значение ускорения она получает и, следовательно, более благоприятными для воздействия оказываются месторождения с лёгкими углеводородами. Наибольшее воздействие со стороны упругого поля испытывают более крупные капли и конгломераты, формы которых отличаются от сферических. Более лёгкая УВ-фаза имеет более высокое значение ускорений, чем окружающая её вода, то есть УВ-фаза перемещается относительно водной среды и в том же направлении. При этом направления движения через каждые полпериода изменяются. Такая динамика поведения фаз в условиях плёнки на поверхности поровых каналов препятствует адгезионному взаимодействию фаз с поверхностями поровых каналов, которое действует через плёнку и пропорционально продолжительности контакта. В результате этого при наличии градиента внешнего давления эффективности вытеснения УВ-фазы будет существенно выше, чем в отсутствие поля.

В то же самое время на работу пласта очень большое влияние оказывает истощение его упругой энергии, что приводит к падению дебита в целом на участке и блоках месторождения. В этом случае было бы целесообразно осуществлять воздействие на значительную площадь пласта в целом для инициирования работы последнего путём восстановления его упругой энергии.

В настоящее время единственной технологией, обеспечивающей проявление площадного эффекта, является сейсмоакустическая технология объёмного волнового воздействия.

Это позволяет реализовать эффекты, принципиально недостижимые для известных технологий локального воздействия в прискважинной зоне:

- повышение продуктоотдачи пластов в целом для участков (блоков) месторождения;
- увеличение охвата пласта;
- снижение остаточных запасов за счёт дистанционного площадного инициирования и вовлечение в разработку запасов зачёмлённых углеводородов (УВ), тупиковых зон и останцев.

Сущность технологии состоит в длительном возбуждении низкочастотного волнового поля непосредственно в больших объёмах продуктивного пласта с помощью метода, основанного на реализации объёмной интерференции упругих волн в пластах.

Возбуждение волнового поля осуществляется с помощью специального источника

упругих волн, опускаемого в скважину на каротажном кабеле и устанавливаемого в зоне продуктивного пласта. Длина источника до 3600 мм, диаметр 95–100 мм.

Упругие колебания, создаваемые при мощном гидроимпульсном ударе, распространяются в продуктивном пласте, имеющем свойства волновода, в виде специальных канальных и стационарных (стоячих) волн.

Этим обеспечивается дальний перенос упругой энергии по продуктивному пласту, вследствие этого в продуктивном пласте, обладающем волноводными свойствами, возникает периодический слабо затухающий волновой процесс (аналог стоячих волн), характеризующийся интерференцией волн, переотражающихся от кровли и подошвы пласта. Этот процесс сопровождается образованием в объёме пласта областей пучностей и узлов деформаций (и напряжений). При этом область пласта мощностью, равной четверти длины волны ($\lambda/4$) между пучностью и узлом деформации, является энергетически замкнутой областью, в которой дважды за период происходит превращение кинетической энергии в потенциальную. Принципиально важной особенностью этого процесса является то, что отмеченные области не обмениваются энергией с соседними интервалами и являются как бы замкнутыми областями непрерывных энергетических переходов. Потенциальная энергия напряжений, концентрирующаяся в процессе этих переходов в окрестности узлов стационарных волн, вызывает периодические деформации горной среды в таких областях пласта. Это приводит, в свою очередь, к возникновению процессов пульсирующего изменения (уменьшения или увеличения) вторичной пустотности (пористости, трещиноватости) коллектора.

Таким образом, возникает как бы поршневой эффект, сопровождающийся возникновением локальных градиентов давления в пористой среде на фоне общего градиента в направлении областей отбора.

Площадной эффект волнового воздействия заключается, прежде всего, в повышении полноты охвата продуктивных пластов дренированием, вовлечением в разработку застойных и тупиковых зон. Но деформированные состояния в карбонатном коллекторе могут привести к нарушению структуры пласта и инфильтрации флюида в более глубокие слои материнской породы (рис. 1). Для исключения избыточного разрушения пласта в карбонатном массиве целесообразно использовать направленное волновое воздействие в сочетании с кислотно-эмульсионным заводнением пласта для расширения трещин.

С целью изучения возможного механизма мобилизации капли нефти, окружающей кислотно-эмульсионной смесью и защемлённой в капилляре пористой среды, необходимо понимать собственную частоту колебаний капли при защемлении. Доказано, что эта частота немонотонно зависит от статического перепада давления. В совокупности с волновым воздействием на поровое пространство с определённой частотой внешнего вибрационного мобилизующего воздействия, при которой его амплитуда минимальна, близка к частоте свободных колебаний капли при заданном внешнем статическом перепаде давления. При этом суммарный перепад давления (статический + волновой) может быть меньше, чем статический, требуемый для мобилизации капли.

Основы предлагаемой технологии были заложены ещё в прошлом веке, когда впервые возникла гипотеза об эффективности сейсмических методов не только для сейсморазведки, но и для воздействия на пластовое пространство. Многочисленные исследования [1, 2, 3, 5] позволили выявить закономерности нелинейного взаимодействия упругих волн с многофазной поротрещиноватой средой и оценить возможность использования упругих волн с низким энергетическим потенциалом для управления состоянием и свойствами геологической среды.

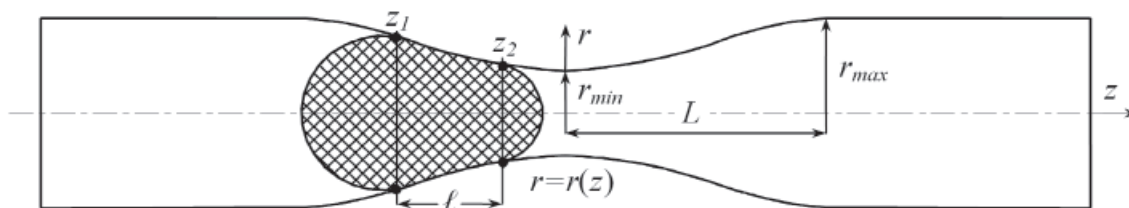


Рис. 1. Геометрия порового канала с сужением

Но главным отличием от технологии сейсморазведки, как и от большинства технологий использования волновых воздействий, является применение узконаправленных волн по результатам выявления направляющей трещиноватости в массиве. Узконаправленные волны (УНВ) позволят контролировать направление развития трещин в качестве индикатора трещиноватости геосреды, а энергия сейсмических сигналов этих волн отождествляется с интенсивностью открытой трещиноватости геосреды в области волновой дисперсии через бесконечно малое отверстие.

УНВ должны отличаться значительно более низким энергетическим потенциалом (на 1–2 порядка ниже, чем у зеркально отражённых волн, широко применяемых в стандартной волновой технологии воздействия на пластовое пространство). Для выделения УНВ можно использовать направленный источник сигналов этих волн.

Для реализации предлагаемой технологии можно использовать фокусирующее

преобразование сейсмического волнового поля, которое позволяет в создаваемом волновом поле выделить рассеянные волны, определить их энергию и место основного воздействия. На основе фокусирующего преобразования осуществляют направленное воздействие волн на найденные ловушки с учётом их расположения (рис. 2). Для исключения областей, где доминантное влияние имеют отражённые волны, при наблюдении реализуют схему сейсмического локатора бокового обзора (СЛБО). Данная технология создана в 1990 году специально для изучения трещиноватости геологической среды на нефтегазовых месторождениях. На рис. 2 наглядно отображается исследование пластового пространства с выявлением ловушек по принципу разведки с применением сейсмических технологий. По аналогии с распространением сейсмических волн УНВ имеют аналогичные пределы распространения благодаря волновой природе [4].

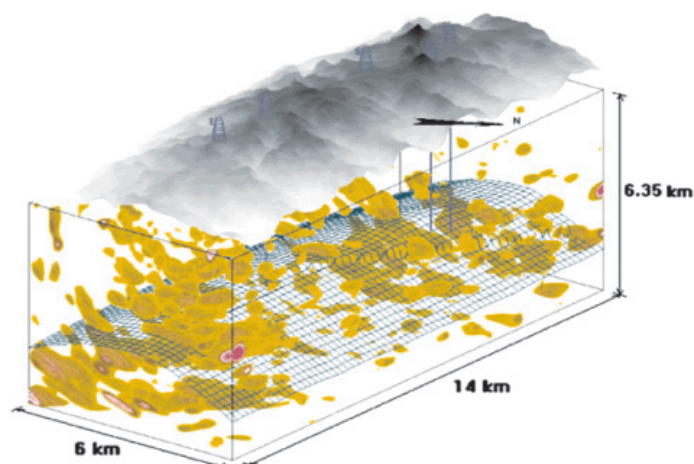


Рис. 2. Пример 3D-поля трещиноватости по СЛБО

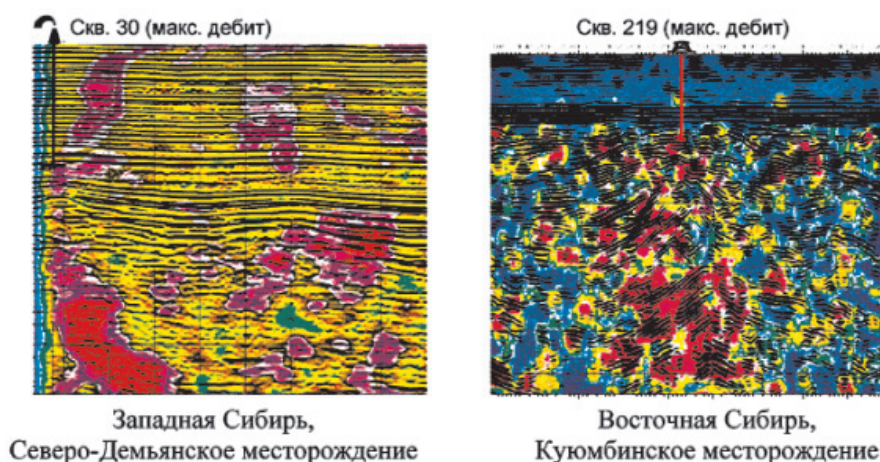


Рис. 3. Примеры сейсмических разрезов трещиноватости по данным СЛБО, на основе которых заложены скважины [4]

Технология УНВ направлена на решение наиболее важной задачи – получение высоких и максимальных притоков нефти во вновь пробуренных скважинах. На рис. 3 представлены модели разрезов трещиноватости, на основе которых заложены скважины для наглядности распространения волн и движения УВ.

Понимая волновую природу УНВ, можно отметить возможность её использования для решения ряда других важных задач по аналогии с сейсморазведкой:

- прогноз аварийно опасных интервалов бурения скважин (поглощение бурового раствора, прихват инструмента, выброс пластового флюида и т.д.);

- оптимизация направления горизонтальных скважин;

- повышение эффективности сейсморазведки в сложных сейсмогеологических условиях, контроль изменения трещиноватости при техногенном воздействии на геологическую среду и продуктивную толщу.

Рассмотрим более подробно технологические аспекты реализации технологии. В основе технологии лежит эффект генерации коллектором собственных когерентных колебаний в диапазоне инфранизких частот (3–7 Гц) при возбуждении её внешним искусственным узконаправленным полем упругих колебаний [4] в диапазоне 1,7–2,8 Гц. Причём режим генерации собственных волн сохраняется в некотором интервале времени после прекращения действия внешнего источника возбуждения.

Контроль за ходом распространения волн и развития трещиноватости проводят с помощью специальных датчиков в инфразвуковом диапазоне частот. Основной процедурой создания сигналов является расчёт спектральной мощности волнового поля до и после вибровоздействия.

Волновая технология обладает значительной степенью распространения до глубин более 6 км без интенсификации, что обуславливает необходимость создания направленного воздействия на пластовое пространство. В связи с этим расположение точек воздействия должно быть весьма ограничено и концентрироваться в центральной части месторождения (рис. 4).

Необходимо подчеркнуть, что технология УНВ рассчитана на использование в сложных сейсмогеологических условиях трещиновато-пористых карбонатных коллекторов, что позволяет существенно повысить эффективность сейсморазведки на поисково-разведочном этапе.

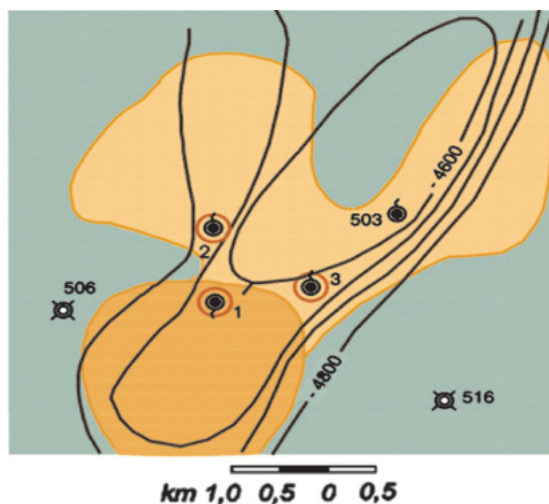


Рис. 4. Пример выделения нефтенасыщенных зон по технологии АНЧАР на Нагумановской площади (Оренбургская область) [4]

Важной отличительной особенностью УНВ является оперативное получение результатов в реальном времени. По результатам полученных отражённых волн изучают процесс изменения порового пространства в точках волнового воздействия. Данный процесс характеризуется как мультипликативный случайный, для которого стационарными параметрами являются среднее значение, дисперсия и автокорреляционная функция. Эти параметры определяются такими характеристиками геосреды, как напряжённое состояние, трещиноватость, физико-механические свойства и тип флюидонасыщения.

Работы по технологии УНВ можно подразделить на кратковременный и долговременный периоды. В первом случае воздействие проводится в течение 1–2 часов для изучения результатов воздействия на пласт и изменения структуры трещин. Далее воздействие пролонгируется до 5 часов с постепенной закачкой слабокислотного эмульсионного композита. Так, технология УНВ позволяет контролировать процесс расширения трещин в реальном времени и оперативно останавливать его, предотвращая его негативное развитие.

По данным воздействия в первом периоде получают важную геологическую и промысловую информацию о месторождении:

- неоднородность трещин и пор;
- глинизация;
- напряжённое состояние продуктивной толщи и её мини-блоковое строение;
- схемы потоков нефти и воды в залежи при изменении трещин;
- обводнённость залежи, конфигурация фронта вытеснения нефти композитов, местоположение останцов нефти.

Данная информация позволяет оптимизировать разработку с целью увеличения полноты извлечения и темпа отбора нефти на месторождении при снижении эксплуатационных затрат за счёт сокращения объёмов бурения и исключения неэффективных геолого-технологических мероприятий.

УНВ на пласт предусматривает два вида эффектов:

1) непосредственное воздействие на ближнюю прискважинную зону пласта с радиусом охвата до 50 см от источника упругих волн ультразвукового диапазона частот;

2) удалённое воздействие, которое регистрируется гидрофонами на удалении 1,0–1,5 км от источника, генерирующего низкочастотные 2,0 Гц упругие волны.

Необходимо отметить, что в пластовом пространстве существуют изолированные зоны, слабо реагирующие на воздействие системы УНВ, путём воздействия на них упругими волнами, затухающими в высокопроницаемых участках пласта, но распространяющимися на значительное

гих колебаний растёт давление в порах, что приводит к разрушению мембран между порами и образованию дополнительных капилляров, а разница в скорости распространения упругих высокочастотных волн по скелетной породе и поровой жидкости приводит к разрушению пространственной сетки, образованной коллоидно-дисперсной системой (КДС). Учитывая, что воздействие упругими волнами выполняет отрыв частиц КДС от стенок капилляра за счёт колебаний возле центра равновесия, но не перемещает в пространстве – необходимо более мощное знакопеременное ударное воздействие, обладающее энергией, достаточной для выноса кольматанта из пласта в скважину – эффект «стирки».

Таким образом, при разработке и внедрении технологии УНВ необходимо учесть возможность технических средств для снижения фильтрационных сопротивлений, восстановления гидродинамической связи системы «пласт – скважина» и расширения сети микротрещин.

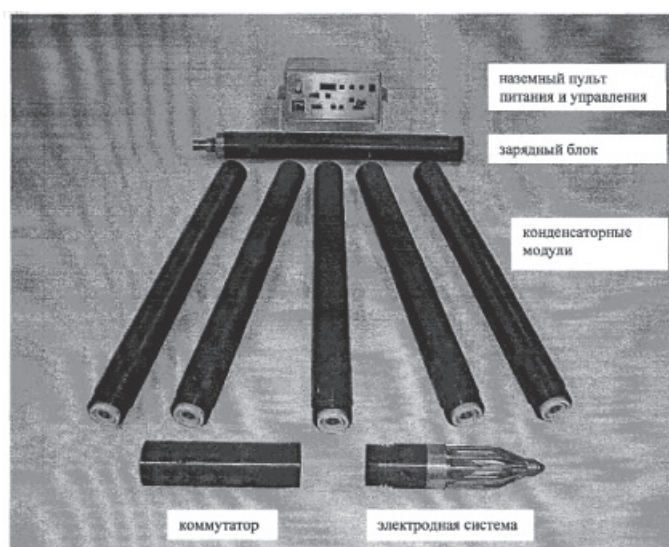


Рис. 5. Скважинное электроразрядное устройство

расстояние и с достаточной интенсивностью, чтобы возбуждать низкопроницаемые участки пласта. То есть не насыщенный жидкостью низкопроницаемый коллектор, который наблюдается в материнских породах карбонатных коллекторов, поднятых за счёт интрузивных воздействий, поглощает упругие волны, что приводит к сокращению зоны охвата значительно сильнее, чем для коллектора с заполненным жидкостью поровым объёмом. Под воздействием упру-

Как говорилось ранее, источником волн является скважинное электроразрядное устройство (рис. 5), которое по форме не является чем-то принципиально новым.

Но в случае с технологией УНВ принцип его работы заключается в том, что для получения серии импульсных ударов используют низковольтный импульсный разряд, направленный к основной оси системы трещин. При электроразрядном воздействии возникает совокупность сложных

взаимосвязанных процессов, приводящих к тому, что волны сжатия, сериями нагружая пористую среду, многократно отражаясь, трансформируются в волны напряжения-растяжения, создавая условия для развития сети трещин и микротрещин, как в стенках перфорационных каналов, так и в прилегающей к ним породе пласта. Под действием импульса давления, который генерируется низковольтным электроразрядом, скважинная жидкость проникает в перфорационные отверстия, а затем в породу со скоростью, которую возможно регулировать в зависимости от частоты повторяемости серий. Амплитуда давления превышает пластовое давление от 12 до 25 МПа в зависимости от типа коллектора и диэлектрических свойств жидкости глушения скважины.

Устройство состоит из наземного генератора и скважинного высоковольтного накопительно-разрядного устройства, соединённых между собой трёхжильным кабелем каротажного геофизического подъёмника и устройством регистрации отражённых волн. С помощью подъёмника скважинное электроразрядное устройство перемещается между кровлей и подошвой обрабатываемого интервала с минимальной скоростью, генерируя высоковольтные разряды с частотой 2,0 Гц и амплитудой давления до 45 МПа. Необходимо учесть, что для обработки пластов потребуется порядка 250 импульсов на 1 погонный метр, но впрыскивание в поровое пространство кислотно-эмульсионного композита позволит сократить это количество не менее чем на 30%. Использование данного устройства может быть ограничено материнской породой в случае повышенной степени магматизации.

Скважинное электроразрядное устройство включает в себя следующие модули:

- низковольтный зарядный модуль для зарядки накопительных конденсаторов – 10 кВ постоянного тока;
- низковольтные накопительные конденсаторы – 3 шт.;
- разрядник;
- электродная система открытого типа либо электродная система закрытого типа;
- регистратор отражённых волн;
- форсунка для подачи кислотно-эмульсионного композита.

В качестве источника низкочастотных колебаний целесообразно скважинное устройство, генерирующее упругие колебания в инфразвуковом диапазоне частот (16–20 кГц). Восстановление потенциальной производительности добывающих и нагнетательных

скважин достигается за счёт разрушения КДС, кольматирующих прискважинную часть коллектора, вследствие чего образуются слои повышенной проницаемости.

Аппаратура инфразвукового воздействия состоит из наземной части, формирующей напряжение постоянного тока питания скважинных генераторов (50–300 В, 1 А), и погружной части, состоящей из двух скважинных генераторов инфразвуковой частоты – до 5 и 20,0 кГц, а также системы автоматического поддержания резонансной частоты каждого генератора в зависимости от влияния параметров рабочей среды (давления, плотности скважинной жидкости, температуры). Выходная электрическая мощность ультразвуковых генераторов – 80–160 Вт. Акустическая мощность соответственно 100 и 180 Вт. Длина погружной части не должна превышать 1,8 м при диаметре до 100 мм. Рабочее давление – до 50 МПа. Рабочая температура – до 120°C. Наземная и погружная части соединяются трёхжильным кабелем каротажного подъёмника. Обработка скважины производится пошагово, в точках через 1,0–1,5 метра, с выдержкой не менее 2 часов.

Поскольку добыча определяется работой пласта и остаточным нефтегазосодержанием, а технология обработки УНВ только облегчает фильтрацию из пласта в скважину, невозможно оценить изменения какого-то отдельного фактора. Диапазон прироста дополнительной добычи при применении стандартной волновой технологии лежит в границах от 20 до 55% и подтверждает, что предлагаемая технология позволит улучшить гидродинамическую связь системы «пласт – скважина» и ввести в разработку карбонатные коллекторы повышенной трещиноватости, но с учётом наличия зон пониженной проницаемости.

Подытожим основные положения и рекомендации, которые позволяют эффективно развивать и внедрять технологию УНВ:

1. Все технические средства, реализующие технологию, сопряжены как по механике, так и по электроцепям, со штатным оборудованием бригад капитального ремонта скважин и геофизических партий, что позволяет оперативно контролировать работу цепочки.

2. Технология позволяет производить выборочную, направленную обработку неоднородных по проницаемости пропластков для выравнивания профиля притока или приёмистости, а также селективную обработку обводнённых пропластков.

3. Технология позволяет реализовать комплексно ударно-волновое воздействие с одновременной обработкой химическими реагентами, что обеспечивает синергетический эффект, превышающий сумму эффектов, получаемых от каждого воздействия в отдельности.

4. Электроразрядное воздействие следует проводить, руководствуясь двумя критериями:

- до газопроявления, которое выражается в выбросах струек воды на высоту 1,0–1,5 метра над фланцем превентора;

- либо (при отсутствии газопроявления) – до 50 электроразрядов на 1 м интервала, что достаточно для разрушения и выноса пробок коьматанта с прифильтровой зоны.

5. Ударно-волновая технология достаточно эффективна на глубинах, где скелетная порода продуктивного пласта при объёмном сжатии пористой среды деформируется в упругом режиме.

Список литературы

1. Аксёнова Н.А. Исследование и разработка техники, технологии заканчивания скважин с неустойчивыми коллекторами: дис. ... канд. техн. наук. – Тюмень: Тюменский государственный нефтегазовый университет, 2004. – 178 с.

