

**МЕЖДУНАРОДНЫЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ЖУРНАЛ**

INTERNATIONAL RESEARCH JOURNAL

**ISSN 2303-9868 PRINT
ISSN 2227-6017 ONLINE**

Екатеринбург
2016



Периодический теоретический и научно-практический журнал.
Выходит 12 раз в год.
Учредитель журнала: ИП Соколова М.В.
Главный редактор: Миллер А.В.
Адрес редакции: 620075, г. Екатеринбург, ул. Красноармейская,
д. 4, корп. А, оф. 17.
Электронная почта: editors@research-journal.org
Сайт: www.research-journal.org

**№ 12 (54) 2016
Часть 1
Декабрь**

Подписано в печать 19.12.2016.
Тираж 900 экз.
Заказ 26165
Отпечатано с готового оригинал-макета.
Отпечатано в типографии ООО "Компания ПОЛИГРАФИСТ",
623701, г. Березовский, ул. Театральная, дом № 1, оф. 88.

Сборник по результатам LVII заочной научной конференции International Research Journal.

За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы.

Журнал имеет свободный доступ, это означает, что статьи можно читать, загружать, копировать, распространять, печатать и ссылаться на их полные тексты с указанием авторства без каких либо ограничений. Тип лицензии CC поддерживаемый журналом: Attribution 4.0 International (CC BY 4.0). Журнал входит в международную базу научного цитирования **Agris**.

Номер свидетельства о регистрации в Федеральной Службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций: **ПИ № ФС 77 – 51217**.

Члены редколлегии:

Филологические науки: Растягаев А.В. д-р филол. наук, Сложеникина Ю.В. д-р филол. наук, Штрекер Н.Ю. к.филол.н., Вербицкая О.М. к.филол.н.

Технические науки: Пачурин Г.В. д-р техн. наук, проф., Федорова Е.А. д-р техн. наук, проф., Герасимова Л.Г., д-р техн. наук, Курасов В.С., д-р техн. наук, проф., Оськин С.В., д-р техн. наук, проф.

Педагогические науки: Лежнева Н.В. д-р пед. наук, Куликовская И.Э. д-р пед. наук, Сайкина Е.Г. д-р пед. наук, Лукьянова М.И. д-р пед. наук.

Психологические науки: Мазилев В.А. д-р психол. наук, Розенова М.И., д-р психол. наук, проф., Ивков Н.Н. д-р психол. наук.

Физико-математические науки: Шамолин М.В. д-р физ.-мат. наук, Глезер А.М. д-р физ.-мат. наук, Свиштунов Ю.А., д-р физ.-мат. наук, проф.

Географические науки: Умывакин В.М. д-р геогр. наук, к.техн.н. проф., Брылев В.А. д-р геогр. наук, проф., Огуреева Г.Н., д-р геогр. наук, проф.

Биологические науки: Буланый Ю.П. д-р биол. наук, Аникин В.В., д-р биол. наук, проф., Еськов Е.К., д-р биол. наук, проф., Шеуджен А.Х., д-р биол. наук, проф.

Архитектура: Янковская Ю.С., д-р архитектуры, проф.

Ветеринарные науки: Алиев А.С., д-р ветеринар. наук, проф., Татарникова Н.А., д-р ветеринар. наук, проф.

Медицинские науки: Медведев И.Н., д-р мед. наук, д.биол.н., проф., Никольский В.И., д-р мед. наук, проф.

Исторические науки: Меерович М.Г. д-р ист. наук, к.архитектуры, проф., Бакулин В.И., д-р ист. наук, проф., Бердинских В.А., д-р ист. наук, Лёвочкина Н.А., к.ист.наук, к.экон.н.

Культурология: Куценков П.А., д-р культурологии, к.искусствоведения.

Искусствоведение: Куценков П.А., д-р культурологии, к.искусствоведения.

Философские науки: Петров М.А., д-р филос. наук, Бессонов А.В., д-р филос. наук, проф.