2. Березовский Д.А., Лаврентьев А.В., Савенок О.В., Антониади Д.Г., Кошелев А.Т. Разработка физико-химических моделей и методов прогнозирования состояния пород-коллекторов // Нефтяное хозяйство. – М.: ЗАО Изд-во «Нефтяное хозяйство», 2014. – № 9. – С. 84–86.

3. Дердуга В.С., Гайдук В.В., Мосякин А.Ю. Оценка перспектив нефтегазоносности и подготовка новых поисковых объектов для проведения дальнейших ГРП // Отчёт ОАО «РосНИПИтермнефть». – Краснодар, 2003.

4. Кузнецов О.Л., Чиркин И.А., Штык А.В. Инновационные сейсмоакустические технологии для разведки и разработки месторождений // Бурение и Нефть. – М.: Изд-во ООО «Бурнефть», 2010. – № 2. – С. 3–5. – Режим доступа: <http://burneft.ru/archive/issues/2010-02/1>.

5. Тананыхин Д.С. Обоснование технологии крепления слабосцементированных песчаников в призабойной зоне нефтяных и газовых скважин химическим способом: дис. ... канд. техн. наук. – СПб.: ФГБОУ ВПО «Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», 2013. – 142 с.

УДК 624.01

ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ АРМИРОВАННЫХ ГРУЗОНЕСУЩИХ ТРУБ В ГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**Саранча А.В., Бордодымов Д.А., Огай В.А.***ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», Тюмень, e-mail: sarantcha@mail.ru*

Добыча низконапорного сеноманского газа сопровождается накоплением пластовой и конденсационной жидкости на забоях газовых скважин, вследствие падения пластового давления и снижения дебитов. В данной статье рассматривается инновационная технология по решению проблем, возникающих при эксплуатации фонда низкопродуктивных газовых скважин. Технология основывается на применении полимерной армированной грузонесущей трубы, используемой в качестве концентрической лифтовой колонны (КЛК) для удаления жидкости с забоя обводняющихся газовых скважин. В работе описываются преимущества и возможности использования полимерных труб. Также приводится описание работ по проектированию и проведению испытаний изготовленного комплекса оборудования для спуска полимерной армированной трубы в скважину без глушения. Рассматривается гипотетическое внедрение грузонесущих труб на скважине № 113 Медвежьего месторождения, а также приведены результаты расчетов дебита и скорости газожидкостного потока.

Ключевые слова: низкопродуктивные газовые скважины, трубы грузонесущие, концентрическая лифтовая колонна, полимерная армированная грузонесущая труба, низконапорный газ

THE USE OF POLYMERIC REINFORCED CARRYING PIPES IN THE GAS INDUSTRY**Sarancha A.V., Bordodymov D.A., Ogay V.A.***Federal Budget Educational Institution of Higher Education «Tyumen Industrial University», Tyumen, e-mail: sarantcha@mail.ru*

The low-pressure Cenomanian gas production is accompanied by formation and accumulation of condensation of fluid on the faces of gas wells, due to falling reservoir pressure and reducing flow rates. This article considers an innovative technology for solving the problems arising from the operation of the fund low-productivity gas wells. The technology is based on applying a reinforced polymeric load-pipe, used as a concentric tubing string for liquid removal from the bottom in wet wells with the descent without killing her. The paper describes the advantages and opportunities of using plastic pipes. Also describes the design and testing of manufactured equipment for descent polymeric reinforced pipe into the well without jamming. Discusses a hypothetical implementation of load pipes on oil wells Medvezhie field, and the results of calculations of flow rate and velocity of gas-liquid flow.

Keywords: low-productivity gas wells, pipe-carrying, concentric lift column, reinforced polymeric load-pipe, low-pressure gas

На сегодняшний день имеется огромное количество технологий, которые требуют наличия гидравлического канала и электрического кабеля для исследования и непрерывного контроля скважин. Такие технологии позволяют обеспечить стабильную и надежную эксплуатацию оборудования. Осуществление данных технологических процессов возможно с помощью гибких сталеполлимерных грузонесущих труб.

Данная разработка применяется в качестве неотъемлемого инструмента в таких технологических операциях, как перфорационно-прострелочные работы, спуско-подъемные операции геофизического оборудования, очистка ствола скважины после проведения гидроразрыва пласта, проведение ремонтно-изоляционных работ, обработка призабойной зоны физико-химическими методами, промывка ствола скважины, нормализация забоя, освоение скважин, вызов притока и др.

Столь широкое применение трубы грузонесущие получили благодаря ряду преимуществ перед гибкими насосно-компрессорными трубами из стали:

- гарантийный срок службы 40–50 лет [6];
- не подвержены электрохимической коррозии;
- устойчивость к большинству агрессивных сред;
- отсутствие «механического зарастания» трубы со временем;
- надежность при осевых и радиальных перегрузках;
- низкая теплопроводность;
- возможность изготовления непрерывными отрезками;
- в три раза легче стальных;
- высокая герметичность ввиду отсутствия разъемных соединений [4].

Большой интерес для нефтегазовой отрасли вызвала технология непрерывного спуска трубы одним отрезком, что приводит

к сокращению времени проведения операций и удовлетворению главного условия эксплуатации – спуска без глушения.

Основные эксплуатационные требования, обеспечивающие надежную работу полимерных труб:

- удельная масса не должна превышать 3500 кг/км;
- рабочая осевая нагрузка – не менее 5350 кг при строительной длине 1000 м и при рабочей температуре +50°C;
- внутреннее давление разрушения 25 МПа при рабочей температуре +50°C;
- внешнее давление разрушения 10 МПа при рабочей температуре +50°C;
- овальность трубы не более 0,6 мм;
- наружная и внутренняя поверхности должны сохранять целостность [4].

Для выполнения спуско-подъемных операций с применением полимерной трубы используется специальный каротажно-технический подъемник ПКС-5Г-Т [1]. Подъемник предназначен для проведения спуско-подъемных операций при геофизических исследованиях в горизонтальных и боковых стволах скважин, контроля за разработкой, исследования нагнетательных скважин, свабирования. ПКС-5Г-Т состоит из маты с верхним роликом, силового гидравлического барабана лебедки с полимерной трубой,

податчика (для подачи трубы в скважину и преодоления устьевое давления), противовыбросового оборудования с четырехплащечным превентором и герметизатором, приспособленным к полимерной трубе.

Полимерные трубы могут использоваться в обводняющихся газовых скважинах, играя роль центральной лифтовой колонны в технологии концентрического лифта (рис. 2). Труба грузонесущая включает в себя внутреннюю полимерную трубу, которая является непосредственным гидроканалом для транспортировки одно- или двухфазного потока. Основным элементом, воспринимающим радиальную нагрузку (внутреннее давление), является армирование 2, с помощью высокопрочной стальной ленты, наложенной с заданным шагом. Для обеспечения требуемой величины разрывного усилия (осевой нагрузки) применяются повивы брони 3 из высокоуглеродистой стали. Защита армирования от коррозии осуществляется с помощью наружной оболочки из полимерного материала 4.

Примером удачного применения гибкой грузонесущей полимерной трубы при эксплуатации скважин по КЛК является опыт ПАО «Газпром» на Уренгойском нефтегазо-конденсатном месторождении [5].

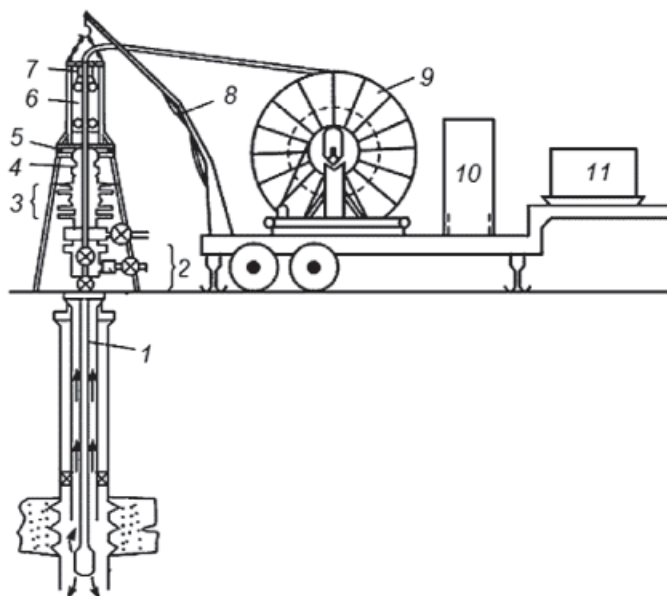


Рис. 1. Блок спецподъемника:

- 1 – труба грузонесущая; 2 – колонная головка; 3 – четырехплащечный превентор;
4 – сальниковая коробка; 5 – индикатор веса; 6 – инжекторная головка для подачи и извлечения колонны гибких труб; 7 – выпрямляющее устройство; 8 – подъемный кран инжектора;
9 – барабан с гибким НКТ; 10 – кабина управления; 11 – энергетический блок

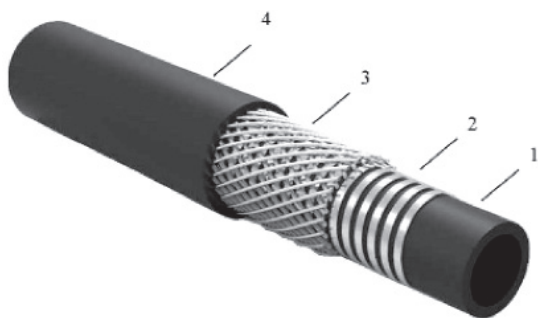


Рис. 2. Гибкая грузонесущая полимерная труба, применяемая в технологии концентрического лифта

Перевод скважины 514 на технологию удаления жидкости с помощью КЛК проводился без глушения, что позволило сохранить продуктивные характеристики призабойной зоны пласта, так как в роли центральной лифтовой колонны (ЦЛК) выступает гибкая полимерная грузонесущая труба, спуск которой осуществляется через лубрикатор. В качестве сталепolyмерной трубы выступает ТГ19/73-10/10-75, характеристики которой приведены в табл. 1.

Таблица 1
Технические характеристики трубы
ТГ19/73-10/10-75

Внутренний диаметр d , мм	49 _{-1,8}
Наружный диаметр, D , мм	73 ₋₂
Толщина стенки трубы грузонесущей, мм	12
Наружный диаметр внутренней трубы, D_n , мм	$58 \pm 0,95$
Шаг повива ленты, мм	$5 \pm 0,5$
Шаг проволок 1-го повива, мм	180 ± 5
Шаг проволок 2-го повива, мм	200 ± 5
Толщина стенки внутренней трубы l , мм	4,5
Овальность трубы грузонесущей, мм, не более	0,6
Расчетная масса 1 м трубы грузонесущей без наконечников, кг	3,3

Процесс реконструкции скважины заключался в спуске в основную лифтовую колонну диаметром 168 мм армированной полимерной трубы ниже башмака НКТ на 7 м, внешний диаметр которой равен 73 мм, внутренний – 49 мм. Затем на устье устанавливался технологический комплекс контроля и управления, позволяющий управлять параметрами эксплуатации скважины. Этот комплекс обеспечивал уровень необходимого дебита газа, требуемого для удале-

ния жидкости из ствола скважины в автоматическом режиме.

До спуска полимерной трубы скважина была оснащена НКТ диаметром 168 мм и имела следующие рабочие параметры:

Устьевое давление (P_y) = 1,41–1,65 МПа;

Температура на устье (t_y) = 3–6 °С;

Дебит (q_1) = 88–90 тыс. м³/сут [5, 6].

При проведении ГДИ на различных режимах эксплуатации выяснилось, что вынос жидкости на поверхность из скв. 514 обеспечивался при скорости 4,6 м/с для ЦЛК и межколонному пространству МКП. Эти скорости соответствовали дебиту по ЦЛК 600 м³/ч и по МКП – более 3700 м³/ч.

Скорости восходящего потока, полученные на режимах гидродинамических исследований скважин (ГДИС), скважины с КЛК, отражаются на рис. 3. Рассчитанные инженерами ПАО «Газпром» скорости при работе скважины по лифтовой колонне (ЛК) диаметром 168 или 114 мм приведены в табл. 2. Анализируя приведенные данные, можно сделать вывод, что стабильная работа скв. 514 невозможна без применения КЛК, так как при работе по лифтовым колоннам диаметром 168 мм скорость газа обеспечивает вынос жидкости лишь на режиме ГДИС с максимальной депрессией. При этом устойчивый вынос жидкости из скважины не обеспечивается на всех режимах для ЛК диаметром 114 мм.

Благодаря поддержанию дебита по центральной лифтовой колонне (ЦЛК) выше минимально необходимого скважина работала стабильно. Рис. 4 отражает данные по работе скважины.

Опираясь на опыт работы скв. 514 Уренгойского НГКМ, можно предположить, что данную технологию можно применять и для скважин, в которых спущена ЛК диаметром 146, 127 и 114 мм, с соответствующими радиусами грузонесущих труб 65, 58 и 52 мм. Технические характеристики данных труб, включая ТГ-49/73-150-115, представлены в табл. 3. Схожесть технических характеристик позволяет использовать трубы разных диаметров при одинаковых условиях.

На основе вышеизложенных умозаключений предлагается рассмотреть гипотетическое внедрение технологии эксплуатации по КЛК в скважине 113 Медвежьего месторождения. На 16.05.2013 скважина имела средний дебит 19,42 тыс. м³/сут. После чего была обработана присадкой марки FA 4275 дважды в течение семи суток. После обработки наблюдалось увеличение добычи газа и жидкости. Через двое суток после вторичной обработки

отмечена остановка скважины. Применение полимерной армированной грузонесущей трубы в такой скважине позволит увели-

чить скорость газа, соответственно и вынос жидкости с забоя, что в конечном итоге приведет к стабильной работе скважины.

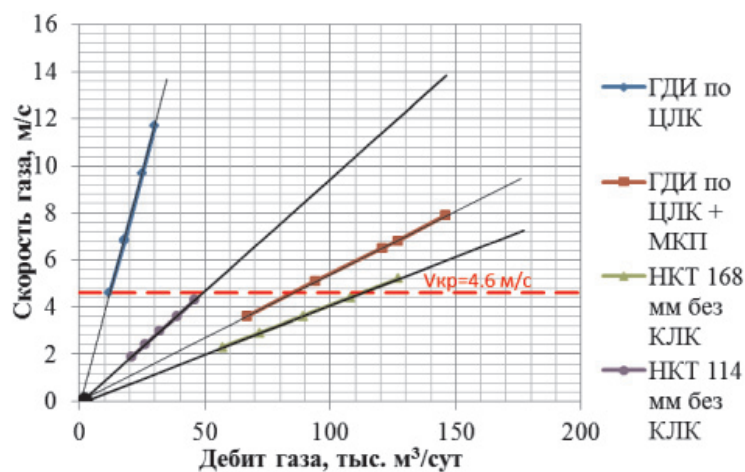


Рис. 3. Динамика дебита скв. 514, оборудованной КЛК

Таблица 2

Скорости восходящего потока на режимах ГДИ скв. 514 и оценочные скорости при возможной работе по НКТ 168 или 114 мм

P_y ЦЛК, МПа	ЦЛК 73/49 мм		P_y МКП, МПа	ЦЛК+МКП, $d_{экр} = 131 \text{ мм}$		P_y МПа	НКТ 168/150 мм		НКТ 114/100 мм	
	q_r , тыс. м³/сут	V , м/с		q_r , тыс. м³/сут	V , м/с		q_r , тыс. м³/сут	V , м/с	q_r , тыс. м³/сут	V , м/с
1,4	12	4,6	1,5	67	3,6	1,5	57	2,3	21	1,9
1,3	18	6,8	1,4	94	5,1	1,4	72	2,9	26	2,4
1,2	25	9,7	1,3	127	6,8	1,4	89	3,6	32	3,0
1,1	30	11,7	1,2	146	7,9	1,3	108	4,4	39	3,6
1,3	18	6,9	1,3	121	6,5	1,3	127	5,2	46	4,3

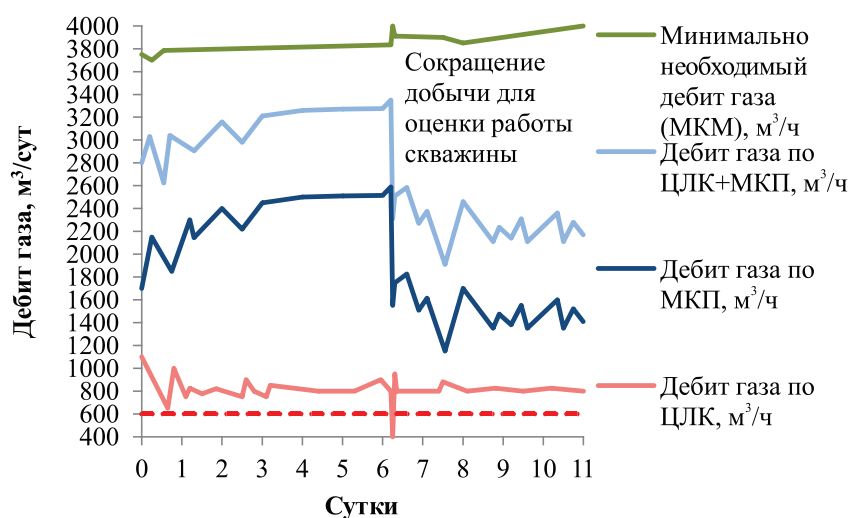


Рис. 4. Скорости газа в скв. 514 на режимах ГДИ

Таблица 3

Технические характеристики труб грузонесущих 73, 65, 58 и 52 мм

Наименование	ТГ-30/52-200-170	ТГ-35/58-200-170	ТГ-40/65-200-170	ТГ-49/73-150-115
Диаметр, вн/нар, мм	30/52	35/58	40/65	49/73
Разрывное усилие, кН	170	170	170	115
Относительное удлинение, м/км/кН	0,3	0,3	0,1	0,1
Мин. радиус изгиба, мм	1000	1160	1300	1400
Вес в воздухе, кг/км	2800	3300	3600	3300
Вес в воде, кг/км	1400	1600	1600	1450
Макс. давление, вн/нар, МПа	20/20	20/20	20/20	15/10
Макс. рабочая температура, °С	60	60	60	60

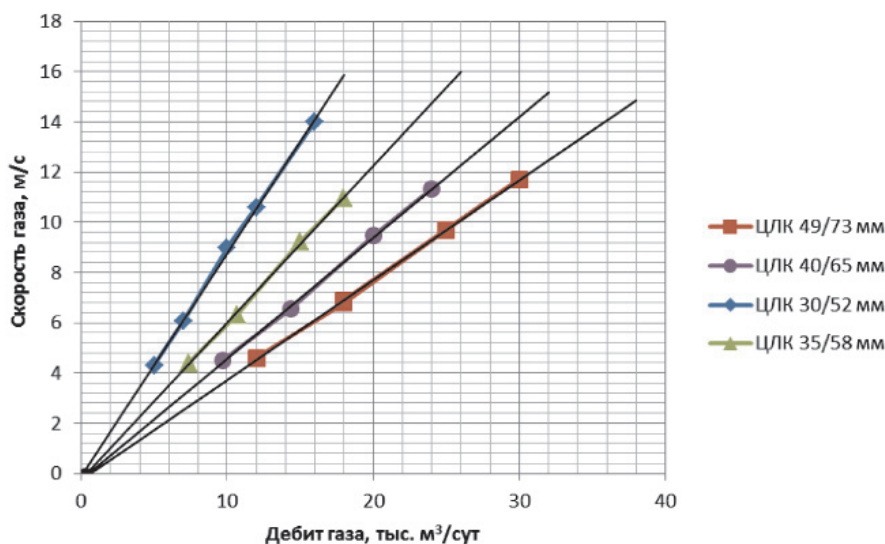


Рис. 5. Скорости газожидкостного потока в ЦЛК диаметром 73, 65, 58 и 52 мм

Результаты расчётов скорости газожидкостного потока в ЦЛК при гипотетическом использовании технологии КЛК отражены на рис. 5. Рассмотрена эксплуатация скважин с основной лифтовой колонной (ОЛК) диаметром 168, 146, 127 и 114 мм и грузонесущей трубой (ЦЛК) диаметром 73, 65, 58 и 52 мм соответственно. Прогноз основан на положительном опыте эксплуатации скв. 514 Уренгойского месторождения и расчете скорости газожидкостного потока при эксплуатации скв. 113 Медвежьего месторождения с ЛК 114 мм.

Анализируя выведенные графические зависимости, можно сделать вывод, что наибольшая скорость газа будет обеспечиваться даже при минимальном дебите, если

будут использоваться грузонесущие трубы меньшего диаметра. Выведенные зависимости могут использоваться при внедрении технологии КЛК на скв. 113 Медвежьего месторождения.

Таким образом, применение гибких сталеполимерных грузонесущих труб в нефтегазовой отрасли является очень перспективным направлением. Основным фактором, обуславливающим эффективность их использования, является возможность спуска грузонесущих труб без глушения скважины, что приводит к сокращению времени проведения работ и затрат, исключению отрицательного воздействия на призабойную зону пласта. Одним из потенциальных секторов

внедрения сталеполимерных труб является применение их при эксплуатации низкодебитных газовых скважин по технологии КЛК, которая позволяет своевременно удалять жидкость с забоя и продолжить стабильную добычу газа. Анализ положительного опыта работы скв. 514 Уренгойского НГКМ по вышеупомянутой технологии позволяет прогнозировать эффект от эксплуатации по КЛК других низкопродуктивных скважин сеноманских залежей. Рассмотренное гипотетическое внедрение данного способа на скв. 113 Медвежьего месторождения демонстрирует обеспечение необходимой скорости газа для выноса жидкости с забоя. Приведенные зависимости скоростей газожидкостного потока от диаметра спущенной колонны будут полезны при рекомендации использования КЛК в качестве геоло-

го-технического мероприятия по поддержанию работы данной скважины.

Список литературы

1. Бурмистров А.А. Опыт использования спецподъемников со сталеполимерной трубой на нефтяных и газовых скважинах // Нефть. Газ. Новации. – 2014. – № 11. – С. 79–82.
2. Епрынцева А.С. Разработка технико-технологических решений по эксплуатации скважин газовых месторождений на стадии падающей добычи: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Тюмень, 2012. – 173 с.
3. Колмаков А.В., Кротов П.С., Кононов А.В. Технологии разработки сеноманских залежей низконапорного газа. – СПб.: ООО «Недра», 2012. – 176 с.
4. Минликаев В.З. Технология и комплекс оборудования для спуска лифтовых колонн в скважины без глушения // Нефть. Газ. Новации. – 2014. – № 4. – С. 109–114.
5. Минликаев В.З., Дикамов Д.В., Мазанов С.В., Корякин А.Ю., Донченко М.А. Опыт эксплуатации скв. 514 сеноманской залежи Уренгойского НГКМ, оборудованной концентрическими лифтовыми колоннами // Газовая промышленность. – 2015. – № 5. С. 29–33.
6. Робин А.В. Способ проектирования систем комплексной безопасности объекта // Патент России № 44782.2004.

УДК 551:574.24+58.051

ВЛИЯНИЕ АБИОТИЧЕСКОГО СТРЕССА НА РОСТ РАСТЕНИЙ**¹Сукиасян А.Р., ¹Тадевосян А.В., ²Симонян Г.С., ²Пирумян Г.П.**¹*Национальный политехнический университет Армении, Ереван,
e-mail: sukiasyan.astghik@gmail.com;*²*Ереванский государственный университет, Ереван*

Абиотический стресс, вызванный ограничением поступления воды в растение, вызывает определенные физиологические изменения в высших растениях, замедляя их рост и продуктивность. При этом адаптационные механизмы растений регулируют вызванные изменения путем ограничения потери воды с поверхности листьев (транспирация). В работе рассмотрены вопросы экологической адаптации растений в зависимости от доступности воды. Приведены результаты по транспирации с учетом степени засухи. Изучены кинетические параметры роста растения в условиях моделируемой засухи. Обнаружена корреляционная связь между скоростью роста образцов и засухой. Показано, что величина транспирации может быть использована в качестве критерия при оценке последствий абиотического стресса на ряд физиологических показателей роста растения. По изменению величины тургора оценивается количество поступившей воды в растительную клетку.

Ключевые слова: экология, растение, засуха, транспирация, тургор

IMPACT OF ABIOTIC STRESS ON GROWTH OF PLANT**¹Sukiasyan A.R., ¹Tadevosyan A.V., ²Simonyan G.S., ²Pirumyan G.P.**¹*National Polytechnic University of Armenia, Yerevan, e-mail: sukiasyan.astghik@gmail.com;*²*Yerevan State University, Yerevan*

Abiotic stress caused by the limitation of the water entering the plant causes some physiological changes in higher plants, slowing their growth and productivity. These adaptation mechanisms plant regulates by the changing caused by limiting water loss from the surface of the leaves (transpiration). The paper discusses the issues of environmental adaptation of plants, depending on the availability of water. Results for transpiration according to the degree of drought were calculated. The kinetic parameters of plant growth under conditions of simulated drought were presented. It were detected a correlation between the rate of growth patterns and drought. It is shown that the value of transpiration can be used as a criterion in the assessment of the effects of abiotic stress on a number of physiological parameters of plant growth. By changing the value of turgor estimated amount of water received in the plant cell.

Keywords: ecology, plant, drought, transpiration, turgor

Рост растений в различных геоэкологических условиях позволяет получать информацию о качестве среды произрастания. Армения отличается большим разнообразием геоэкологических зон, интенсивная эксплуатация природных ресурсов в которых в последнее время вызывает определенные риски для окружающей среды. В числе объектов пролонгированного использования природных ресурсов следует отметить горные реки. С другой стороны, присущий данному региону абиотический стресс засухи вносит свои коррективы: Армения занимает 22-е место в списке из 33 стран, которым грозит засуха в течение ближайших 25 лет, отмечается в докладе Всемирного института ресурсов [8].

Засуха способна ограничивать рост растения, вызывая отличия между средним уровнем продуктивности растения в странах с сухим континентальным климатом [5]. При этом снижение доступности воды в почве приводит к уменьшению водного потенциала, который и указывает направление

движения воды в почве или в системе растения, а следовательно, и смещение воды в/из растительной клетки.

Известно, что процессы, при помощи которых растительная клетка контролирует рост и формирование, являются результатом тургора и обусловлены напряжением и релаксацией клеточных стенок [4]. Поэтому количественное увеличение воды в клетке приводит к возрастанию объема вакуолей, и, как следствие, клеточный сок давит на цитоплазму, прижимая к клеточной оболочке.

Очевидно, что определение величины тургора прежде всего актуально при экологических исследованиях, так как возможно оценить максимальную способность растения поглощать воду из почвы и удерживать ее. В этом контексте величина тургора может являться одной из геоэкологических характеристик зоны произрастания данного вида растения.

Целью представленной работы является изучение вопросов экологической

адаптации, вызванное ограниченным количеством воды в почве для растения кукурузы.

Материалы и методы исследования

В качестве объекта исследования были выбраны инбредные линии кукурузы В73 [3] (контроль – образец 5) и армянской популяции ползузубовидной кукурузы. Последние отличаются по основному ареалу произрастания растения на территории Армении. Три образца растения распространены в Лорийском районе Армении вблизи реки Дебет (Шнох – образец 1, Техут – образец 2, Одзун – образец 3) и одно растение – в Армавирском районе Армении вблизи реки Аракс (Ушакерт – образец 4).

Для определения скорости роста растения каждый день измеряли длину его пятого листа. Все образцы растения кукурузы были выращены в камере с контролируемыми климатическими условиями (16 часов день/8 часов ночь, соответственно 25/18°C; влажность 20%; фотосинтетически активная радиация 300 мЕ·м⁻²·с⁻¹). Контрольные вазоны с семенами поливали ежедневно, поддерживая относительную влажность почвы (ОВП) в вазонах 54%. При моделировании сильного водного стресса ОВП почвы поддерживали на уровне 34% (листья увядали в течение дня).

После заметного снижения скорости роста пятого листа во всех образцах определяли общее содержание воды (транспирация). С этой целью срезали всю надземную часть растения, взвешивали и помещали в термостат до полного испарения влаги при температуре +70°C на 72 часа и затем образцы снова взвешивали. Транспирационный коэффициент определяли по разнице сырого и сухого веса.

Для измерения величины осмотического потенциала воды потенциометрическим методом с помощью прибора PSYPRO (WESCOR Inc.) посредством измерения относительной влажности воздуха над образцом в закрытой камере, который оснащен датчиком С-52 (WESCOR Inc., Logan, UT, США). При равновесии температур относительная влажность воздуха равна значению водного потенциала. В начале в измерительную камеру помещали свежесрезанный сегмент листа растения. Затем данный образец

был немедленно заморожен помещением в жидкий азот при температуре. Спустя 10 минут образец снова помещался в измерительную камеру и измерялся его осмотический потенциал. Величину тургора в МПа определяли разностью водного и осмотического потенциалов. Все проведенные эксперименты имели 10 биологических и 3–5 технических повторностей. Результаты были обработаны с помощью программы MatLab [9].

Результаты исследования и их обсуждение

В наших исследованиях была поставлена цель выяснить возможные механизмы водопоглощения растениями в различных экологических зонах их произрастания с учетом эффекта засухи.

В начальной стадии экспериментов была определена скорость роста растений по изменению длины его пятого листа. Она измерялась ежедневно в одно и то же время и рассчитывалась как степень удлинения листа (СУЛ) во время стационарного роста растения в течение трех дней после появления.

Полученные результаты представлены на рис. 1, согласно которым армянские образцы отличались по скорости произрастания по сравнению с контролем В73.

Условно их можно разделить на две группы: быстро (образцы 2 и 3) и медленно (образцы 1 и 4) растущие. Значение СУЛ для растений из первой группы превышало значение по сравнению с контролем (образец 5) в среднем на 38%, а для второй группы изменение было незначительным. Умеренный стресс вызвал замедление роста у армянских образцов, но, по сравнению с контролем, все же СУЛ было больше в среднем на 15%. При сильной засухе наблюдалось снижение скорости

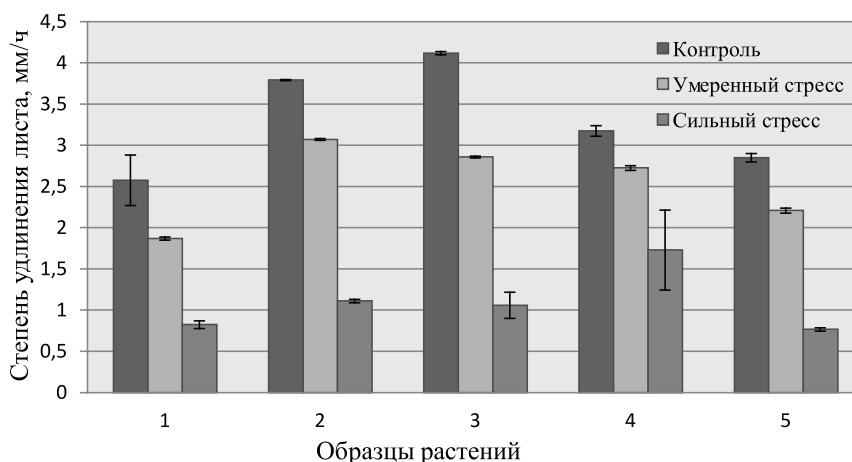


Рис. 1. Скорость роста растений при моделируемой засухе:
1 – образец растения из Шноха; 2 – образец из Техута; 3 – образец из Одзуна;
4 – образец из Ушакерта; 5 – контрольный образец В73

роста у всех образцов, хотя по сравнению с контрольным растением значение СУЛ уменьшилось в среднем на 4 %. Совершенно иная ситуация наблюдается у образца 4. В обоих случаях моделируе-

мой засухи скорость его роста составила в среднем 37%. Анализ полученных результатов указывает, что засуха изменяет морфологические показатели у растений, однозначно замедляя их рост.

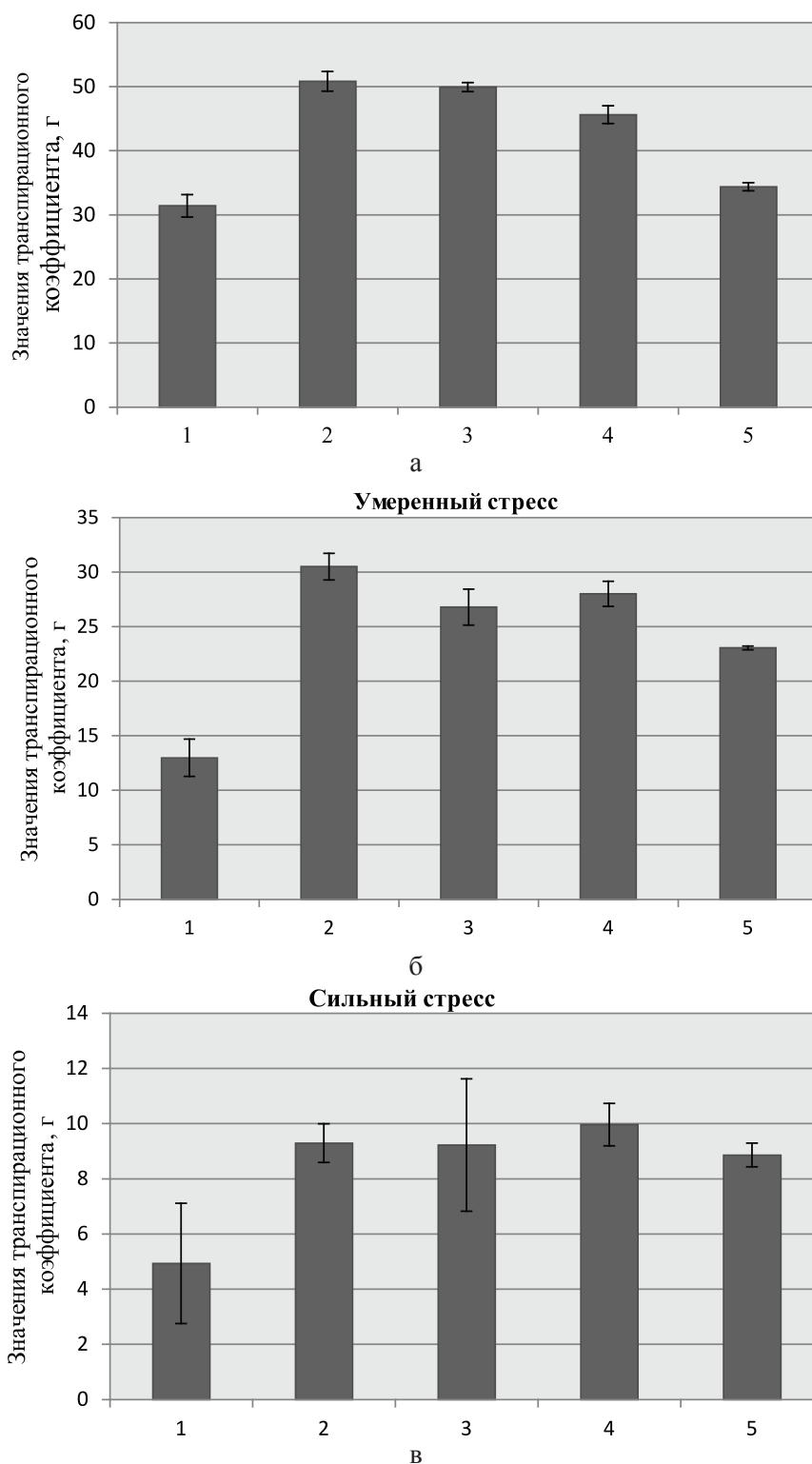


Рис. 2. Значения транспирационного коэффициента для образцов кукурузы при моделируемой засухе (обозначение образцов по рис. 1)

Известно, что засуха приводит к дефициту воды, который определяется как дисбаланс между наличием количества воды как в почве, так и ее испарением с поверхности растения [5]. В дальнейших экспериментах было определено значение транспирационного коэффициента, позволяющего оценить количество поглощенной воды надземной частью растения. Полученные результаты представлены на рис. 2, согласно которым, вне зависимости от условий моделируемой засухи, поглощение влаги надземной частью у всех образцов было почти одинаковым и составляло при контрольном условии эксперимента 88 % (рис. 2, а), в случае умеренного стресса 86 % (рис. 2, б), а при жестком стрессе – 76 % (рис. 2, в).

Очевидно, что абиотический стресс – засуха почвы способствует снижению общего содержания влаги в надземной части растений в целом на 39 % при умеренной засухе (рис. 2, б) и на 77 % при сильной засухе (рис. 2, в). После удаления влаги из образцов эти цифры уменьшаются и соответственно составляют 28 и 57 %.

Засуха генерирует физиологические изменения в клетках высших растений, регулируя осмотический потенциал клеток листьев при ограничении доступа воды.

Рост растений обусловленный поглощением воды, регулирует эластичность клеточных стенок [5]. Растения, подверженные дефициту воды, проявляют морфологические изменения, которые являются резуль-

татом деформации их клеточной стенки [1]. Вероятно, именно засуха вызывает уменьшение толщины стенок клетки, предотвращая адаптацию гидравлической системы при стрессе [7, 10].

Исходя из вышесказанного была определена величина тургора как разница значений водного и осмотического потенциалов свежесрезанного 5-го листа кукурузы при тех же условиях моделируемой засухи. Результаты представлены на рис. 3, согласно которым абиотический стресс вызвал неодинаковую реакцию.

Сильный стресс, связанный с минимальным количеством поглощаемой воды, вызывает упругие деформации и/или прижимающие к упругой деформации. Расширение стенок клетки было больше, когда уровень стресса растений увеличился. Тургор, являясь наиболее важным параметром, контролирует расширение клеток растений. Это может быть связано с разницей в концентрации растворенных в воде веществ между внутренней и внешней сторонами клетки. Действующее на клеточную стенку давление противодействует внутренней силе клетки, и, как следствие этого, клетка находится в состоянии растяжимого напряжения [4, 10].

Тем не менее при росте стенка растительной клетки расширяется за счет тургора, и всякий раз, когда концентрация растворенных веществ в растительной клетке возрастает, давление повышает тургор.

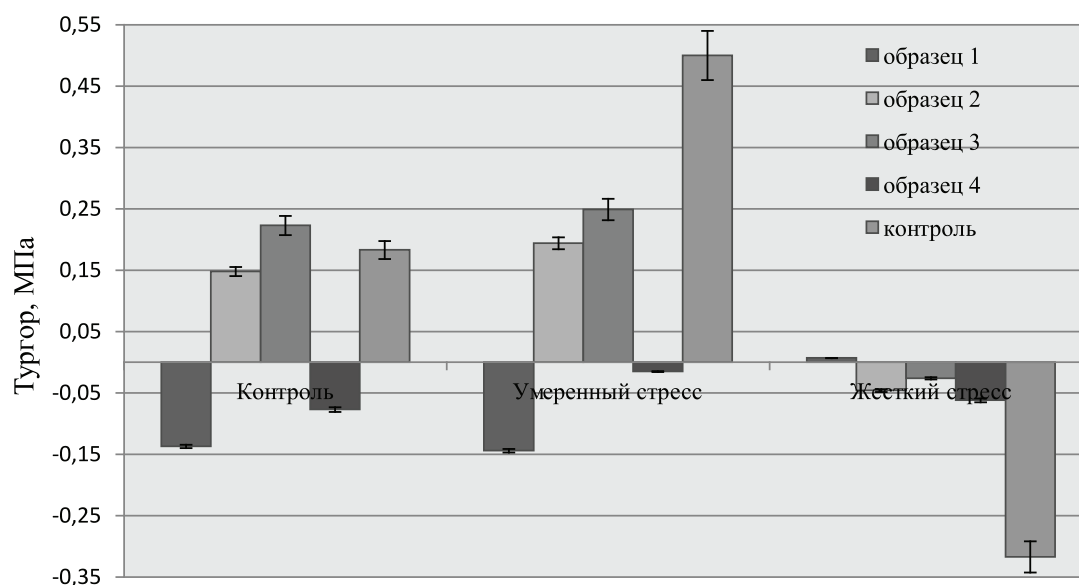


Рис. 3. Сравнение величины тургора при моделируемой засухе в образцах кукурузы: 1 – образец растения из Шноха; 2 – образец из Техута; 3 – образец из Одзуна; 4 – образец из Ушакерта; 5 – контрольный образец В73.

Очевидный факт, что рост растений обусловлен рядом процессов, основой для которых являются поглощение воды и необратимое расширение клеточной стенки. В данном контексте засуха/обезвоживание вне зависимости от природы своего происхождения приводит к стрессу – дефициту воды, который определяется как дисбаланс между наличием воды в почве и испарением. При этом, являясь одним из главных экологических стрессов, засуха способствует замедлению роста растений и продуктивности.

Засуха порождает физиологические изменения в высших растениях, включая потерю тургора, осмотического регулирования и водного потенциала листьев. Отсюда можно заключить, что тургор является той физической силой (давлением), которая и способна вызвать расширение растительной клетки, следовательно, является решающим фактором в регуляции клеточного роста. Во время понижения тургора, вызванного засухой, наблюдается снижение, а в некоторых случаях и прекращение роста растения путем уменьшения растяжимости и расширения его клеток [4]. Механизм этого явления заключается в том, что морфологические изменения в растениях, подвергнутых воздействию дефицита воды, являются результатом изменений клеточных стенок растений. При засухе у саженцев *Picea mariana* наблюдалось уменьшение толщины клеточной стенки, обусловленное более низким выделением углерода до формирования клеточной стенки, приводящее к торможению адаптационных гидравлических систем при дефиците воды [2]. Хотя следует четко прояснить, что расширение клетки происходит только тогда, когда тургор больше пороговой текучести клеточной стенки. Например, при низких температурах дефицит воды вызывает скручивание листьев, что было связано с фенол-составляющими компонентами клеточной стенки [2]. Хотя механизм адаптации растения допускает потерю опреде-

ленного количества воды, но при транспирации с поверхности листьев.

Таким образом, величина тургора позволит оценить количество поступившего растворенного в воде вещества в клетку. Очевидно, что транспирация регулируется водой и будет напрямую регулироваться доступностью последней в клетку. Так как растворенные вещества разбавляются в поступающей воде, клетка начинает расширяться и достигать равновесного состояния, при котором укрепляются ее стенки. Данные изменения отображаются и на физиологическом уровне, регулируя скорость роста растения.

Список литературы

1. Киракосян А.А., Сукиасян А.Р. Использование языка MATLAB в качестве экспресс-метода оценки экспериментальных результатов // Межд. молодежная конф. Информационные технологии. – Ереван: Армения, 2005. – С. 34–37.
2. Balducci L., Deslauriers A., Giovannelli A., Beaulieu M., Delzon S., Rossi S. Rathgeber C.B.K. How do drought and warming influence survival and wood traits of *Picea mariana* saplings? // J. Exp. Bot. – 2014. – Vol. 4. – P. 1–13.
3. Beemster G.T.S. et al. Cell cycle: The key to plant growth control? // Trends in Plant Science. – 2003. – Vol. 8. – P. 154–158.
4. Bray E.A. et al. Responses to abiotic stresses // In W. Gruissem, B. Buchanan, R. Jones Biochemistry and Molecular Biology of Plants. American Society of Plant Physiologists, Rockville, MD. – 2000. – P. 1158–1249.
5. Cruz de Carvalho et al. Drought stress and reactive oxygen species // Plant Signal Behav. – 2008 – March – Vol. 3(3) – P. 156–165.
6. Ingram J., Bartels D. The molecular basis of dehydration tolerance in plants // Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol. – 1996. – № 47. – P. 377–403.
7. Michael D. McMullen et al. Genetic Properties of the Maize Nested Association Mapping Population // Science. – 2009. – Vol. 325 (737). – P. 737–740.
8. Ranking the World's Most Water-Stressed Countries in 2040 / Maddocks A. [et al.]. – 2015. – August 26. – <http://www.wri.org/blog/2015/08/ranking-world%E2%80%99s-most-water-stressed-countries-2040>.
9. Strable J., Scanlon M. Maize (*Zea mays*): A Model Organism for Basic and Applied Research // Cold Spring Harb Protoc. – 2009.
10. Xianjun P. et al. Improved drought and salt tolerance of *Arabidopsis thaliana* by transgenic expression of a novel DREB gene from *Leymus chinensis* // Plant Cell Rep. – 2011. – Vol. 30 (8). – P. 1493–502.

УДК 911

**УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ РЕКРЕАЦИОННОГО КОМПЛЕКСА
ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ****¹Третьякова О.В., ²Соконова Е.Ю.**¹*Тюменский индустриальный университет, Тюмень, e-mail: 33909074@mail.ru;*²*Тюменский государственный университет, Тюмень, e-mail: e.y.sozonova@utmn.ru*

Актуальность исследования заключается в том, что сегодня происходит построение принципов функционирования рекреации в стране и мире. Развивается система общественных отношений, устанавливаются взаимосвязи между участниками как единого социального пространства, так и обособленной административной территории. Изучение и дальнейшее управление данными процессами связано с возможностью устойчивого развития территории. Ввиду этого социальное пространство региона можно изучать с разных сторон, становление рекреации определяется как наиболее перспективная сфера с точки зрения формирования территории Тюменской области. В работе рассматриваются основные положительные и отрицательные эффекты развития рекреации и туризма в регионе. В статье описаны основные природные лечебные факторы, используемые в рекреационных целях. Отмечены предпосылки для дальнейшего развития крупного рекреационного комплекса Тюменской области.