Юридические науки: Грудцына Л.Ю., д-р юрид. наук, проф., Костенко Р.В., д-р юрид. наук, проф., Камышанский В.П., д-р юрид. наук, проф., Мазуренко А.П. д-р юрид. наук, Мещерякова О.М. д-р юрид. наук, Ергашев Е.Р., д-р юрид. наук, проф.

Сельскохозяйственные науки: Важов В.М., д-р с.-х. наук, проф., Раков А.Ю., д-р с.-х. наук, Комлацкий В.И., д-р с.-х. наук, проф., Никитин В.В. д-р с.-х. наук, Наумкин В.П., д-р с.-х. наук, проф.

Социологические науки: Замараева З.П., д-р социол. наук, проф., Солодова Г.С., д-р социол. наук, проф., Кораблева Г.Б., д-р социол. наук.

Химические науки: Абдиев К.Ж., д-р хим. наук, проф., Мельдешов А. д-р хим. наук.

Науки о Земле: Горяинов П.М., д-р геол.-минерал. наук, проф.

Экономические науки: Бурда А.Г., д-р экон. наук, проф., Лёвочкина Н.А., д-р экон. наук, к.ист.н., Ламоттке М.Н., к.экон.н.

Политические науки: Завершинский К.Ф., д-р полит. наук, проф.

Фармацевтические науки: Тринева О.В. к.фарм.н., Кайшева Н.Ш., д-р фарм. наук, Ерофеева Л.Н., д-р фарм. наук, проф.

ОГЛАВЛЕНИЕ

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ / BIOLOGY

| | |
|---|----|
| СООТНОШЕНИЕ МЕЖДУ ПОКАЗАТЕЛЯМИ СВОБОДНОРАДИКАЛЬНОГО ОКИСЛЕНИЯ ЛИПИДОВ И БЕЛКОВ В ПЛАЗМЕ КРОВИ ПОСЛЕ СИСТЕМНОЙ АНОКСИИ У ЖИВОТНЫХ С РАЗНОЙ УСТОЙЧИВОСТЬЮ К ГИПОКСИИ..... | 6 |
| СТИМУЛИРУЮЩЕЕ ДЕЙСТВИЕ МАЗУТНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ НА РАСТЕНИЯ И МИКРООРГАНИЗМЫ..... | 10 |
| ПОДБОР ОПТИМАЛЬНОЙ ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ ДЛЯ ГОМОГЕННОГО, ПЕРИОДИЧЕСКОГО КУЛЬТИВИРОВАНИЯ <i>AZOTOBACTER CHROOCOCCUM</i> | 12 |
| ВЛИЯНИЕ НИЗКИХ КОНЦЕНТРАЦИЙ РАСТВОРА NaCl НА ПРОРАСТАНИЕ СЕМЯН <i>HORDEUM VULGARE L.</i> | 14 |
| ВЛИЯНИЕ ХЛОРИДА НАТРИЯ НА ПРОРАСТАНИЕ СЕМЯН И РОСТ ПРОРОСТКОВ ЯЧМЕНЯ <i>HORDEUM VULGARE L.</i> В ПОЧВЕННЫХ УСЛОВИЯХ | 18 |
| ИНТЕГРАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЧИСЛЕННОСТИ МАКРОЗООБЕНТОСА ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ИНДЕКСА ГУДНАЙТА-УИТЛЕЯ | 22 |
| <i>DRD4</i> GENE POLYMORPHISM IN CHILDREN OF NOMADIC AND URBAN INDIGENOUS POPULATIONS IN THE NORTH OF WEST SIBERIA | 25 |
| НОВЫЕ НАХОДКИ РОГОЗОВ (<i>TYPHA L.</i>) В ХАНТЫ-МАНСИЙСКОМ АВТОНОМНОМ ОКРУГЕ-ЮГРЕ | 28 |
| ЭКОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ АДАПТАЦИЯ | 31 |
| МНОГОЛЕТНЯЯ И СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ ДОННЫХ ОРГАНИЗМОВ ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ДЕЛЬТЫ ВОЛГИ | 34 |
| INVESTIGATION OF THE MIGRATORY ACTIVITY OF <i>HOPLOBATRACHUS RUGULOSUS</i> NUCLEAR ERYTHROCYTES AND LEUKOCYTES..... | 37 |
| УНИВЕРСАЛЬНОСТЬ СКЕЙЛИНГА РАЗНООБРАЗИЯ В НЕЙТРАЛЬНЫХ И НИШЕВЫХ МОДЕЛЯХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СООБЩЕСТВ..... | 40 |