Ключевые слова: рекреация, туризм, устойчивое развитие, санаторно-курортный комплекс, Тюменская область

**SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF RECREATIONAL FACILITIES
IN THE TYUMEN REGION****¹Tretyakova O.V., ²Sozonova E.Yu.**¹*Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «Industrial University of Tyumen», Tyumen, e-mail: 33909074@mail.ru;*²*Tyumen State University, Tyumen, e-mail: e.y.sozonova@utmn.ru*

The relevance of the study lies in the fact that, today, the construction of principles of operation of recreation in the country and the world. Develops a system of social relations, some relationships are established between the participants, as a single social space and a separate administrative territory. Further study and data management processes associated with the possibility of sustainable development of the territory. In view of this, the social space of the region can be explored from different angles, the formation of the recreation, is defined as the most promising area from the point of view of the formation of the territory of the Tyumen region. The paper examines the main positive and negative effects of developing of recreation and tourism in the region. The article describes the main natural therapeutic factors used for recreational purposes. The preconditions for the further development of a large recreational complex of the Tyumen region.

Keywords: recreation, tourism, sustainable development, sanatorium-resort complex, the Tyumen region

Современные мировые тенденции требуют пересмотра ключевых факторов развития социального пространства. Сегодня происходит формирование новых принципов управления разных уровней, постоянно развивается система общественных отношений, устанавливаются взаимосвязи между участниками как единого социального пространства, так и обособленной административной территории. Потребности изучения и управления данными процессами связаны с возможностью перспектив развития территории. В связи с этим социальное пространство территории можно рассматривать с разных сфер [3, 130; 6, 94]. Эволюция рекреационного комплекса представляется как наиболее перспективная сфера с точки зрения устойчивого развития как Тюменской области, так и страны в целом.

В докладе «Наше общее будущее», подготовленном в 1987 году Комиссией Г.Х. Брундтланд, дано следующее опреде-

ление: «Устойчивое развитие – это такое развитие, которое удовлетворяет потребности настоящего времени, но не ставит под угрозу способность будущих поколений удовлетворять свои собственные потребности. Оно включает два ключевых понятия:

– понятие потребностей, в частности потребностей, необходимых для существования беднейших слоев населения, которые должны быть предметом первостепенного приоритета;

– понятие ограничений, обусловленных состоянием технологии и организацией общества, накладываемых на способность окружающей среды удовлетворять нынешние и будущие потребности» [8, 13].

Цель работы заключается в оценке рекреационного потенциала Тюменской области.

В 1969 г. В.С. Преображенским и Л.И. Мухиной сформулировано понятие модели рекреационной системы, при этом было подчеркнуто, что рекреационная

деятельность происходит в условиях системной организации.

Территориально-рекреационная система (TPC) – это социальная географическая система, которая состоит из взаимосвязанных компонентов (подсистем): природных и культурных комплексов, технических сооружений и органов управления, отдыхающих, обслуживающего персонала [2, с. 8].

Объектом исследования является рекреационный комплекс региона как основная часть территориально-рекреационной системы Тюменской области (без автономных округов). В современной отечественной литературе нет точного определения понятия рекреационный комплекс. В работе рекреационный комплекс рассматривается как совокупность природных и культурных рекреационных ресурсов, санаторно-курортных учреждений, туристских предприятий, а также других предприятий сферы услуг, обеспечивающих комфортный отдых.

Тюменская область располагает ресурсами подземных минеральных лечебных вод: хлоридные натриевые бромные и йодобромные воды с широким диапазоном минерализации: от 5–10 до 30–40 г/дм³. Для питьевого лечения используются минеральные воды с минерализацией до 15 г/дм³; более высокоминерализованные воды (20–40 г/дм³) являются ценным лечебным средством для бальнеотерапии. Во всех крупных городах области действуют водолечебницы и плавательные бассейны с минеральной водой. Выпускаются столовые минеральные воды «Тюменская», «Тараскульская», «Исетская». В бальнеологическом отношении изучено 15 озер (Большой и Малый Тараскуль, Ахманка, Тулубаево, Лебяжье и др.), содержащих сапропелевые лечебные грязи, сапропели бессульфидные, пресноводные. В 267 озерах Тюменской области имеются залежи сапропеля, из них 174 – оценены и разведаны (Сундукуль, Айгинское, Мерген и др.). Месторождения региона, особенно Малый Тараскуль, располагают большими запасами сапропелей [5, с. 57].

В Тюменской области существуют предпосылки для создания и развития крупного рекреационного комплекса:

1. Сегодня на рынке санаторно-курортных услуг предложение ограничено. В среднем только 2,9–3,5% населения ежегодно лечатся и отдыхают у себя дома, в Тюменской области.

2. Действующие санатории почти не имеют конкурентов, получают значительную долю отдыхающих через систему государственного заказа.

3. На тюменском рынке практически отсутствуют предложения загородных отелей. Имеющиеся базы отдыха (исторически так сложилось) специализируются на отдыхе выходного дня.

4. Вновь организованные и открытые базы отдыха из-за отсутствия маркетинговой политики не занимаются продвижением своих услуг.

5. У жителей области есть интерес к «водному» отдыху и развлечениям. Однако у нас нет аквапарка, подобного аквапарку «Лимпопо» в Екатеринбурге. Предложения услуг в SPA-отелях минимальны.

6. В основном жители области предпочитают отдыхать на зарубежных курортах или отправляются «на землю».

7. Горячие минеральные источники пользуются спросом у жителей соседних областей, Свердловской, Омской и Челябинской [7, с. 117].

На Всемирной встрече на высшем уровне по устойчивому развитию в Йоханнесбурге (2002 г.) было отмечено, что реализация концепции мирового устойчивого развития тесно связана с развитием туризма, ориентирующегося на рациональное природопользование. При этом устойчивое развитие туризма обеспечивает единство трех составляющих:

– экологическая устойчивость за счет развития туризма и рекреации в гармонии с основными экологическими процессами;

– экономическая устойчивость благодаря доходам от туризма как эффективной отрасли местной экономики;

– социально-культурная устойчивость, позволяющая повысить занятость и доходы населения регионов, сохранить историко-культурные памятники, укрепить местную самобытность и сложившийся уклад жизни [8, с. 28].

Рассмотрим основные положительные и отрицательные эффекты развития рекреации и туризма в Тюменской области.

Рекреация и туризм помогают сохранению окружающей среды. Происходит «экологизация» всех отраслей экономики. В Тюменской области большое внимание уделяется охране окружающей среды, поддержке особо охраняемых природных территорий, охране редких видов животных и растений, а также экосистем. Однако существует целый ряд отрицательных внешних факторов развития рекреации: интенсивное и не всегда рациональное использование природных ресурсов, загрязнение окружающей среды (табл. 1).

Таблица 1

Экологические эффекты развития рекреации Тюменской области [4, с. 71]

Положительные	Отрицательные
1. Облагораживание заброшенной территории. Создание аттрактивного облика городов для привлечения туристов путем облагораживания заброшенных территорий в черте города Тюмени – набережная р. Тура, парки, зоны отдыха и заброшенные территории за пределами города (санатории, усадьбы, пляжи, базы отдыха: «Кулига Парк», «Лагуна», «Радуга» и др.). 2. Поддержка и развитие охраняемых территорий. В области учреждены 95 особо охраняемых природных территорий регионального значения (36 заказников, 58 памятников природы и полигон экологического мониторинга), общая площадь которых составляет 824,5 тыс. га. Постановлением Правительства Тюменской области 12.09.2011 утверждена Схема развития системы особо охраняемых природных территорий регионального значения Тюменской области на 2011–2014 гг.: для государственных нужд для создания ООПТ зарезервированы 39 земельных участков общей площадью 1073230,5 га, на которых расположены уникальные, эталонные, особо ценные природные комплексы и компоненты. Восьми участкам общей площадью 7492,1 га уже присвоен статус особо охраняемых природных территорий. 3. Рационализация землепользования. В Тюменской области выделено 30 природно-экономических районов, объединенных в два «блока». В состав первого вошли отрасли традиционного природопользования, второго – индустриального комплекса. Предложенная группировка районов по видам землепользования дает возможность учесть их специализацию, определить пути рационализации землепользования с учетом географических условий местности, соблюдения природоохранных норм и требований. В 2006 году в рамках реализации федеральной целевой программы «Сохранение и восстановление плодородия почв земель и агроландшафтов как национального достояния России на 2006–2010 годы» были выполнены работы по реконструкции каналов протяженностью 14,9 км, построено 11 трубчатых переездов, проведена корчевка кустарника и мелколесья на площади 3 га. 4. Охрана редких видов и экосистем. Созданы комиссии по охране и восстановлению редких и находящихся под угрозой исчезновения животных, растений, грибов; создана региональная Красная книга. Комплексные ботанико-зоологические экспедиции в лесостепь и южно-таежную подзону, проведенные под эгидой изучения биоразнообразия и выявления популяций видов, нуждающихся в охране, координировались и финансировались департаментом по охране окружающей среды администрации области	1. Интенсивное использование водных ресурсов для обеспечения гостиниц бассейнов. Воды Тюменской области загрязнены повсеместно. Даже в заповедных зонах, вдали от промышленной деятельности, качество речных и озерных вод не всегда отвечает стандартам. Это связано с природными факторами. Воды Тюменской области богаты железом, содержание которого может превышать предельно допустимую концентрацию (ПДК) в 20–50 раз, марганцем (до 50–75 ПДК), цинком (до 20 ПДК), медью (до 10 ПДК). На достаточно низкогокачественный фон накладывается антропогенное загрязнение. 2. Истощение земельных ресурсов в результате строительства зданий гостиниц т.д. Из-за рубок для предоставления площадей под рекреацию происходит резкое сокращение старовозрастных лесов, представляющих особую ценность с точки зрения биологического разнообразия. В результате недоруба расчетной лесосеки в труднодоступных районах и переруба на освоенных землях происходит общее сокращение площади лесов, а также истощение земельных ресурсов. 3. Увеличение загрязнения атмосферы, воздействие на биологическое разнообразие. Интенсивное освоение Западно-Сибирского нефтегазового комплекса на территории Тюменской области является мощным фактором развития отраслей народного хозяйства и одновременно оказывается сильнейшее отрицательное воздействие на окружающую среду, которому подверглись все природные сферы: повысился уровень загрязнения; наблюдается деградация экосистем и целых биогеоценозов; научно необоснованная и слабо контролируемая эксплуатация биологических ресурсов привела к снижению численности животных, рыбных запасов, площади лесов

Рекреация и туризм способствует стабильному экономическому развитию нашего региона. Формируя рекреационные зоны, предлагая качественные услуги, область получает доходы от реализации туристского продукта. Создаются новые рабочие места не только в туристской индустрии, но и на предприятиях

строительной отрасли, предприятиях, предоставляющих услуги и продающих товары. В области реализуются инвестиционные проекты. Негативные экономические эффекты: рост цен на основные товары и услуги, затраты на развитие туристской инфраструктуры за счет местных бюджетов (табл. 2).

Таблица 2

Экономические эффекты развития рекреации Тюменской области [4, с. 71]

Положительные	Отрицательные
1. Увеличение доходов, поступающих в регион от развития туризма и рекреации. Поступления доходов в бюджеты региона и муниципалитетов через налоги от деятельности санаториев, баз отдыха, лечебниц и т.д. Оценочное значение совокупных расходов туристов в Тюменской области в 2013 году составило почти 12 млрд рублей, что выше значения предыдущего года на 11,7%, рост за 3 года составил 58,1%. 2. Создание новых рабочих мест. Число занятых в сфере туризма с 2007 года увеличилось почти на 35% (5,7 тыс. новых рабочих мест), что является высоким показателем развития отрасли. Всего в Тюменской области в туристской отрасли задействовано около 22 тыс. человек. Развитие в районе туристических направлений поможет развитию целого ряда сопутствующих услуг, что в свою очередь приведет к созданию новых рабочих мест. Уменьшается количество безработных. Идет увеличение общей численности занятых в сфере туризма. 3. Мультипликативное воздействие на экономику. Развитие делового туризма за счет нефтегазовой промышленности. В целях развития делового туризма в Тюменской области в 2011 году открыты три гостиницы в городе Тюмени: «Арена» (24 номера), «Спаская» (84 номера) и «Грин-хаус» (40 номеров) в 2013 отель бренда «Mercure», многофункциональный комплекс «ARSIB TOWER», гостиница «DominaHotelTyumen», гостиница «Тюменьспорт» для спортсменов. 4. Привлечение инвестиций в развитие инфраструктуры. Примеры межрегионального сотрудничества – это Царские дни, паломнические туры. Перспективное сотрудничество с Ямалом в круизных маршрутах. В регионе реализуется большое количество инвестиционных проектов в сфере придорожного сервиса, на сегодняшний день более 30 таких проектов находится в стадии реализации, общее количество создаваемых рабочих мест – свыше 700 единиц	1. Увеличение затрат на развитие инфраструктуры за счет местных бюджетов. Утвержденный объем бюджетных ассигнований на реализацию государственной программы Тюменской области «Основные направления развития внутреннего и въездного туризма» в 2014 году составил 6 815,00 тыс. рублей. 2. Сезонность туризма. Рекреационный комплекс региона в основном ориентирован на летний сезон, что отрицательно сказывается на доходах отрасли, а также снижение числа занятых в данной сфере в низкий сезон. 3. Несоответствующая современным требованиям материально-техническая база. Развитие внутреннего и въездного туризма тормозится, т.к. существует слабая обеспеченность информационными технологиями, низкий уровень развития туристских маршрутов в области, не отвечающий современным требованиям уровня оказываемых сервисных услуг. Тюменская область остро испытывает недостаток выставочных площадей. В настоящее время в областном центре действует один выставочный комплекс «Тюменская ярмарка». В год данный комплекс проводит около 40 выставок

Развитие рекреации помогает сохранению культурно-исторических ресурсов, сближению культур народов, проживающих в области, созданию рабочих мест, улучшению качества жизни. Существуют и отрицательные социальные последствия: изменяется жизнь и традиционный быт коренных и малочисленных народов, проживающих в области, появляются вредные привычки, несвойственные местному населению (табл. 3).

Результаты исследования были опубликованы в сборниках научных статей и представлены на научно-практической конфе-

ренции «Современные проблемы науки туриндустрии» (г. Челябинск) [4, с. 71].

Выводы

В статье отмечены предпосылки для устойчивого развития рекреационного комплекса Тюменской области. Однако необходима дальнейшая работа в области управления рекреационными ресурсами. Для минимизации отрицательного экологического воздействия надо внедрять новейшие ресурсосберегающие технологии и технические средства, которые помогут

Таблица 3

Социально-культурные эффекты развития рекреации Тюменской области [4, с. 71]

Положительные	Отрицательные
1. Обеспечение культурного обмена между народами: В Тюменской области проходят, ставшие традиционными, Дни культуры коренных малочисленных народов Севера. 2. Укрепление местных сообществ за счет сохранения и развития различных фестивалей местной культуры; повышение образовательного, культурного и духовного уровня населения: Творческие форумы проводятся с целью сохранения и развития уникальной самобытной культуры народов Севера, а также привлечения внимания общественности к вопросам сохранения и развития традиционного уклада жизни этих народов. Центр творческого развития и гуманитарного развития «Этнос» не первый год организуют мероприятия, мастер-классы по декоративно-прикладному творчеству северных народов для укрепления местных сообществ, а также повышения образовательного, культурного и духовного уровня населения. Одним из значимых мероприятий является научно-практическая конференция «Северные народы Тюменской области: проблемы правового обеспечения», которая проходит на базе Института проблем освоения Севера. Конференция посвящена взаимодействию общественных организаций коренных народов Севера с органами законодательной и исполнительной власти, предприятиями топливно-энергетического комплекса по вопросам социально-экономического и этнокультурного развития коренных малочисленных народов, проживающих на юге Тюменской области. Также в Тюмени существует «МИСНЭ» – благотворительный фонд развития культурного наследия и поддержки коренных малочисленных народов Севера. 3. Создание местных услуг и удобств: Размещение, питание, развлечения, розничная торговля и другие предприятия сферы услуг, такие как банки, обменные пункты, парикмахерские, медицинские предприятия	1. Изменение местной индивидуальности и ценностей местной культуры из-за стремления максимального извлечения прибыли. У отдыхающих часто преобладает потребительское отношение к природным рекреационным объектам, они вносят свой образ жизни и поведения на территорию где отдыхают. Такое поведение наносит ущерб природным ресурсам

уменьшить загрязнения окружающей природной среды. Проводить общественную экспертизу новых рекреационных проектов. Уделять внимание экологической культуре, воспитанию, просвещению рекреантов. Для снижения негативных экономических эффектов привлекать инвестиции в развитие рекреационного комплекса. Осуществлять поддержку предпринимателей, работающих в туристской сфере. Ориентировать рекреационный комплекс региона на всесезонность для уменьшения зависимости от высокого летнего спроса. Вести подготовку квалифицированных кадров, что будет способствовать повышению производительности труда. Издержки социально-культурной сферы возможно снизить путем представления туристам объективной информации о состоянии природной среды, экологических мероприятиях, проводимых в местах отдыха, это поможет приблизить их ожидания к реальным представлениям о рекреации.

Заключение

22 декабря 2015 года Генеральная Ассамблея Организации Объединенных Наций (ООН) постановила провозгласить 2017 год Международным годом устойчивого туризма в интересах развития, подтверждая свою резолюцию 70/1 от 25 сентября 2015 года под названием «Преобразование нашего мира: Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года» и свою приверженность обеспечению достижения устойчивого развития в трех его компонентах – экономическом, социальном и экологическом – сбалансированным и комплексным образом и осуществлению деятельности в развитие результатов, достигнутых в период действия целей в области развития, сформулированных в Декларации тысячелетия, и для завершения незаконченной работы по реализации этих целей.

Рекомендует всем государствам, системе Организации Объединенных Наций и всем другим заинтересованным сторонам воспользоваться проведением Международного года для содействия принятию мер на всех уровнях, в том числе по линии международного сотрудничества, и оказания поддержки устойчивому туризму как одному из средств поощрения и ускорения устойчивого развития, особенно ликвидации нищеты [1].

Рекреация в регионе должна развиваться так, чтобы усиливать местную экономику, создавать рабочие места, учитывать особенности территории. В решении проблем, возникающих в связи с развитием рекреационного комплекса, необходима консолидация усилий всех заинтересованных сторон: региональных властей, бизнес-сообщества, местных жителей, рекреантов. Следует стремиться к балансу экономических, экологических и социальных факторов, что увеличит инвестиционную привлекательность рекреационного комплекса Тюменской области в целом.

Список литературы

1. Генеральная Ассамблея Организации Объединенных Наций. Резолюции 70-й сессии (2015–2016 годы). – URL: <http://qoo.by/ka3> (дата обращения: 15.03.2016).
2. Козин В.В. Рекреационная география / В.В. Козин, Т.В. Попова, Н.В. Жеребятёва. – Тюмень, Изд-во ТюмГУ, 2013. – 328 с.
3. Осипов В.А. О структуре географического пространства // Вестник Тюменского государственного университета. Экология и природопользование. – 2010. – № 3. – С. 126–133.
4. Созонова Е.Ю. Перспективы развития рекреации и лечебно-оздоровительного туризма в Тюменской области // Современные проблемы науки и туризма: сборник научных статей. – Челябинск: Издат. Центр ЮУрГУ, 2015. – С. 70–76.
5. Созонова Е.Ю. Санаторно-курортный комплекс как приоритетное направление развития туризма Тюменской области // Академический вестник ТГМУЭП. – Тюмень: ТГМУЭП, 2013. – № 3. – С. 56–61.
6. Третьякова О.В. Проектирование в системе управления развитием социального пространства города: монография. – Тюмень: Печатник, 2009. – 145 с.
7. Третьякова О.В., Созонова Е.Ю. Санаторно-курортный комплекс в развитии туризма Тюменской области // Вестник ТюмГУ. Науки о Земле. – 2014. – № 4. – С. 115–120.
8. Шимова О.С. Устойчивый туризм: учеб.-метод. пособие. – Минск: РИПО, 2014. – С. 158.

УДК 550.343.4:553.31

СЕЙСМИЧЕСКОЕ МИКРОРАЙОНИРОВАНИЕ ПРОМПЛОЩАДОК ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПРОЕКТА ПО ОТРАБОТКЕ ЖЕЛЕЗНОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ «ТАЕЖНОЕ»

Федоров А.А., Сясько А.А.*Технический институт (филиал), ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет
имени М.К. Аммосова», Нерюнгри, e-mail: aan.fedorov@s-vfu.ru*

Данная статья подробно рассматривает вопрос сейсмического микрорайонирования промплощадок при разработке проекта по отработке железнорудного месторождения «Таежное». Сейсмологические работы проведены методами регистрации микросейсм и сейсмических жесткостей. По результатам расчетов построены планы изолиний приращения интенсивности сейсмического воздействия по каждому из методов. На основе схемы разрывных нарушений и комплексного анализа инженерно-геологических, геоморфологических и геофизических данных произведено выделение таксонометрических единиц. В пределах каждой таксонометрической единицы произведено вычисление среднего приращения балльности по каждому методу. По результатам проведенных расчетов построены карта приращений сейсмического воздействия и карта сейсмического микрорайонирования, в которых отображены сейсмические параметры грунтов, относящиеся к моменту проведения работ, прогнозируемые для территорий активного развития естественных или техногенных процессов, а также вероятностные количественные характеристики колебаний грунтов с указанием глубины, к которой они относятся.

Ключевые слова: железнорудное месторождение «Таежное», сейсмическое микрорайонирование, метод регистрации микросейсм, метод сейсмических жесткостей, выделение таксонометрических единиц, интенсивность сейсмических воздействий

THE SEISMIC MICROZONING OF INDUSTRIAL SITES WHEN DEVELOPING THE PROJECT ON MINING OF IRON ORE DEPOSITS «TAEZHNOE»

Fedorov A.A., Syasko A.A.*Technical Institute (branch), North-Eastern Federal University, Nerungry, e-mail: aan.fedorov@s-vfu.ru*

This article examines in detail the question of seismic microzoning of industrial sites during the project development on mining of iron ore deposit «Taezhnoe». The seismological works carried out by methods of microseismic and seismic impedance registration. According to the results of calculations the movement's contours of seismic impact intensity plans are built for each of the methods. On the basis of the scheme of faults and a comprehensive analysis of engineering-geological, geomorphological and geophysical data the picking of taxonomic units are produced. Within each taxonomic unit the calculation of the average amplification for each method are produced. According to the calculations' results the increments' map of the seismic impact and the seismic zoning map are built, which displayed the seismic parameters of the soil related to the time of the works projected for the areas of active development of natural or man-made processes and probabilistic quantitative characteristics of ground motion with depth indication to which they relate.

Keywords: iron ore deposit «Taezhnoe», seismic microzoning, registration method of microseisms, the method of seismic impedance, picking of taxonomic units, the intensity of seismic impacts

Применение сейсмических исследований позволяет взглянуть на изучаемую геологическую среду с разных сторон. Это создает возможности для получения более объективной информации об инженерно-геологических параметрах среды, снижения финансово-экономических затрат при планировании и строительстве промышленных площадок.

Цель исследования – на основе прямых инструментальных наблюдений и расчетных методов выполнить прогнозирование приращения сейсмических воздействий, получить полный набор характеристик, необходимых для планирования.

Основной задачей проводимых исследований является выделение в пределах изучаемого района участков с различной сейсмичностью. По величине сейсмичность может

отличаться от исходной за счет грунтовых, гидрогеологических и мерзлотных условий на один и более баллов [6]. В методическом отношении эта задача решена путем интерпретации экспериментального материала, полученного путем прямых измерений и проведением аналитических расчетов.

Сейсмическому микрорайонированию (СМР) предшествовало детальное сейсмическое районирование (ДСР), целью которого было уточнение исходной сейсмичности. Установленный этими исследованиями уровень сейсмической угрозы для объекта, составивший 7 баллов по карте ОСР-97В, принят за уточненный балл при построении карты приращений интенсивности сейсмических воздействий [1]. К аналогичным выводам приводят результаты исследований

авторов [3, 4, 8, 9] при производстве палео-сейсмологических и геофизических исследований Южно-Якутского надвига и Становой системы разломов. На рис. 1 приведен фрагмент карты ОСР-97В с уточнениями по результатам работ ДСР.

Методы исследования, выполненные на участке, разделяются на две группы.

Методы, применяемые для уточнения геологического строения территории исследований. По результатам интерпретации этих методов получены данные, необходимые для дальнейших расчетов: мощность дисперсных пород и локализация разрывных нарушений в пределах площади работ.

К этой группе относятся сейсморазведка КМПВ, электрическое зондирование ДОЗ и георадиолокационное профилирование.

Методы, данные которых используются непосредственно для расчетов прогнозируемого приращения интенсивности сейсмического воздействия. К этой группе относятся сейсморазведка КМПВ и метод регистрации микросейсм.

Задачей первой очереди, решаемой при обработке данных методов первой группы, является задача выделения в пределах участка исследований таксонометрических единиц, однородных по реакции на сейсмические воздействия [2].

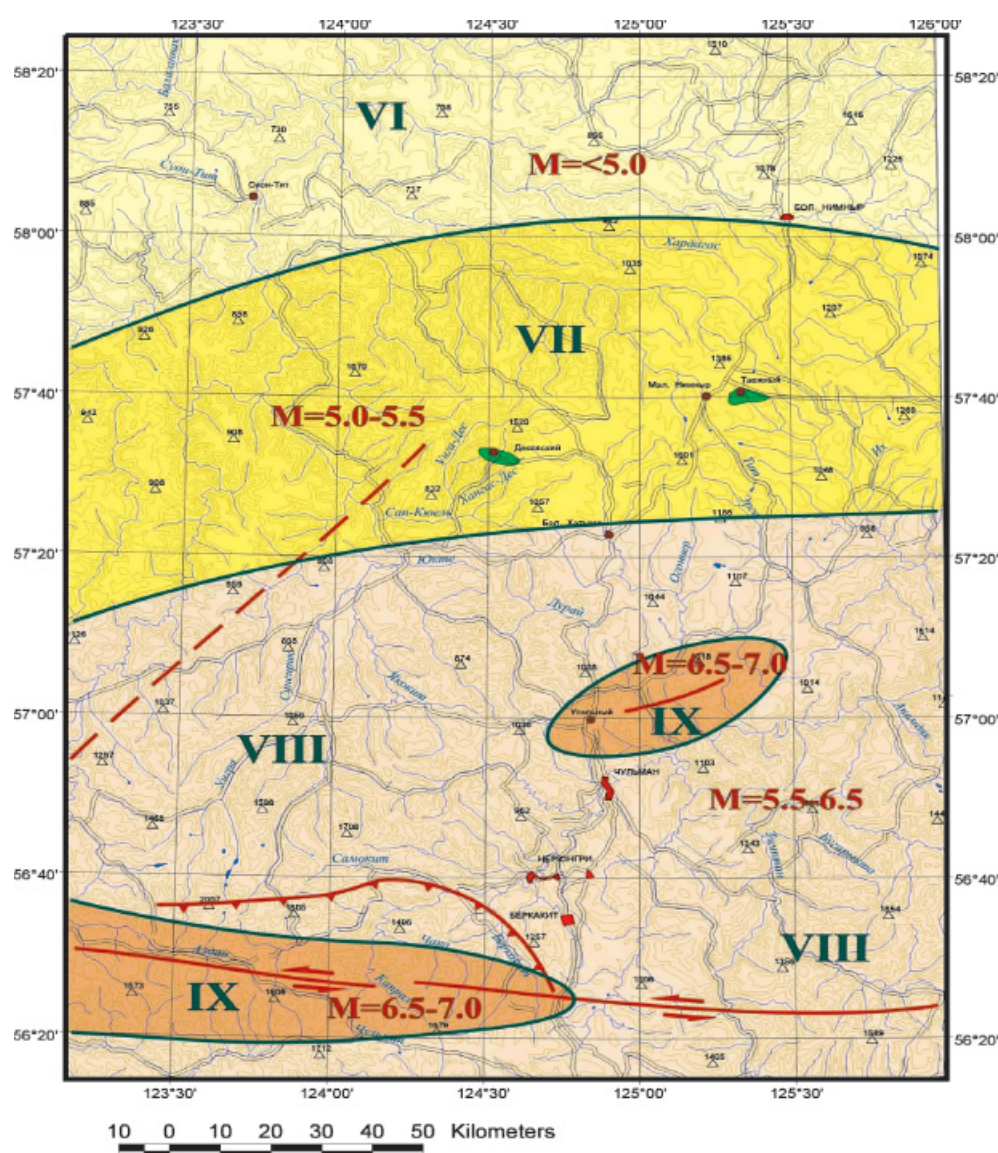


Рис. 1. Уточненная карта сейсмического районирования района площадок строительства Десовское и Таежное. Красным цветом показаны сейсмогенерирующие разломы (Южно-Якутский надвиг и северная ветвь Становой системы разломов). Зеленым цветом обведены контуры зон ВОЗ соответствующей магнитуды в диапазоне $M = 5,0-5,5...6,5-7,0$. Римскими цифрами указана интенсивность в баллах по шкале MSK-64

При выделении таксонометрических единиц произведен комплексный анализ инженерно-геологических, геоморфологических и геофизических данных [3–5].

Для выделенных таксонометрических единиц произведено вычисление прогнозируемого приращения интенсивности сейсмического воздействия.

Фактически для решения задач тектонического и таксонометрического районирования интерес представляют планы изолиний приращения интенсивности сейсмического воздействия, построенные по данным метода сейсмических жесткостей и по данным метода регистрации микросейсм.

Рассмотрение имеющихся данных позволяет сделать вывод о достаточной степени достоверности тектонических построений и возможности использования предложенной схемы предполагаемых разрывных нарушений при выделении таксонометрических единиц в пределах участка сейсмического микрорайонирования.

При выделении таксонометрических единиц во внимание принимались все исходные данные: геоэлектрические свойства разреза, сейсмические характеристики, геоморфологические данные [7].

В качестве основы классификации приняты планы изолиний приращения интенсивности сейсмического воздействия по данным метода сейсмической жесткости и метода регистрации микросейсм. В пределах планов изолиний были выделены участ-

ки, в границах которых характеристики интенсивности сейсмического воздействия изменялись незначительно.

Уточнение границ участков производилось при совмещении выделенных таксонометрических единиц с погоризонтными планами ДОЗ и КМПВ.

На завершающем этапе участки были совмещены с рельефом дневной поверхности (рис. 2). Каких-либо изменений в конфигурацию таксонометрических единиц вносить не пришлось – геоморфологические характеристики в пределах таксонометрических единиц изменялись в малой степени.

На рис. 3 приведён план приращения интенсивности сейсмических воздействий, построенный по результатам обработки данных регистрации микросейсм. При вычислениях использованы результаты расчетов по формуле

$$\Delta J = 2 \lg(A_{\max 1} / A_{\max 2})$$

с привлечением данных базовой сейсмологической станции.

Помимо оценки приращения интенсивности сейсмических воздействий на дневной поверхности, метод сейсмических жесткостей позволяет оценить изменение интенсивности при снятии верхнего слоя рыхлых отложений.

При определении прогнозируемой интенсивности сейсмического воздействия произведено осреднение показателей интенсивности в пределах каждой таксонометрической единицы.

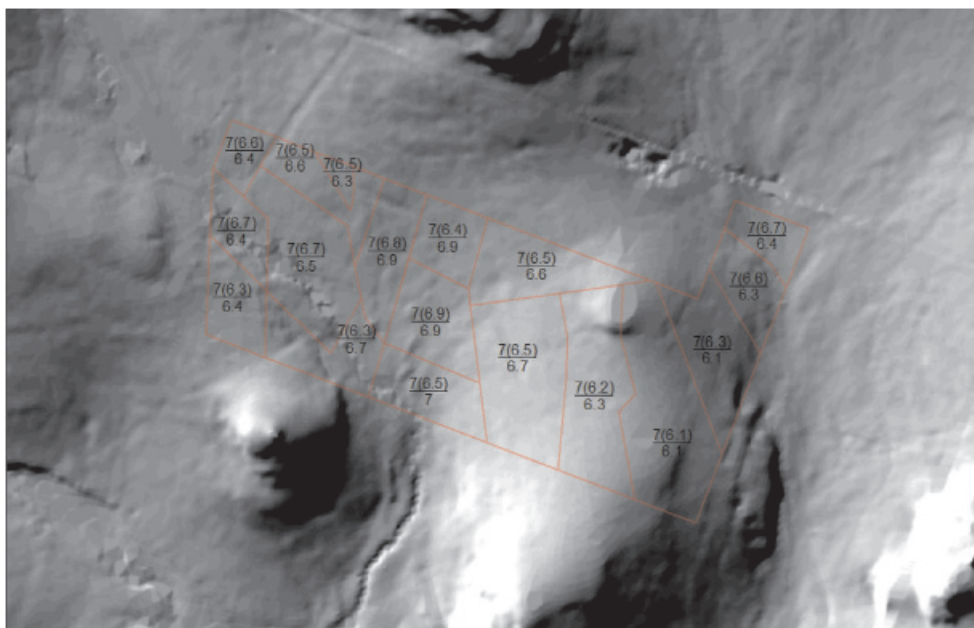


Рис. 2. Положение таксонометрических единиц на рельефе дневной поверхности

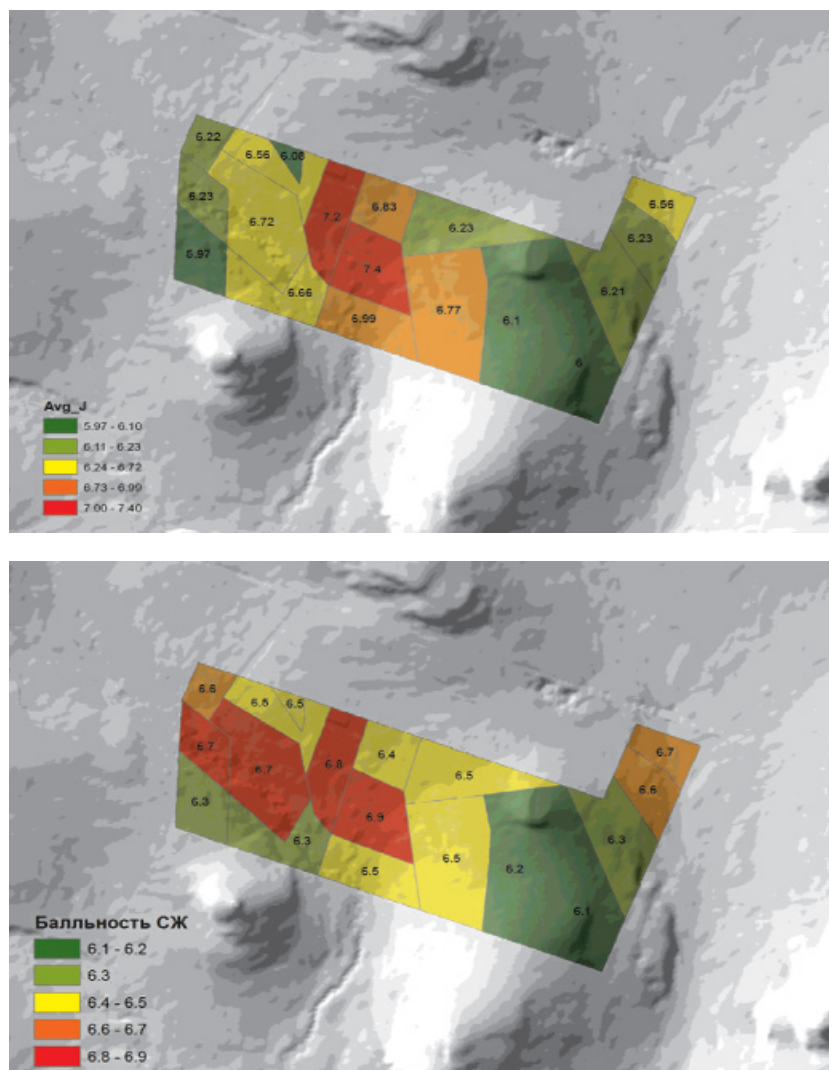


Рис. 3. План прогнозируемой интенсивности сейсмического воздействия по данным методов регистрации микросейсм (вверху) и сейсмических жесткостей (внизу)

Несколько меньший уровень изменения интенсивности сейсмических воздействий по данным метода сейсмических жесткостей можно объяснить относительно высокими скоростями распространения упругих волн в целом по изучаемому разрезу, в то время как расчетная формула применена для грунтов второй категории (на балл меньше фактического) [7].

Определение резонансного периода колебаний грунтовой толщи выполнено по формуле

$$T_{\text{рез}} = 4H/VS \cdot (2n - 1),$$

где $T_{\text{рез}}$ – резонансный период колебаний грунтовой толщи; VS – скорость распространения поперечных (сдвиговых) сейсмических волн; n – форма колебаний.

На рис. 4 приведена гистограмма распределения резонансных частот колебаний

грунтовой толщи мощностью 30 м и гистограмма частот спектра отклика по данным метода регистрации микросейсм. Очевидно, что частоты имеют выраженное двумодальное распределение с максимумами на значениях 12 и 19 Гц.

Показательно, что гистограмма частот спектра отклика по данным метода регистрации микросейсм полностью совпадает по частотным характеристикам с результатами расчетов собственного периода колебаний по методу сейсмических жесткостей.

По результатам проведенных расчетов построена карта сейсмического микрорайонирования (рис. 5). На карте сейсмического микрорайонирования отображены прогнозируемые изменения интенсивности сейсмического воздействия в баллах (на дневной поверхности) [5].

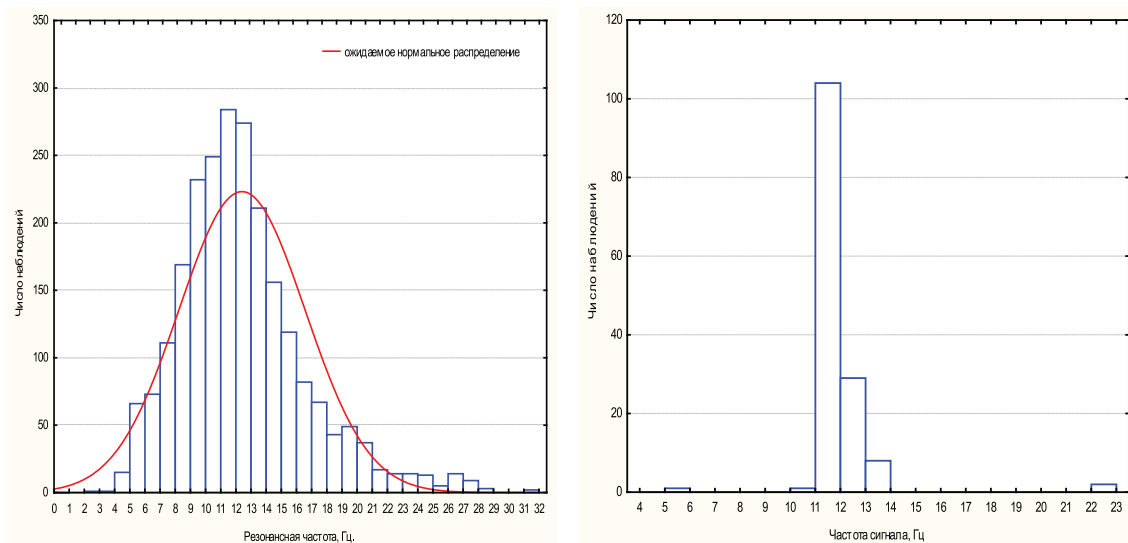


Рис. 4. Гистограмма распределения резонансных частот колебаний по методу сейсмических жесткостей (слева) и гистограмма спектра отклика по данным метода регистрации микросейсм (справа)

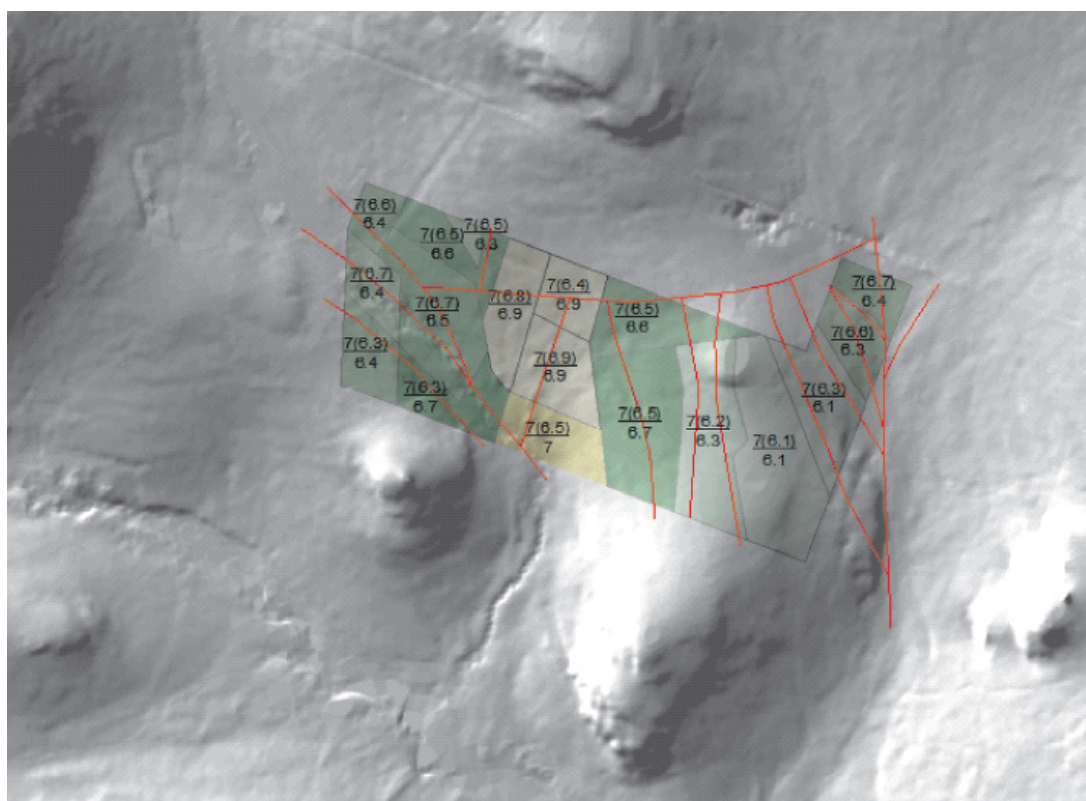


Рис. 5. Карта сейсмического микрорайонирования

На карте сейсмического микрорайонирования отображены сейсмические параметры грунтов, относящиеся к моменту проведения работ, прогнозируемые для территорий активного развития естественных или техногенных процессов, а также вероятностные количественные характеристики колебаний грунтов с ука-

занием глубины, к которой они относятся (дневная поверхность).

Сейсмическая интенсивность в баллах указана в виде дроби:

в числителе арабскими цифрами слева – по карте ОСР-97В; справа, в скобках – прогнозируемое приращение по методу сейсмических жесткостей;

в знаменателе – расчетное приращение сейсмической интенсивности (по методу регистрации микросейсм) – на дневной поверхности [5].

Цветовая окраска соответствует цветам карты сейсмического районирования ОСР-97.

Таким образом, степень сейсмической опасности данной площадки, для существующих на момент проведения изысканий грунтовых условий, оценивается в 6,52 балла (усредненный показатель) при изменении балльности по таксонометрическим единицам от 6,1 до 7,0 баллов.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ, ГЗ № 1771.2014/к.

Список литературы

1. Алешин А.С. Сейсмическое микрорайонирование особо ответственных объектов. – М.: Светоч Плюс, 2010. – 304 с.
2. Медведев С.В. Инженерная сейсмология. – М.: Госстройиздат, 1962. – 234 с.
3. Овсяченко А.Н., Трофименко С.В., Мараханов А.В. и др. Детальные геолого-геофизические исследования зон активных разломов и сейсмическая опасность Южно-Якутского региона // Тихоокеанская геология. – 2009. – Т. 28. – № 4. – С. 55–74.
4. Рогожин Е.А., Овсяченко А.Н., Трофименко С.В. и др. Сейсмотектоника зоны сочленения структур Байкальской рифтовой зоны и орогенного поднятия Станового хребта // Геофизические исследования. – 2007. – № 8. – С. 81–116.
5. РСН 65-87. Инженерные изыскания для строительства. Сейсмическое микрорайонирование. Технические требования к производству работ. Госстрой РСФСР. – М. МосЦИТИСИЗ Госстроя РСФСР, 1987. – 26 с.
6. РСН 60-86 Инженерные изыскания для строительства. Сейсмическое микрорайонирование: Нормы производства работ. Госстрой РСФСР. – М.: МосЦИТИСИЗ Госстроя РСФСР, 1986. – 32 с.
7. СНиП II-7-81. Строительные нормы и правила. Строительство в сейсмических районах. – М.: ФГУП ЦПП, 2007.
8. Ovsyuchenko A.N., Trofimenko S.V., Marakhanov A.V. et al. Source zones of strong earthquakes in southern Yakutia as inferred from paleoseismogeological data // Izvestiya Physics of the Solid Earth. – 2009. – Т. 45. – № 2. – С. 101–117.
9. Ovsyuchenko A.N., Trofimenko S.V., Marakhanov A.V. et al. Seismotectonics of the transitional region from the Baikal rift zone to orogenic rise of the Stanovoi range // Geotectonics. – 2010. – Т. – 44. – № 1. – С. 25–44.