ВЕТЕРИНАРНЫЕ НАУКИ / VETERINARY SCIENCE

| | |
|---|----|
| МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ГРАНУЛ ЗИМОГЕНА ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ МЛЕКОПИТАЮЩИХ В ПОСТНАТАЛЬНОМ ОНТОГЕНЕЗЕ | 46 |
|---|----|

ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ НАУКИ / GEOGRAPHY

| | |
|---|----|
| К КОНЦЕПЦИИ РАЗВИТИЯ ТУРКОМПЛЕКСА В ЦЕЙСКОМ УЩЕЛЬЕ СЕВЕРНОЙ ОСЕТИИ | 49 |
| СХОДСТВО РЕСУРСНЫХ ЦИКЛОВ ХАНТЫ-МАНСИЙСКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА И РЕГИОНОВ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ | 53 |

ГЕОЛОГО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ / GEOLOGY AND MINERALOGY

| | |
|---|----|
| ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ МОРЕННЫХ ГРУНТОВ В ПОДЗЕМНОЙ СРЕДЕ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА ДЛЯ ОЦЕНКИ ИХ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ..... | 56 |
| ТИПОМОРФНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ГРАНАТА И ИЛЬМЕНИТА ИЗ КИМБЕРЛИТОВ ТРУБКИ МОРКОКА (ЯКУТИЯ) | 61 |
| К МЕТОДИКЕ ОБНАРУЖЕНИЯ И ДИАГНОСТИКИ КОСМИЧЕСКИХ ЧАСТИЦ В СОЛЯХ ВЕРХНЕКАМСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ | 64 |

НАУКИ О ЗЕМЛЕ / SCIENCE ABOUT THE EARTH

| | |
|--|----|
| ПРОЕКТЫ ТРУДНОИЗВЛЕКАЕМЫХ ЗАПАСОВ ПРИ ВЫСОКОЙ ВОЛАТИЛЬНОСТИ МИРОВЫХ ЦЕН НА НЕФТЬ..... | 68 |
| СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ И ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ НАПРАВЛЕННЫХ НА СНИЖЕНИЕ ПЫЛЕОБРАЗОВАНИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ НА КАРЬЕРАХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ..... | 73 |
| ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ТРИГОНОМЕТРИЧЕСКОГО НИВЕЛИРОВАНИЯ ПОВЫШЕННОЙ ТОЧНОСТИ..... | 77 |
| ЗАДАНИЕ ПАРАМЕТРОВ МЕТОДА ФРАКТАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ РЯДОВ, ОСНОВАННОГО НА КОРРЕЛЯЦИОННОМ ИНТЕГРАЛЕ | 80 |
| ASSESSMENT OF CLIMATE UNEASE IN ASTRAKHAN REGION | 84 |