УДК 551: 630*181:581.5

СВЯЗЬ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА МЕРЗЛОТНЫХ ПОЧВ И РАДИАЛЬНОГО ПРИРОСТА ЛИСТВЕННИЦЫ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ

¹Федоров П.П., ^{1,2}Десяткин А.Р.¹ФГБУН «Институт биологических проблем криолитозоны» СО РАН, Якутск,
e-mail: baibal@yandex.ru;²ФГБУН «Институт мерзлотоведения им. П.И. Мельникова» СО РАН, Якутск,
e-mail: desyatkinar@rambler.ru

Приведены результаты исследований выявления связи температурного режима мерзлотных почв и радиального прироста лиственницы в Центральной Якутии. Применение дендроклиматических методов исследования изучения древесно-кольцевых хронологий древесных пород позволило выявить связь роста деревьев с температурой почв в зимний период – чем выше температура почвы в это время, тем быстрее идет прогревание почвы в весенне-раннелетний период, что способствует началу активного роста деревьев в начале вегетации. Летние температуры не лимитируют радиальный прирост деревьев. В этот период количество тепла, необходимого для благоприятного роста, достаточно для деревьев. Температуры почвы в летний период не оказывают значимого влияния. Выявлено – влияние значений температуры почв за зимний период увеличивает объяснимую внешними условиями дисперсию до 82% ($R = 0,91$).

Ключевые слова: Центральная Якутия, многолетняя мерзлота, температура почв, древесно-кольцевые хронологии, функция отклика

DEPENDENCE OF LARCH RADIAL INCREMENT ON PERMAFROST SOIL TEMPERATURE REGIME IN THE CENTRAL YAKUTIA

¹Fedorov P.P., ^{1,2}Desyatkin A.R.¹Institute for biological problems of cryolithozone SB RAS, Yakutsk, e-mail: baibal@yandex.ru;²Melnikov Permafrost Institute SB RAS, Yakutsk, e-mail: desyatkinar@rambler.ru

The results of study about relation of permafrost soils temperature regime and radial growth of larch in Central Yakutia is presented in this article. Application of dendroclimatic research methods in tree ring chronologies study is revealed the relation of tree growth with soil temperature in winter – the higher soil temperature at this time accelerate soil warming in the spring and early summer, what contributes active growth of trees at the beginning of the growing season. Summer temperatures do not limit the radial growth of trees. During this period, the amount of heat needed for favorable growth sufficient for the trees. Soil temperature during summer have no significant effect on radial increment. It is revealed – the impact of winter soil temperatures increases the dispersion explainable by the external conditions up to 82% ($R = 0,91$).

Keywords: Central Yakutia, permafrost, soil temperature, tree ring chronology, response function

Территория Центральной Якутии располагается в области сплошного распространения многолетней мерзлоты [1]. Исторически изменение климатических факторов на этой территории имеет большое влияние на ландшафты. В течение голоцена здесь произошли существенные изменения ландшафтов с образованием термокарстовых форм рельефа – аласов [4]. Вытаивание многолетнемерзлых грунтов сопровождалось высвобождением огромного количества углерода, участвующего в реакции образования парниковых газов. В наши дни такие процессы отчетливо наблюдаются на территории Лено-Амгинского междуречья, где за последние 30 лет зафиксировано повышение среднегодовых значений температур воздуха на 2–3 °C, а деятельного слоя почв на 0,4–1,3 °C [9], сопровождаемое увеличенными выбросами метана и CO₂ из-за изменений гидротермического режима почв [8]. В этих условиях наиболее приспособленными

оказались светлохвойные породы деревьев с поверхностным расположением корней. Данная особенность является главной причиной распространения на этой территории лиственницы Каяндера [6].

Как известно, развитие лесных экосистем, особенно в области распространения многолетней мерзлоты, складывается под воздействием совокупности факторов внешней среды. Исследованиями установлено, что в Центральной Якутии главным из средообразующих факторов, лимитирующих рост древесных пород, являются гидрометеорологические условия (колебание температуры воздуха, распределение атмосферных осадков по месяцам) в период их активного роста. Здесь возникает вопрос, есть ли связь радиального прироста деревьев с температурным режимом мерзлотных почв? В аспекте этого вопроса нами проведен анализ зависимости роста древесных пород от значений температур почв на разных глубинах.

Исследуемый район находится на Лено-Амгинском междуречье (рис. 1) в зоне распространения термокарстовых форм рельефа – аласов, которыми занято до 17% её площади [1]. Территория относится к Центрально-Якутской таежно-аласной провинции мерзлотных палевых почв [4]. Климат континентальный, характеризуется суровой продолжительной малоснежной зимой, жарким коротким засушливым летом с большой инсоляцией, низкими годовыми и зимними температурами, большими сезонными и суточными их амплитудами и малым количеством осадков [3, 7]. Леса представлены хвойными породами деревьев, в основном лиственницей, максимальный возраст которых достигает 400–600 и более лет [2].

В ходе проведенных исследований нами изучены связи древесно-кольцевых хронологий лиственницы Каяндера (*Larix cajanderi Mayr*), с температурой мерзлотных почв на разных глубинах. Известно, что изменение внешних условий произрастания четко фиксируется радиальным приростом деревьев в виде годовых колец различной толщины [2, 5, 10].

Отбор материала для древесно-кольцевой хронологии по лиственнице Каяндера проводили на научном стационаре Института биологических проблем криолитозоны СО РАН «Тюнгюлю», который расположен в 45 км северо-восточнее г. Якутска, а также на полигоне вблизи с. Чурапча, расположенном в 120 км северо-восточнее г. Якутска. На каждом участке были взяты не менее 24 кернов образцов древесины на высоте 1,3 м. Измерения ширины годовых колец с точностью 0,01 мм проводились при помощи измерителя LINTAB-III. При датировке и построении древесно-кольцевых хронологий были применены общепринятые дендрохронологические методы [5, 10].

Учитывая сходные почвенные и климатические условия, для расчета связи температуры почв и радиального прироста деревьев были использованы метеоданные станции Чурапча, которая расположена недалеко от районов отбора проб. Зависимость радиального прироста деревьев от изменений внешних факторов оценивали при помощи корреляционного анализа в программе STATISTICA6. При этом отсчет времени ведется с конца вегетационного периода (в нашем случае с сентября) предыдущего года до конца августа текущего [7].

Используя общепринятые в дендроклиматическом анализе методики, были построены древесно-кольцевые хронологии. При анализе хронологий стационара Тюнгюлю и участка Чурапча наблюдается сходная реакция радиального прироста лиственницы на температуру почвы на разных глубинах.

Корреляционный анализ древесно-кольцевых хронологий лиственницы на стационаре Тюнгюлю (рис. 2) и полигоне Чурапча (рис. 3) с температурными условиями почвы свидетельствует, что наибольшая корреляционная связь наблюдается в зимний период времени на глубинах до 80 см. Это как раз соответствует уровню расположения основной массы корневой системы деревьев и деятельному слою мерзлотных почв. По нашему мнению, механизм связи прост – чем выше температура почвы в зимнее время, тем быстрее идет прогревание почвы в весенний период – и наоборот, более глубокая проморозка почвы требует продолжительного времени на оттайку. Исходя из временных параметров достижения определенных величин температуры почв, при котором начинает действовать корневая система деревьев и зависят сроки начала активации их роста.



Рис. 1. Карта-схема исследуемого района

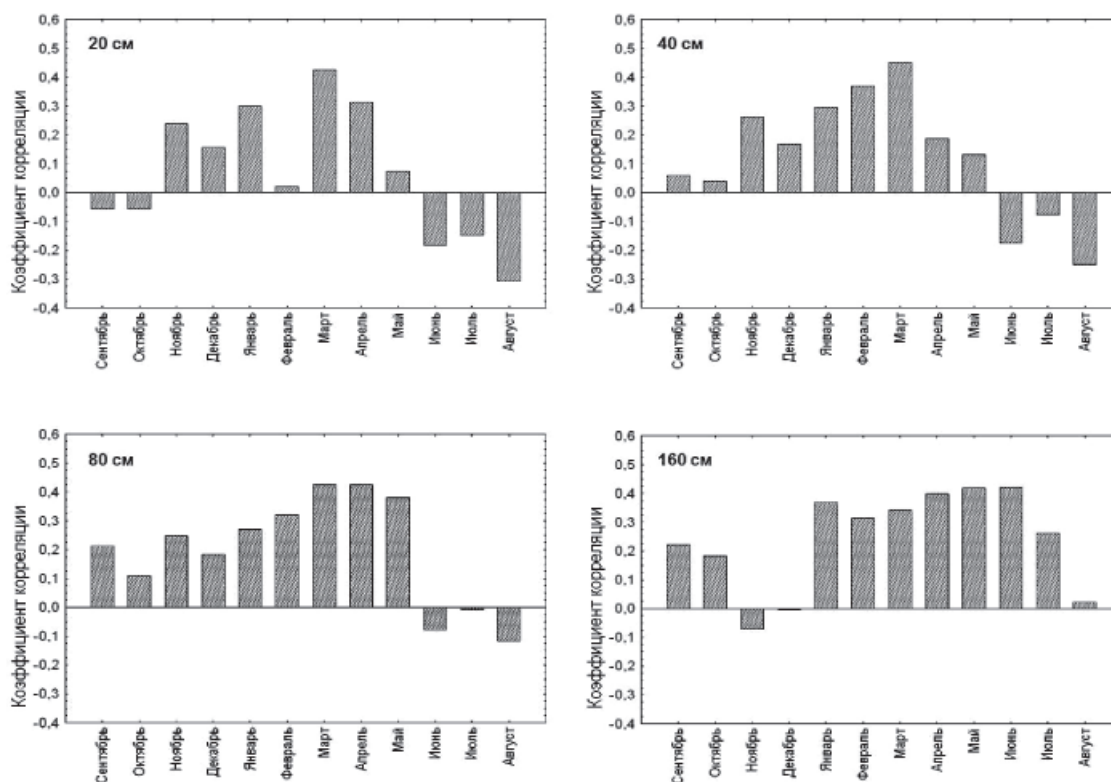


Рис. 2. Корреляционные связи древесно-кольцевой хронологии стационара Тюнгюлю с температурой почвы на разных глубинах

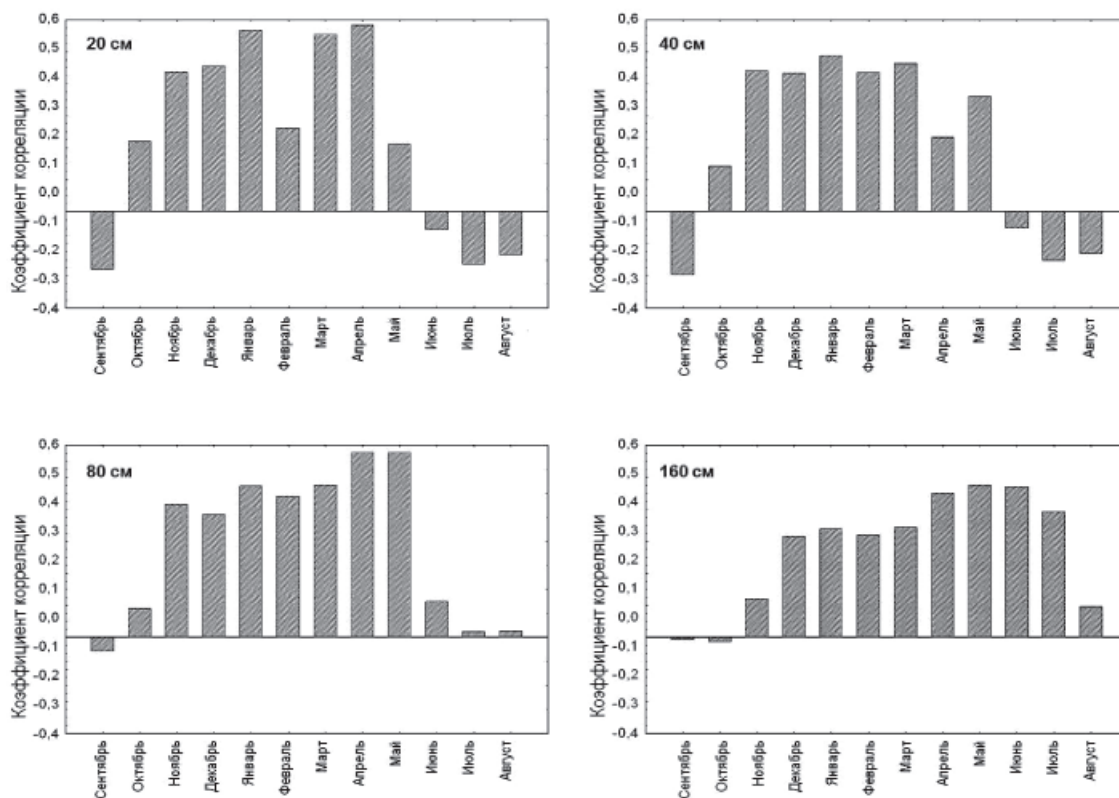


Рис. 3. Корреляционные связи древесно-кольцевой хронологии полигона Чурапча с температурой почвы на разных глубинах

Летние температуры не лимитируют радиальный прирост деревьев. В этот период количество тепла, необходимого для благоприятного роста, достаточно для деревьев. Отрицательная корреляционная связь летних температур характеризует засушливость климата данной территории. При высоких температурах грунта происходит увеличение испарения влаги деятельного слоя мерзлотных почв. Но это в какой-то степени компенсируется использованием влаги более глубоких слоев почв, что

наглядно показано на рисунках выше. Таким образом, можно утверждать, что рост древесных пород в условиях многолетней мерзлоты находится в тесной связи с температурой почвы по всему профилю деятельного слоя.

Существенное влияние температуры почв на прирост древесных растений на исследуемых участках можно оценить, сравнивая модели регрессии индексов прироста относительно климатических переменных (рис. 4, 5).

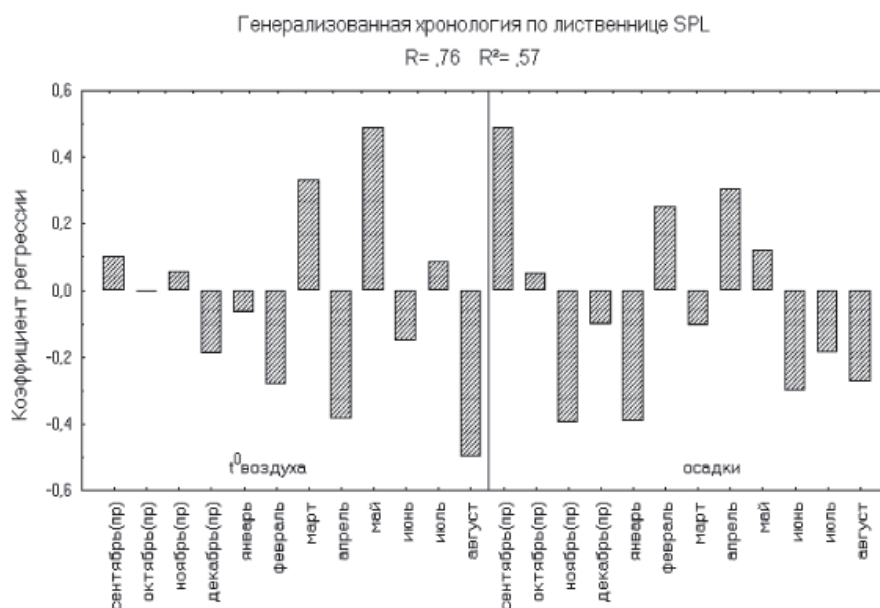


Рис. 4. Модели регрессии индексов прироста относительно климатических переменных.
(Примечание: «пр» – предыдущий год)

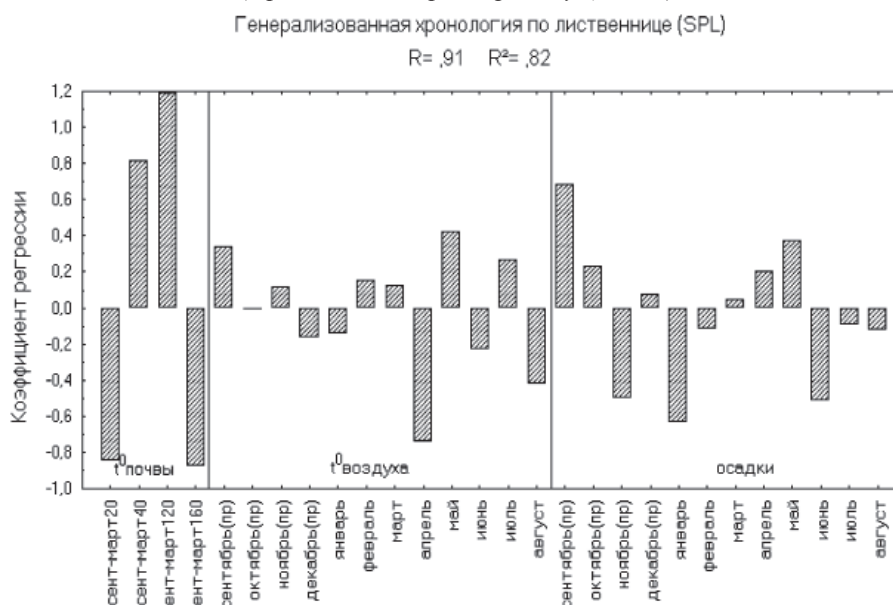


Рис. 5. Индексы регрессии прироста лиственницы относительно климатических и почвенных переменных («сент-март20» – средняя температура почвы на глубине 20 см и т.д. с сентября предыдущего года по март нынешнего)

Первая – включает только температуры воздуха и атмосферные осадки за отдельные месяцы, вторая – в дополнение к ним и температуру почв за зимний и летний период. Так, стандартная климатическая функция отклика объясняет 57% ($R = 0,76$) общей изменчивости прироста лиственницы, влияние значений температуры почв за зимний период увеличивает объяснимую внешними условиями дисперсию до 82% ($R = 0,91$). Таким образом, для зоны многолетней мерзлоты изменение температуры почв даже в зимнее время существенным образом (20–25%) влияет на формирование годичного прироста у древесных растений.

На основании изучения влияния почвенных условий на радиальный прирост древесных пород в криолитозоне можно сформулировать следующие выводы.

Определено положительное влияние зимних температур почвогрунтов на разных глубинах на радиальный прирост деревьев лиственницы, произрастающих в Центральной Якутии.

Зимние температуры грунтов определяют сроки оттаивания деятельного слоя, что в свою очередь определяет время начала формирования годичных колец лиственницы.

Высокие летние температуры почв, вызывая иссушающий эффект, негативно сказываются на радиальном приросте деревьев.

Из внешних факторов, влияющих на рост и развитие лиственницы в условиях криолитозоны, 20–25% от общей изменчивости прироста связаны с температурным режимом почв.

Работа выполнена в рамках государственного задания по проекту № 0376-2014-0004. Тема 54.1.2 «Механизмы трансформации и закономерности функциони-

рования почв криолитозоны в условиях глобальных изменений: факторы, современное состояние и прогноз». Направление 54 «Почвы как компонент биосферы (формирование, эволюция, экологические функции)» программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013–2020 годы.

Список литературы

1. Босиков Н.П. Эволюция аласов Центральной Якутии. – Якутск: ИМЗ СО АН СССР. – 128 с.
2. Ваганов Е.А., Наурзбаев М.М., Егерь И.В. Предельный возраст деревьев лиственницы в Сибири // Лесоведение. – 1999. – № 6. – С. 66–70.
3. Гаврилова М.К. Климат Центральной Якутии. – Якутск: Якутское кн. изд-во, 1973. – 120 с.
4. Десяткин Р.В. Почвообразование в термокарстовых котловинах – аласах криолитозоны. – Новосибирск: Наука, 2008. – 323 с.
5. Методы дендрохронологии. Часть I. Основы дендрохронологии. Сбор и получение древесно-кольцевой информации / С.Г. Шиятов, Е.А. Ваганов, А.В. Кирдянов, В.Б. Круглов, В.С. Мазепа, М.М. Наурзбаев, Р.М. Хантемиров // Учебно-методич. пособие. – Красноярск: КрасГУ, 2000. – 80 с.
6. Уткин А.И. Леса Центральной Якутии. – М.: Наука, 1965. – 208 с.
7. Федоров П.П., Николаев А.Н. Анализ радиального прироста лиственницы Центральной Якутии в зависимости от климатических факторов // Структурно-функциональная организация и динамика лесов: материалы Всероссийской научной конференции. – Красноярск: Изд-во Дарма, 2004. – С. 373–375.
8. Desyatkin A.R., Takakai F., Fedorov P.P., Nikolaeva M.C., Desyatkin R.V., Hatano R. CH₄ emission from different stages of thermokarst formation in Central Yakutia, East Siberia // Soil Science and Plant Nutrition. – 2009. – № 55(4). – P. 558–570.
9. Desyatkin R., Fedorov A., Desyatkin A., Konstantinov P. Air temperature changes and their impact on permafrost ecosystems in eastern Siberia // Thermal Science. – 2015. – Vol. 19, Issue suppl. 2. – P. 351–360.
10. Rinn F. TSAP version 3.5. Reference Manual. Computer program for tree ring analysis and presentation. – Heidelberg, Germany, 1996. – 264 p.

УДК 622.8

**АНАЛИЗ НЕФТЕГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ, НАХОДЯЩИХСЯ
В НЕСТАЦИОНАРНЫХ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ****Черницкий И.В.***Самарский государственный технический университет, Самара, e-mail: mail@chernitsky.ru*

Добывающая промышленность – это основа экономики нашей страны, построенной на ресурсном потенциале. Разработка месторождений нефти и газа занимает одну из лидирующих позиций среди добывающих отраслей, что приводит к активному развитию темпов добычи освоенных месторождений, а также разведки новых. Подобные процессы способствуют не только увеличению объемов добычи, но и ускорению проявления последствий преобразования пластового массива под действием техногенеза. Исследование настоящих процессов перемещения, изменения формы и миграции залежей углеводородного сырья под воздействием технических и технологических аспектов крайне важно для анализа этих операций, осуществившихся в геологическом прошлом под действием естественных изменений деформационных или гидрогеодинамических аспектов, влияющих на расположение нефтегазовых месторождений. Любое такое воздействие имеет обратную связь: преобразование породного массива влияет на состояние месторождения, создавая условия невозможности продолжения добычи. Рассмотрение нестационарности гидрогеологических условий – это действительно важная задача для сохранения добычи.

Ключевые слова: нефть, газ, техногенез, месторождения, добыча, условия, залежи

**ANALYSIS OF OIL AND GAS DEPOSITS LOCATED
IN STATIONARY HYDROGEOLOGICAL CONDITIONS****Chernitskiy I.V.***Samara State Technical University, Samara, e-mail: mail@chernitsky.ru*

The mining industry is a basis of economy of our country constructed on resource potential. Working out of oil fields and gas occupies one of the lead positions among extracting branches that leads to active development of rates of extraction of the mastered deposits, and also investigations of the new. Similar processes promote not only to increase in volumes of extraction, but also acceleration of display of consequences of transformation bedded a file under action technogenesis. Research of the present processes of moving, change of the form and migration of deposits of hydrocarbonic raw materials under the influence of technical and technological aspects extremely important for the analysis of these operations which have been carried out in geological past under the influence of natural changes deformation or hydrogeodynamic of aspects, oil and gas deposits influencing an arrangement. Any such influence has feedback: Transformation of a pedigree file influences a deposit condition, creating conditions of impossibility of continuation of extraction. Consideration nonstationary conditions is important problem for extraction preservation.

Keywords: oil, gas, technogenesis, mine, mining, environment, deposits

В ходе подготовки к эксплуатации нефтегазовых месторождений происходит закачка больших объемов в подземные слои однородных пород. К тому же в ходе бурения и извлечения нефти и газа эксплуатируются различные химические вещества, большая часть из которых водорастворимы. Результатом этого является возникновение технических и технологических трансформаций гидрогеологических режимов. В значительном большинстве случаев техногенез включает подавляющую область или даже объем осваиваемого пласта, таким образом, трансформация касается не только тех гидрогеологических режимов, в которых сконцентрированы залежи углеводородного сырья, но и всей системы подземных вод массива. В ходе эксплуатации залежей углеводородного сырья, а также осуществления отдельных иных относящихся к технологии развития гидрогеоло-

гической обстановки – разделение температур, давлений, совокупность растворов жидкостей – во многих случаях изменяются крайне остро, изредка весьма внезапно со скоростями значительно большими по сравнению с естественными. Более детально данный случай вызывает развитие и переустройство в чреде примеров месторождений углеводородов. Подобное развитие техногенеза в недрах является причиной отрицательных преобразований химического состава поверхностных и подземных вод, изменений пластовых давлений и высоты залегания поверхностных вод, а иногда влияет на инженерно-геологическое состояние окружающей среды, создавая нарушения в стационарных гидрогеологических условиях, что в свою очередь может привести к весьма серьезным практическим последствиям вплоть до прекращения добычи на месторождениях.

Нефтегазовые месторождения, находящиеся в толще техногенно измененных гидрогеологических систем, подвергаются гораздо более значительному по объему и направлению воздействию, последствия, как и сам характер которых невозможно спрогнозировать даже в случае постоянных наблюдений. В ходе подготовки к эксплуатации нефтегазовых месторождений главный сдвиг протекает в пластах, содержащих газ и нефть. Доля ранее насыщенного нефтью порового участка заполняется газом либо водой, преобразуется температура газонефтяной системы и давление в капиллярных каналах, изменяется химический состав пластовой жидкости и углеводородного сырья. Особо эффективно данные изменения протекают при перетоке воды в пласт из наземных водных источников. Повышенным коррозионным состоянием отличаются воды, в состав которых входят кислород, сероводород. Увеличение содержания сероводорода объясняется в большей части преобладанием в воде редуцирующих сульфаты микроорганизмов. Наибольшим коррозионным состоянием отличается сильноокислая вода, имеющая в своем составе большое количество хлороводородных и сероводородных соединений.

Один из значительных элементов влияния гидрогеологических систем на природные скопления минеральных веществ и пласты по всему объему вплоть до земной поверхности есть перемена пластового давления, что определяется уже не процессами добычи, а постоянно изменяющимися гидрогеологическими условиями. В настоящий момент влияние нестационарных гидрогеологических условий рассматривается раздельно в зависимости от вектора направления действия движущей силы, то есть действия «снизу» или «сверху» относительно пласта [4].

Разработка типовых конструкций по условиям влияния «сверху». Влияние гидрогеологических систем «сверху» заключается в том, что постепенно снижаются давления на пласт вследствие вымывания породы под действием химических реагентов, это вызывает изменения потоков грунтовых вод, а также самой структуры месторождения, поэтому нарастают процессы карстового образования. Данный вид воздействия наносит большой ущерб процессу добычи, поскольку может нарушить добычное оборудование, а смещение давления над пластом может привести к оттоку углеводородов из добычного пространства.

Разработка типовых конструкций по условиям влияния «снизу». В подобной типизации основное внимание должно быть

сконцентрировано на том, как деятельность, бурения и использования данных массивов способна спровоцировать перестроения в нижних гидрогеологических системах, максимально значимых в целях устойчивости нефтегазоносного пласта, а не собственно нефтеносными и газоносными пластами. Из чего следует, что за основной принцип типизации берутся условия преобразования «подшвы» пласта.

В разработке определенных многопластовых залежей обозначают два структурно-тектонических уровня, из них внешний – стационарный, структурно расстроенный, обладает неустойчивой изоляцией углеводородных слоев от поверхности, а нижний, по большей части подсолевой, обладает в полной мере уверенной изоляции нефтегазовых месторождений. Флюидные переливы между пластами осуществляются не только по природным путям перетоков, но в большей части и по неестественным каналам, основным из перечисленных служит некрепко сплотившаяся заколонная зона скважин. Эффективность схватывания колонн, минуя совокупные методы причин, обуславливается и естественными параметрами разреза наслоений, извлекаемых скважиной. Предпочтительно, при немалом впитывании бурового раствора и высокоэффективных переливов и фонтанирований кондиционное затвердевание осложнено, необходимо использовать систему скважин с множеством колонн. Присутствие опасных (с большой концентрацией сероводорода, углекислого и сернистого газа) вод вызывает нарушение целостности цементной основы, реже и структуры колонн, что в том числе вызывает вероятность межпластовых перетоков и изменений гидрогеологических систем под влиянием «снизу». Из чего можно заключить, что в ходе распределения данных важно подчеркнуть каждый элемент, приводящий к нарушению стационарных условий нахождения месторождений.

Изучение техногенных гидрогеологических систем требует значительного внимания для анализа вероятностей сдвига и изменения формы месторождений нефтепродуктов. Осознание данных процессов приносит значительную основу для улучшения результативности сопровождения поисково-разведочной деятельности на углеводородное сырье и планирование разработки залежей, где проступает техногенез земной поверхности под действием работы и разработки близлежащих месторождений, отнесенных к вышеперечисленной системе

водного напора. Распределение углеводородного сырья в месторождениях наблюдается сочетанием изменчивых геологических частей: литологии, тектоники, геохимии, гидрогеологии и прочих. Соединение свойств данных частей предполагают объемы образования нефти и газа, рассредоточение нефтепродуктов в зоне насыщенных водных минеральных агрегатов, в соответствии всевозможных путей перемещения углеводородного сырья, его накопления и расположения нефтегазовых залежей. В серии нефтегазовых залежей, равно, как и в недрах скоплений газообразных углеводородов, по причине внутренних потерь и транспортировок между пластами появляются повторные нефтегазовые сосредоточения в предпродуктивных водопереточных развитиях. Данные скопления проступают в качестве конденсата воды и газа, его проявлений в разрабатываемых месторождениях и близлежащего водотока, непредвиденном увеличении объема подземных водотоков и их извержение на верхний уровень земли [5].

Разберем характер воздействия более подробно. Наиболее частым и характерным признаком нестационарности условий являются скачки давления с постепенным понижением напора в месторождении газа и нефтепродуктов и примыкающих к ним законтурных зонах, исключающие устойчивую добычу. На примере регрессионного изменения ландшафта трансформирования пластового давления, как правило, менее велики, однако крайне важны. Данные гидрогеологические ситуации дают начало процессам к повышению движения и смещению градиентов жидкости в слоях породы в несколько крат, изменяя скорости и направления пластовых потоков, что практически сразу же сказывается на большей части месторождений нефтепродуктов, обладающих непосредственным гидравлическим соотношением с близлежащими потоками вод. Лишь месторождения, не обладающие гидравлическим сообщением с системой водного напора (в частности, обусловленные составом, структурой или закрепленные направлением потока нефтепродуктов и воды в результате столкновения), а также залежи с неестественными (неньютоновскими) чертами нефтепродуктов имеют возможность уклониться от влияния технической деятельности воздействий гидродинамического положения [3]. Известны примеры, когда уменьшение пластового давления в водонапорной системе слоев пород под действием эксплуатации залежей нефти включило це-

лое месторождение на расстоянии более ста километров от бассейна.

Данные нарушения в гидродинамической обстановке имеют возможность стать причиной перемещения и изменения морфологического состава залежей нефтепродуктов, находящихся в чертах площади, включенной переменами пластового давления. Установлена серия случаев, когда происходило перемещение залежей под воздействием эксплуатации близлежащих месторождений. В практической деятельности, нахождение и предположение которого обосновывается расположением залежей углеводородного сырья рассредоточения месторождения по уровням и зонам, отнесенным к высокопродуктивным горизонтам, имеющим различный возраст, остается и на данный момент важной задачей [6].

Рассмотрим классификацию явлений преобразования месторождений под влиянием нестационарных гидрогеологических условий:

1) перемещение залежей в сторону месторождения, в ходе разработки которого произошло формирование воронки депрессии давления, оказываемое пластовыми флюидами (рис. 1). В случае если гидрогеологическое положение остается неизменным действиями техногенеза, приведенные давления можно отразить эпюрой P_0 , то есть залежь A использует сводовый отдел купола, с расположением ВНК горизонтально или с некоторым локальным уклоном аналогично с уклоном пьезометрического уровня. Таким образом, при создании воронки депрессии данного напора [8] в ходе разработки залежи B – формируется и будет происходить смещение залежи A в сторону градиента давления к используемому месторождению B ;

2) смещение залежи в сторону от месторождения в результате возникновения конуса репрессии напора в случае ведения эксплуатации с неестественным тампонирующим флюидом в пласт, предпочтительно, при закачке воды в нагнетательные скважины, развернувшиеся за внешним контуром нефтеносности (рис. 2). Данный вид перемещения залежей обширно распространен в девонских отложениях терригенного комплекса;

3) на третьем месте неестественного перемещения залежей продвигается в ходе пролонгации эксплуатации месторождения в положении перестроения первого типа (рис. 3). Данный тип зарождается в условиях, когда перемещение залежи в направлении эксплуатируемого месторождения, где устроена воронка депрессии, в такой степени высоко, что доля нефтепродуктов проходит составной предел и перемещается за порог описанной ловушки.

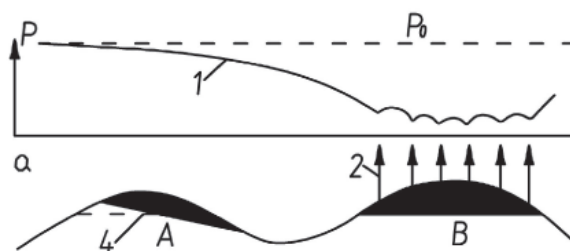


Рис. 1. Перемещение залежей в сторону месторождения:
1 – линия преобразования пластового давления; скважины: 2 – используемые;
3 – нагнетательные; 4 – первичный ВНК

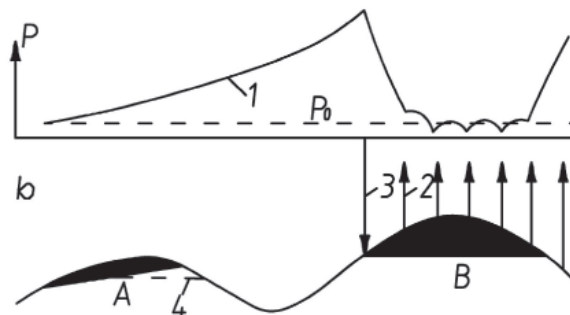


Рис. 2. Перемещение залежей в сторону от месторождения:
1 – линия преобразования пластового давления; скважины: 2 – используемые;
3 – нагнетательные; 4 – первичный ВНК

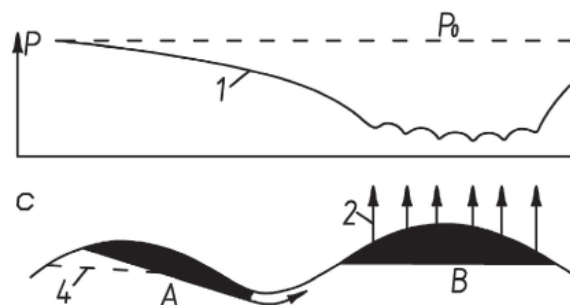


Рис. 3. Перемещение залежей в сторону месторождения
в состоянии разработки залежи без перестроения режима:
1 – линия преобразования пластового давления; скважины: 2 – используемые;
3 – нагнетательные; 4 – первичный ВНК

Описанную информацию необходимо брать в расчет в ходе исследований, поиска и эксплуатации залежей нефтепродуктов в зонах с разрабатываемыми месторождениями.

Важность изложенных закономерностей перемещения и изменения формы месторождений углеводородного сырья состоит в следующем [2]:

1. Выяснение зависимостей перемещения и составного изменения месторождений существенно для определения положений возникновения и расположений залежей. Описанные случаи основательно подтверждают действительность нынешних перемещений нефтепродуктов в пластах, вероят-

ность переустройства месторождений за крайне малый период, особенную маневренность углеводородного сырья. Возникли и иные случаи, подтверждающие вывод об обширном современном перемещении нефтепродуктов. В данном случае в различных неиспользуемых скважинах воды, в ходе испытания которых были извлечены чистые водопритокки без показателей углеводородов, по прошествии нескольких лет внезапно возникла смесь нефтепродуктов. Приток нефтепродуктов осуществлялся в течение нескольких периодов. Поступление нефтепродуктов из однородных отложений имеет возможность остро осложняться в ряде причин загрязнения призабойной

зоны выделившимися из сырья с асфальто-во-смолистыми продуктами и непредельными углеводородами. Одновременно не охлажденное влияние на призабойный район выходит крайне полезным. Перенесенные в данном районе осадки растворяются и поступление восстанавливается на частично продолжительный период, вследствие чего происходит увеличение нефтеотдачи [1]. По всей видимости, данное углеводородное сырье было вытолкнуто из некоторых еще неизвестных месторождений под действием перемены гидродинамического положения и в ходе последующего перемещения приблизились к водонапорным скважинам. Исследование настоящих процессов перемещения, изменения формы и миграции залежей углеводородного сырья под воздействием технических и технологических аспектов крайне важно для анализа этих операций, осуществившихся в геологическом минувшем под действием естественных изменений деформационных или гидрогеодинамических аспектов, влияющих на расположение нефтегазовых месторождений.

2. В ходе исследования и обнаружения залежей на территории эксплуатируемых месторождений применение исключительно составных допущений имеет возможность быть нерезультативным, так как залежи могут быть перемещены из блоковых долей местных структур в сторону направленного возрастания описываемого напора. Для анализа течения вероятного перемещения залежей нужна сеть контрольных напорных скважин и усердный контроль за развитием давления горных пород. Исследования необходимо не останавливать даже в ходе фиксации негативных выводов в скважинах, обнажающих смыкание строения пласта. Подобные решения необходимо считать при проектировании скважин в ходе установления границ вскрытых месторождений.

3. Единым следствием всех проанализированных фактов перемещения нефтепродуктов является включение доли углеводородного сырья в ходе эксплуатации залежи в район прослаивания водного горизонта пластов. В то же время необратимы крупные утечки нефтепродуктов на осуществление мертвого насыщения нефтепродуктами трещинного пространства, существовавшего прежде совершенно залитым водой. Главная цель осмысленной эксплуатации сопрягающихся залежей есть минимизация или уменьшение подобных невозвратных утрат, поэтому пограничные залежи нужно включать в эксплуатацию в одно время [7]. Одновременно необходимо нацелить интерес на вытекающий факт. Гидродинамическое

влияние, оказываемое на месторождение вследствие эксплуатации близлежащих залежей, можно разбить на два вида:

1) месторождения, у которых замок ловушки распределен в сторону сокращения обусловленного давления;

2) месторождения, у которых замок ловушки распределен вопреки распределению сокращенного давления.

Месторождения данных групп располагаются в различных положениях. В месторождении первой группы под влиянием резкой смены давления доля нефтепродуктов имеет силу переместиться до замка ловушки и оставить ее, переборов составной предел. Доля покинувшего углеводородного сырья имеет возможность приблизиться к иному месторождению или же данные нефтепродукты навсегда упускаются в ходе перемещения.

В залежах второй группы транспортировка нефти осуществляется от замка ловушки, так что нефть не оставляет выделенную структуру, а только перемещается по сторонам градиента давления. Зона нефти, без сомнения, опустошается на мертвое нефтенасыщение будучи до того водоносной частью пласта, но при этом эти убытки меньше в сравнении с залежами первой группы. Исходя из этого задержка с вводом в эксплуатацию залежей первой группы наиболее неумогна.

Список литературы

1. Алтунина Л.К., Щербакова А.Г., Гусева Ю.З., Овсянникова В.С., Чуйкина Д.И., Филатов Д.А. Влияние физико-химических методов увеличения нефтеотдачи на пластовый микробиоценоз и свойства добываемой нефти // Экологический вестник России. – 2016. – № 4. – С. 16–21.
2. Казанкова Э.Р., Корнилова Н.В., Судо Р.М. Особенности флюидодинамического состояния геолого-геофизической среды с позиции нелинейной геодинамики // Георесурсы, геоэнергетика, геополитика. – 2010. – № 2 (2). – С. 12–30.
3. Нелинейная геодинамика в геологических процессах // Геологическая среда, минерагенические и сейсмотектонические процессы: материалы 18 Международной научно-практической конференции. – Воронеж, 2012. – С. 326–329.
4. Оценка основных характеристик продуктивного пласта путем гидродинамического мониторинга // Геология, география и глобальная энергия. – Астрахань, 2013. – № 2 (49). – С. 71–80.
5. Оценка эффективности системы заводнения на залежах нефти в карбонатных коллекторах Ново-Елховского месторождения // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. – Уфа, 2011. – № 3. – С. 5–12.
6. Пешков В.Е., Соляник А.С., Крылов О.В., Захарова А.А., Тихомирова Н.О. Обоснование модели прогнозирования проницаемости параметров продуктивных пластов при освоении нефтяных и газовых месторождений // Известия Томского политехнического университета. – 2007. – № 3. – С. 19–21.
7. Судо Р.М. Изучение фильтрационных потоков Средне-Хулымского нефтяного месторождения с помощью трассерных исследований // Нефтяное хозяйство. – 2007. – № 2. – С. 89–97.
8. Эффективные методы решения проблемы контроля и управления разработкой нефтяных месторождений в современных условиях // Сборник трудов Международной научно-технической конференции, посвященной 60-летию филиала. – Уфа, 2016. – С. 179–185.

УДК 551.345:912.43

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В МЕРЗЛОТНО-ЛАНДШАФТНОМ АНАЛИЗЕ ОСВАИВАЕМЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Шестакова А.А., Торговкин Я.И.*ФГБУН «Институт мерзлотоведения им. П.И. Мельникова» СО РАН,
Якутск, e-mail: aashest@mail.ru, torgovkin@mpi.ysn.ru*

Впервые получена количественная характеристика геокриологических условий, сложившихся в ряде осваиваемых территорий в пределах Якутии – железной дороги (участок «Томмот – Кердем»), каскада Тимптонской ГЭС, нефтегазоносного месторождения «Ванкорское» и участков подтопления на р. Алазее. На основании первичных материалов полевых мерзлотно-ландшафтных исследований, выполненных в течение ряда лет, и анализа фондовых материалов составлена серия крупномасштабных (1:25 000) и среднемасштабных (1:200 000) мерзлотно-ландшафтных карт различного уровня детальности, содержащих базу данных по структуре компонентов природно-территориальных комплексов (ПТК). Выявлена пространственная дифференциация мерзлотных ландшафтов и их составляющих на уровне типов урочищ, типов ландшафтов и местностей по мерзлотным критериям – температуре, льдистости, влажности и мощности сезонно-талого слоя грунтов.

Ключевые слова: мерзлотный ландшафт, пространственная дифференциация, ГИС, природно-территориальный комплекс, криоиндикационные связи, температура грунтов, мощность сезонно-талого слоя, льдистость грунтов, карст, влажность грунтов

USE OF GIS TECHNOLOGIES IN PERMAFROST LANDSCAPE ANALYSIS OF DEVELOPMENT AREAS

Shestakova A.A., Torgovkin Ya.I.*P.I. Melnikov Permafrost Institute SB RAS, Yakutsk, e-mail: aashest@mail.ru, torgovkin@mpi.ysn.ru*

This study provides the first quantitative characteristics of permafrost conditions in several areas of Yakutia affected by human activities, including the Tommot-Kerdeg railway, Timpton hydropower plants, Vankor oil and gas fields and flood-prone areas along the Alazeya River. Based on primary materials of field permafrost-landscape studies carried out over a number of years and analysis of earlier observations, a series of large – (1:25,000) and medium-scale (1:200,000) permafrost-landscape maps were compiled at different levels of detail. These maps contain a database on the structure of the components of natural-territorial complexes. The GIS analysis indicates spatial differentiation in ground temperature, ice content, moisture content, and active layer thickness for different landscape units identified in the study area.

Keywords: permafrost landscape, spatial differentiation, GIS, natural-territorial complex, permafrost indicators, ground temperature, active layer thickness, ice content, karst, moisture content

Применение геоинформационных технологий (ГИС) открывает новые возможности не только в проведении пространственно-временного анализа современных процессов и явлений, но и при использовании традиционных методов исследований, в частности, ландшафтной индикации мерзлотных условий. Результаты ландшафтно-криоиндикационных исследований весьма эффективны при использовании ГИС-технологий в мерзлотоведении и в первую очередь в цифровом картографировании с применением атрибутивных данных слоя карт [5].

Основная цель исследований – проведение мерзлотно-ландшафтной оценки осваиваемых территорий и выявление закономерностей их пространственной дифференциации. В статье рассмотрены следующие объекты: железная дорога (участок Томмот – Кердем), каскад Тим-

птонской ГЭС, нефтегазоносное месторождение «Ванкорское» и участки подтопления на р. Алазее.

Материалы и методы исследований

Были использованы программы: ArcGIS 10.1, ArcView GIS 3.2a, Google Earth, GPS TrackMaker, OziExplorer и следующие материалы: топографические карты масштаба 1:200 000, послужившие основой, мерзлотно-ландшафтная карта Якутии масштаба 1:2 500 000, аэроснимки и космоснимки Landsat. Выполнение поставленной цели осуществлялось с использованием следующих методов: комплекса полевых исследований, который включает изучение состава, влажности, льдистости СТС и верхних горизонтов ММП; дистанционных методов (дешифрирования аэрофотоснимков); ГИС-картографирования; использования методов создания баз геоданных на основе ArcGIS. В основе классификационных построений лежит разработанная А.Н. Фёдоровым в Институте мерзлотоведения СО РАН методика картографирования мерзлотных ландшафтов [4]. При этой разработке была использована известная таксономическая схема Ф.Н. Милькова [3].

Результаты исследований и их обсуждение

1. *Железная дорога (участок Томмот – Кердем).* Ландшафтные исследования были проведены в 2005–2006 гг. экспедицией Института мерзлотоведения СО РАН. В качестве ландшафтной основы нами была принята мерзлотно-ландшафтная карта проектируемой железной дороги Томмот – Кердем масштаба 1:25 000, составленная в Институте мерзлотоведения СО РАН. Эта карта представляет собой сочетание типов местности и типов (подтипов и родов) ландшафтов. Всего на карте выделены 21 тип (подтип) местности и 35 растительных сообществ, а также возрастные стадии их восстановления на гарях и антропогенная (рудеральная) растительность.