| | |
|---|-----|
| ЛАНДШАФТНО-ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОБОСНОВАНИЮ МОНИТОРИНГА РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ ГОРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ | 87 |
| АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЛУАТАЦИИ СКВАЖИН ИЗ ОТЛОЖЕНИЙ БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЫ НА ТЕРРИТОРИИ ХМАО-ЮГРЫ..... | 91 |
| ИССЛЕДОВАНИЕ СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ СНЕЖНОГО ПОКРОВА САМОТЛОРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ | 94 |
| ВОПРОСЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВОДООХРАННЫХ ЗОН И НЕКОТОРЫЕ ИХ РЕШЕНИЯ | 99 |
| ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА БУРОВЗРЫВНОЙ ОТБОЙКИ РУД ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАЗВЕДОЧНЫХ СКВАЖИН В КАЧЕСТВЕ ВЗРЫВНЫХ | 102 |
| КРИТЕРИИ ВЫБОРА УГЛЕВОДОРОДНОГО РАСТВОРИТЕЛЯ ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ВВН И ПБ В УСЛОВИЯХ КРИОЛИТОЗОНЫ..... | 106 |
| АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД МОЛОКОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ | 109 |
| ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗРАБОТКИ АЧИМОВСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ ХМАО-ЮГРЫ | 112 |
| CORRUPTION IN FORMATION THE OPTIMAL STRATEGY DEVELOPMENT OF URBAN SYSTEM | 116 |

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ / AGRICULTURAL SCIENCES

| | |
|---|-----|
| ПОДХОДЫ К ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ ТЕМПЕРАТУРНОЙ ПРОГРАММЫ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ СКЕНИРУЮЩЕЙ КАЛОРИМЕТРИИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ СТАБИЛЬНОГО РЕЖИМА ИССЛЕДОВАНИЙ ПРИ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ | 120 |
| ОСОБЕННОСТИ ТУШЕНИЯ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ С УЧЕТОМ МИНЕРАЛИЗОВАННЫХ ПОЛОС..... | 125 |
| ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ КАЧЕСТВА КОРНЕПЛОДОВ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ..... | 130 |
| ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ДЕГРАДАЦИИ СЕРОЗЕМНО-ЛУГОВЫХ ПОЧВ ЖАМБЫЛСКОЙ ОБЛАСТИ | 132 |
| ПОЛИГОНЫ ТКО В МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ: ТЕКУЩАЯ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СИТУАЦИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РЕКУЛЬТИВАЦИИ | 135 |
| АДАПТИВНАЯ СПОСОБНОСТЬ И СТАБИЛЬНОСТЬ СОРТОВ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ | 140 |
| СТАЖИРОВКА КАК ЭЛЕМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛИЗМА КАДРОВ | 144 |
| ТЕХНОЛОГИЯ НАРАЩИВАНИЯ ПЛОДОРОДНОГО СЛОЯ ПОЧВЫ НА ПЛОЩАДЯХ, ПОДВЕРЖЕННЫХ ПРОЯВЛЕНИЮ КАРСТА | 147 |
| ОЦЕНКА НОВЫХ ПЕРСПЕКТИВНЫХ СОРТОВ СОИ АРМАВИРСКОЙ ОПЫТНОЙ СТАНЦИИ ВНИИМК..... | 151 |
| ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ДАННЫЕ ПО ОЦЕНКЕ СОРТОВ СОИ АРМАВИРСКОЙ ОПЫТНОЙ СТАНЦИИ ВНИИМК НА ЗАМОРОЗКОУСТОЙЧИВОСТЬ | 154 |
| ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ СУБСТРАТА И ДОЗИРОВОК ФЕРМЕНТНЫХ ПРЕПАРАТОВ НА ПРОЦЕСС ГИДРОЛИЗА ЭКСТРУДИРОВАННОГО ШРОТА ПОДСОЛНЕЧНИКА..... | 157 |
| ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ФОСФОГИПСА НЕЙТРАЛИЗОВАННОГО В РИСОВОМ СЕВООБОРОТЕ | 163 |

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ / BIOLOGY

DOI: 10.18454/IRJ.2016.54.148

Байбурина Г.А.¹, Нургалеева Е.А.², Аглетдинов Э.Ф.³, Степанова Е.М.⁴¹Кандидат медицинских наук, доцент, ²доктор медицинских наук, доцент,³доктор медицинских наук, ⁴кандидат медицинских наук, доцент,