На участке Томмот-Кердем было изучено 4 физико-географических района с юга на север: Приалданский ступенчато-останцовый (376–408 км), Лено-Алданский увалисто-водораздельный (408–531 км), Лено-Амгинский известняково-карстовый (531–628 км) и Лено-Алданский песчаниковый район (628–704 км) [1].

К каждому физико-географическому району прилагается кадастр мерзлотно-ландшафтных условий. В кадастре даны все ландшафтные сочетания, выделенные на карте, отражены криоиндикационные связи в типах урочищ – рельеф, литологический состав отложений, растительность, криогенное строение, температура горных пород, мощность СТС и СМС, мерзлотно-геологические процессы.

В Приалданском ступенчато-останцовом районе смешанные елово-сосново-лиственничные разнотравно-брусничные леса с примесью березы, осины и кедра являются наиболее характерными. Температуры горных пород положительные, мощность СМС составляет 3–3,5 м. Положительные температуры грунтов можно объяснить тем, что исследуемый район находится южнее, чем все остальные. В связи с этим увеличение сумм количества солнечной радиации и атмосферных осадков обуславливает на дренированных плакорах и теплых склонах распространение талых пород, а развитие мерзлых толщ отмечается лишь на затененных ПТК – в нижних частях склонов северной экспозиции и в днищах мелких долин.

Наиболее распространены в Лено-Алданском увалисто-водораздельном районе урочища с сосновыми и лиственнично-сосновыми лесами с брусничным покровом. Температура горных пород составляет –0,5...–1,5 °C и мощность СТС 2,5–3,5 м.

Лено-Амгинский известняково-карстовый район отличается интенсивным проявлением повсеместного как поверхностного, так и глубинного мерзлотного карста. Преобладают елово-лиственничные леса мохово-брусничные на очень пологих склонах с температурой горных пород от –2 до –3 °C и мощностью СТС от 1 до 1,5 м.

Лено-Алданский песчаниковый район характеризуется лиственничными лесами голубично-брусничными на очень пологих склонах с температурой грунтов от –2 до –3 °C и мощностью СТС 1–1,5 м. Эти леса занимают около трети территории района.

Основные характеристики многолетне-мерзлых пород по 4 районам исследований приведены в табл. 1.

При картографировании с использованием ГИС получена модель ландшафтной основы с тематическими цифровыми картами (рис. 1).

2. *Каскад Тимптонской ГЭС.* Работы проводились экспедицией Института мерзлотоведения СО РАН в 2006 г. на р. Тимптон по проектируемым водохранилищам ГЭС. Исследования проводились по трем створам: Иджекскому, Канкунскому и Нижне-Тимптонскому. Всего было классифицировано 6 типов местности – плакорный, крутосклонный, среднесклонный, пологосклонный, склоновый ложбинный и мелкодолинный, а также 9 типов ландшафтов. Анализ карты типов местности показывает, что ареалы типов местности достаточно обширны. Поэтому карта типов местности бассейна р. Тимптон выглядит достаточно пестрой (рис. 2). Всего на карте отражены 413 объектов, имеющих отдельные контуры.

Значительные территории заняты плакорным (25 % от общей площади), пологосклонным (31 %) и среднесклонным (30 %) типами местности. Ландшафты на многолетнемерзлых породах занимают 15 % рассматриваемой территории. Ландшафты с сезонно-промерзающими грунтами занимают 85 % территории. По криогенной текстуре и льдистости поверхностных отложений мерзлотные ландшафты можно оценить следующим образом: с массивной и корковой криогенной текстурой занимают 3 %, линзовидной и корковой – 5 %, линзовидно-слоистой, атакситовой и поясковой – 7 % рассматриваемой территории. Значения СТС-СМС дают следующее распределение (% общей площади): СМС 2–3 м – 85, СТС 0,5–1,0 м – 7, СТС 1,0–1,5 м – 5 и СТС 1,5–2,5 м – 3. Развитие экзогенных

мерзлотно-геологических процессов (% общей площади территории): карст – 12; сочетание карста и эрозии – 32; эрозии и плоскостно-

го смыва – 44; морозобойного растрескивания, эрозии и солифлюкции – 9; морозобойного растрескивания, пучения и термокарста – 3.

Таблица 1

Основные характеристики ММП

Район	Характерные типы урочищ	Криогенная текстура; объемная льдистость, %	Температура горных пород на глубине 10–15 м, °С	Мощность СТС/СМС, м	Экзогенные мерзлотно-геологические процессы
1. Приалданский ступенчато-останцовый	Смешанные елово-сосново-лиственничные леса с примесью березы, осины и кедра разнотравно-брусничные	–	До +1	СМС 3,0–3,5	Локальные карстовые просадки, эрозия, плоскостной смыл
2. Лено-Алданский увалисто-водораздельный	Сосновые и лиственнично-сосновые брусничные леса	Массивная линзовидная, корковая; 20–30	–0,5...–1,5	СТС 2,5–3,5	Локальные карстовые просадки, эрозия, обвалы
3. Лено-Амгинский известняково-карстовый	Елово-лиственничные леса мохово-брусничные	Массивная линзовидная, слоистая; 30–40	–2...–3	СТС 1,0–1,5	Морозоб. растрескивание, солифлюкция, эрозия
4. Лено-Амгинский песчаниковый	Лиственничные леса голубично-брусничные	Массивная линзовидная, слоистая; 30–40	–2...–3	СТС 1,0–1,5	Морозоб. растрескивание, солифлюкция, эрозия



Рис. 1. Тематические карты железной дороги Томмот – Кердем (участок Улу)

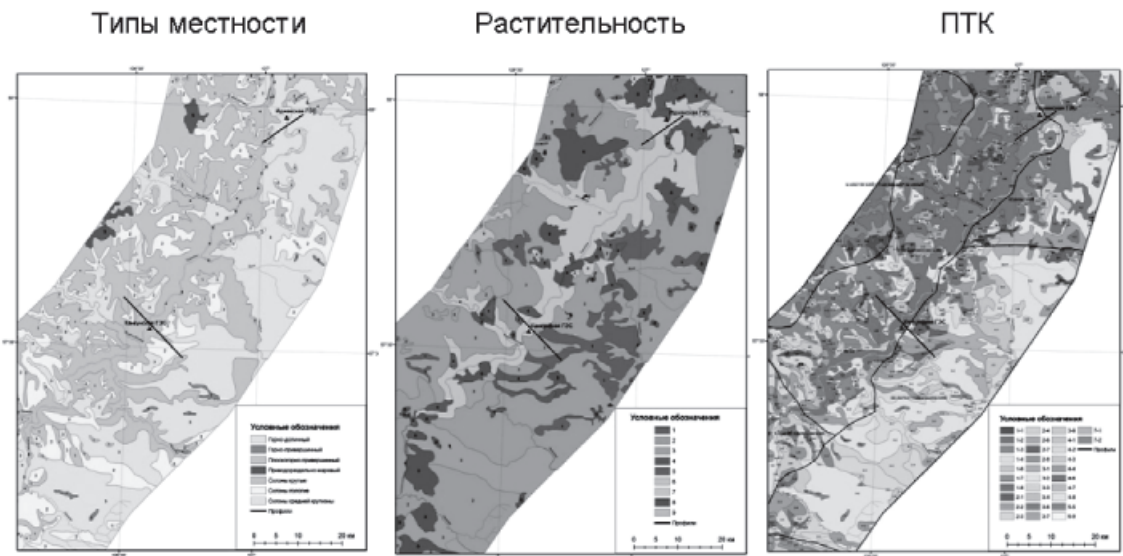


Рис. 2. Фрагменты карты типов местности, растительности и ПТК бассейна р. Тимптон

3. *Нефтегазоносное месторождение «Ванкорское».* На рассматриваемой территории преобладают супеси, суглинки, пески (79 %, или 293,6 км²). На значительных территориях влажность грунтов от 0,2 до 0,3 лежит в пределах 79 % общей территории. На достаточно больших площадях влажность грунтов 0,3–0,4 (11 %). Грунты со значениями 0,4–0,5 – 2 %, больше 0,5–1,7 % менее представлены. По всей картируемой территории на большей площади преобладают грунты со значением температуры –0,5...–1 и –1,5...–2 °C (56 и 27 % соответственно) (рис. 3). На остальной территории распространены грунты с температурами –1...–1,5 °C (3 %), –2...–2,5 °C (2 %) и 0...+1 °C (1 %). Распределение СТС-СМС по значениям (% всей рассматриваемой территории): СТС 0,6–0,8 м и 0,8–1,0 м – 45 и 37 соответственно. СТС 1,0–1,2 м – 6, СТС 1,2–1,4 м – 4 и СТС 0,4–0,6 м – 1. Сезонное промерзание 1,4 % всей рассматриваемой территории. Процессы морозобойного растрескивания, образования пятен-медальонов интенсивно развиты на всей территории (58 % или 214,01 км²). Наиболее интенсивны эрозия плоскостная и линейная (11 %), морозобойное растрескивание и термокарст (9 %). На незначительных площадях отмечаются пучение (1,3 %) и солифлюкция (1 %).

4. В 2009 г. экспедицией Института мерзлотоведения СО РАН велись мерзлотно-ландшафтные и геокриологические исследования на р. Алазее на трех участках – Сватай, Аргахтах-Ойусардах

и Андриюшкино [2]. Составлены карты типов местности и серии тематических карт (рис. 4).

На участке *Сватай* распределение типов местности в пространственном отношении следующее. На значительных территориях преобладают межаласный и аласный типы местности (39 и 24 % общей территории соответственно). Надпойменный тип местности занимает 18 %, а мелкодолинный – 4 %. Повсеместно распространены грунты с температурами –4...–6 и –5...–7 °C (39 и 45 % соответственно). Грунты с льдистостью 0,4–0,6 занимают 45 %, с льдистостью 0,6–0,8 – 39 % общей площади. Минимальные значения влажности грунтов СТС (30–40 %) характерны для 39 % территории, максимальные (от 40 до 50 %) – 45 % территории. Значения мощности СТС от 0,4 до 0,5 м характерны для грунтов на 39 %. Типы местности со значениями мощности СТС от 0,6 до 0,7 м занимают 24 %, а с максимальными значениями от 0,7 до 0,8 м – 21 % рассматриваемой площади. Из криогенных процессов на межаласье наблюдается термокарст (39 %). Морозное растрескивание развито на 27 % всей территории исследуемого участка.

Участок Аргахтах-Ойусардах. Распределение типов местности здесь такое: 35 % заняты межаласьем; 29 % – аласами; 11 % – долинно-аласными; 5 % – мелкодолинными комплексами. Распределение температуры, льдистости, влажности грунтов, мощности СТС и криогенных процессов в пространственном отношении следующее. Грунты с температурами –5...–7 °C, льдистостью

0,4–0,6 и влажностью 40–50% составляют 45%. Грунты с температурами от –4 до –6°C, льдистостью 0,6–0,8 и влажностью 30–40 занимают на 34% территории. Распределение грунтов со значениями мощно-

сти СТС следующее: 0,4–0,5 м – 35%, 0,6–0,7 м – 29% и 0,7–0,8 м – 16%. На большей части рассматриваемого участка развиты процессы морозобойного растрескивания и термокарста (69%).

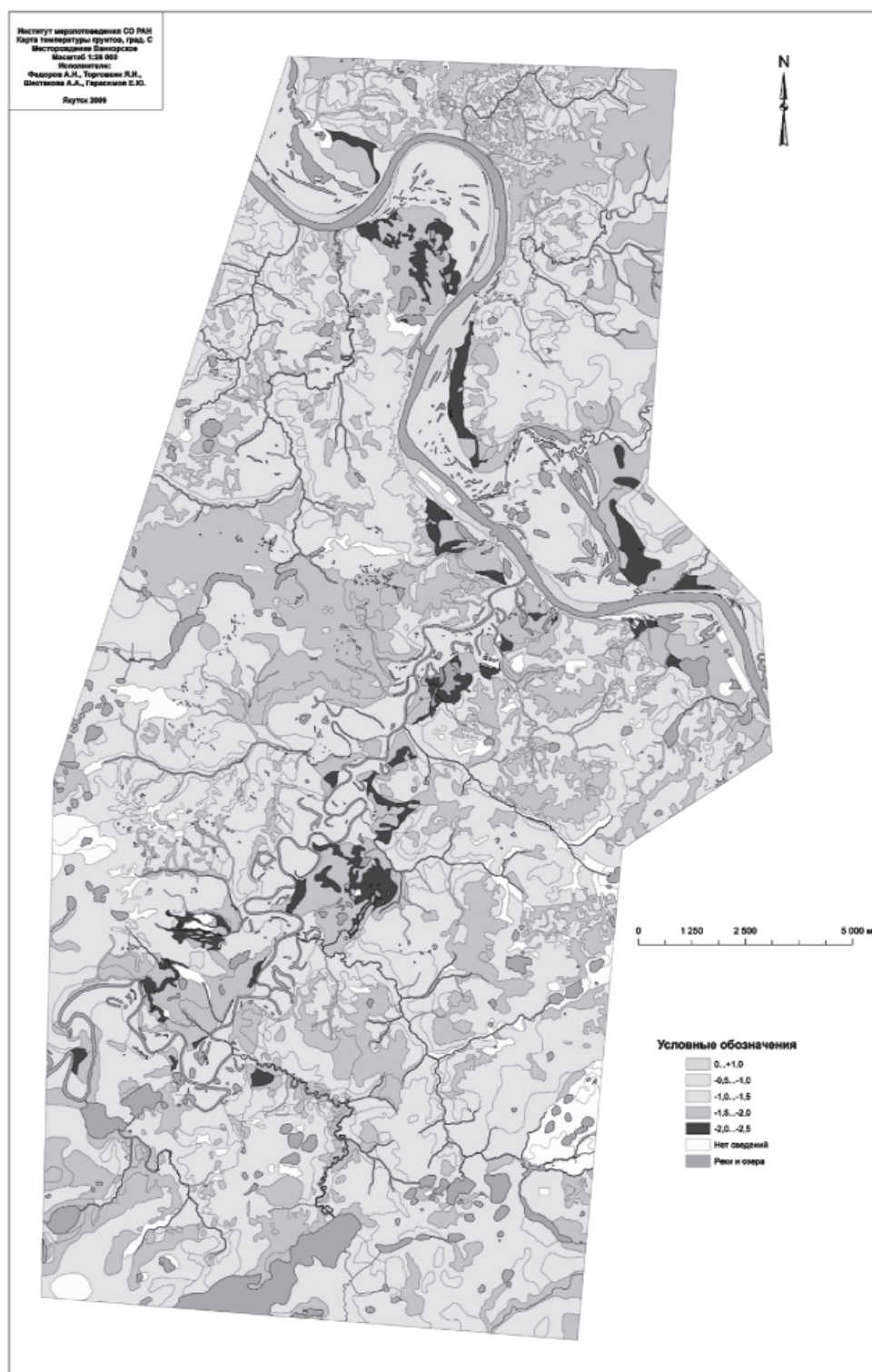


Рис. 3. Карта температуры грунтов Ванкорского месторождения нефти

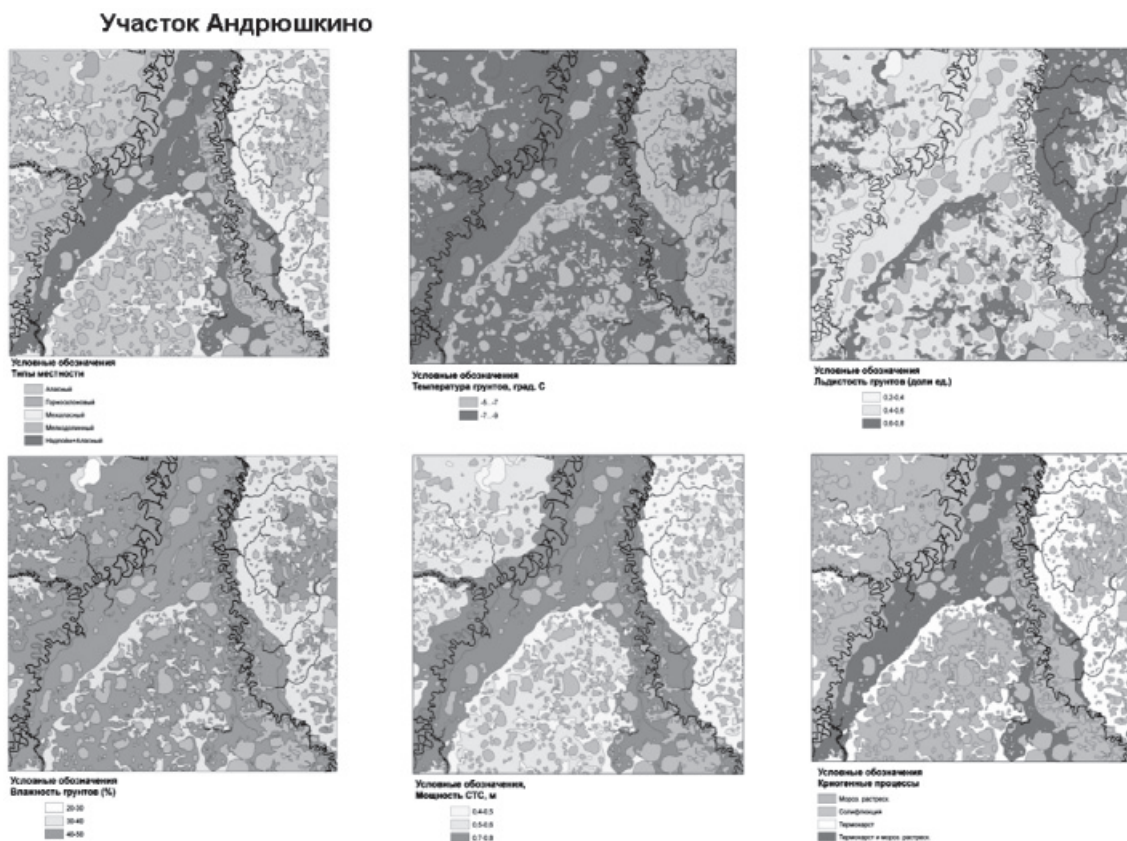


Рис. 4. Серии тематических карт на примере участка Андриюшкино

Таблица 2

Пространственное распределение типов местности и мерзлотных характеристик с учетом площади водных объектов (участок Андриюшкино)

Типы местности	Кол-во	Площадь (ед. оцифр.)	Процент от всей площади
1	2	3	4
Гидрография	206	428874855,5	10,15
Аласный	27	1226072808	29,01
Горносклоновый	1	17618476	0,42
Межаласный	60	993777210,9	23,52
Мелкодолинный	29	783780028,9	18,55
Надпойменный + Аласный	27	775852227,4	18,36
ВСЕГО		4225975607	100
Температура грунтов, °С			
Гидрография	260	428874855,5	10,15
-5...-7	60	993777210,9	23,52
-7...-9	84	2803323540	66,34
ВСЕГО		4225975607	100
Льдистость			
Гидрография	260	428874855,5	10,15
0,2-0,4	1	17618476	0,42
0,4-0,6	83	2785705064	65,92
0,6-0,8	60	993777210,9	23,52
ВСЕГО		4225975607	100
Влажность			
Гидрография	260	428874855,5	10,15
20-30	1	17618476	0,42

Окончание табл. 2

1	2	3	4
30–40	60	993777210,9	23,52
40–50	83	2785705064	65,92
ВСЕГО		4225975607	100
Мощность СТС, м			
Гидрография	260	428874855,5	10,15
0,4–0,5	6	1011395687	23,93
0,5–0,6	27	1226072808	29,01
0,7–0,8	5	1559632256	36,91
ВСЕГО		4225975607	100
Криогенные процессы			
Гидрография	206	428874855,5	10,15
Морозобойное растрескивание	56	2009852837	47,56
Солифлюкция	1	17618476	0,42
Термокарст	60	993777210,9	23,52
Термокарст и морозобойное растрескивание	27	775852227,4	18,36
ВСЕГО		4225975607	100

Примерно треть исследуемого участка *Андрюшкино* занята аласным типом местности (29%). На межаласный, мелкодолинный, надпойменный и аласный, горносклоновый типы местности приходится – 24, 19, 18 и около 1% соответственно (табл. 2). Грунты с температурами $-7...-9^{\circ}\text{C}$ наиболее распространены по площади (66%). Грунты с температурами $-5...-7^{\circ}\text{C}$ занимают 23%. Лыдность грунтов распределяется таким образом: 0,4–0,6 – 66%; 0,6–0,8 – 24%; 0,2–0,4 – около 1%. Преобладают грунты с влажностью 40–50% (65% территории); 30–40% составляют 23%, и лишь 0,4% территории занимают грунты с показателями влажности от 20 до 30%. Наиболее распространены грунты с мощностью СТС 0,7–0,8 и 0,5–0,6 м – 37 и 29% соответственно. Грунты, протаивающие на 0,4–0,5 м, занимают 24% общей площади. Как и на участке Аргахта-Ойусардах, наиболее развиты морозобойное растрескивание и термокарст, составляющие 48 и 23%. На всем участке исследований наименее наблюдаемыми являются процессы солифлюкции.

Закключение

Использование геоинформационных технологий (ГИС) позволило оценить пространственную дифференциацию мерзлотных ландшафтов и их составляющих

на уровне типов урочищ, типов ландшафтов и местностей по мерзлотным критериям – температуре, лыдности, влажности и мощности сезонно-талого слоя грунтов.

Проведенные работы раскрывают содержание мерзлотных ландшафтов и структуру отдельных физико-географических районов, что позволит более детально изучить степень изменчивости ландшафтов в ходе строительства и оценить устойчивость ландшафтов в период эксплуатации.

Список литературы

1. Босиков Н.П., Васильев И.С., Федоров А.Н. Мерзлотные ландшафты зоны освоения Лено-Алданского междуречья. – Якутск: Изд-во Института мерзлотоведения СО АН СССР, 1985. – 124 с.
2. Готовцев С.П. Деграация ледового комплекса и ее роль в формировании гидрологического режима северных рек // География и природные ресурсы. – 2015. – № 4. – С. 107–111.
3. Мильков Ф.Н. Ландшафтная сфера Земли. – М.: Мысль, 1970. – 207 с.
4. Федоров А.Н. Мерзлотные ландшафты Якутии: методика выделения и вопросы картографирования. – Якутск: Институт мерзлотоведения СО АН СССР, 1991. – 140 с.
5. Шестакова А.А. Ландшафтная индикация многолетнемерзлых пород и составление картографических моделей для оценки устойчивости мерзлотных ландшафтов с применением ГИС // Проблемы территориальной организации природы и общества: материалы Всероссийской научной конференции с международным участием, посвященной 90-летию со дня рождения доктора географических наук, профессора Юрия Петровича Михайлова, г. Иркутск, 30 октября – 1 ноября 2012. – С. 329–331.