Башкирский государственный медицинский университет

СООТНОШЕНИЕ МЕЖДУ ПОКАЗАТЕЛЯМИ СВОБОДНОРАДИКАЛЬНОГО ОКИСЛЕНИЯ ЛИПИДОВ И БЕЛКОВ В ПЛАЗМЕ КРОВИ ПОСЛЕ СИСТЕМНОЙ АНОКСИИ У ЖИВОТНЫХ С РАЗНОЙ УСТОЙЧИВОСТЬЮ К ГИПОКСИИ**Аннотация**

Эксперимент выполнен на самцах неинбредных белых крыс, разделенных на 2 группы по устойчивости к гипоксии. 5-минутную аноксию моделировали под общим эфирным наркозом интраторакальным пережатием сосудистого пучка сердца с последующей реанимацией. Период наблюдения составлял 35 дней. В плазме крови определяли содержание ТБК-реагирующих продуктов, карбонилированных белков, железо-зависимое образование битиروزина. Установлено, что для высокоустойчивых к гипоксии животных в постгипоксическом периоде характерна высокая устойчивость белков плазмы крови к свободнорадикальному окислению на фоне высокого уровня перекисного окисления липидов. Напротив, у животных неустойчивых к гипоксии на фоне относительно низких значений липопероксидации регистрировали высокие уровни показателей окислительного модифицирования белков, которые в несколько раз превышали соответствующие значения в оппозитной группе.

Ключевые слова: гипоксия, крысы, перекисное окисление липидов, окислительная модификация белков, резистентность к гипоксии.

Bayburina G.A.¹, Nurgaleeva E.A.², Agletdinov E.F.³, Stepanova E.M.⁴¹MD, associate professor, ²MD, associate professor, ³MD, ⁴MD, associate professor,

Bashkir State Medical University

THE RATIO BETWEEN FREE RADICAL OXIDATION OF LIPIDS AND PROTEINS IN THE BLOOD PLASMA AFTER SYSTEMIC ANOXIA IN ANIMALS WITH DIFFERENT RESISTANCE TO HYPOXIA**Abstract**

The experiment was performed on male noninbred albino rats divided into 2 groups of resistance to hypoxia. 5-minute simulated anoxia was modeled under general ether anesthesia with an intrathoracic cardiac vascular clamping beam with a subsequent resuscitation. The observation period lasted for 35 days. The blood plasma was determined with a content of TBA-reactive products, carbonylated proteins, an iron-dependent formation of bitirozin. It was found that a highly resistant to hypoxia animals have a posthypoxic period, which is characterized with a high stability of the plasma proteins to a free radical oxidation in the context of high levels of lipid peroxidation. In contrast, the animals unstable to hypoxia at relatively low values of the background lipoperoxidation high levels of oxidative modification of proteins were recorded, which several times are higher than the corresponding values in an opposite group.

Keywords: hypoxia, rats, lipid peroxidation, oxidative modification of proteins, resistance to hypoxia.

Свободнорадикальное окисление является кислородзависимым процессом, а напряженность энергетических кислородзависимых процессов в клетке является ведущим фактором, определяющим интенсивность процессов окислительной деструкции биомолекул [1]. Известно, что низкоустойчивые (НУ) к гипоксии животные, по сравнению с высокоустойчивыми (ВУ) животными, характеризуются более высоким уровнем потребления кислорода, что влечет за собой более высокий уровень свободнорадикального окисления [2, С. 202]. Установлено, что для НУ животных характерны более высокие значения активности микросомального окисления и более высокий уровень перекисного окисления липидов (ПОЛ) в микросомах [3, С.105-108]. [4, С. 4-10].

Согласно современным представлениям, в состоянии окислительного стресса атаке активных форм кислорода подвергаются не только и не столько фосфолипиды, но и белки плазматических мембран, что приводит к их деполимеризации и лизису клеток. Поэтому окислительную модификацию белков (ОМБ), наряду с липидной перексидацией, рассматривают как один важнейших маркеров повреждения ткани [5, С.1-3].

В ходе ряда патологических состояний окислительный стресс сочетается с карбонильным, возникающим в результате увеличения концентрации активных соединений, содержащих альдегидные и карбонильные группы. К этим соединениям относятся глиоксаль, метилглиоксаль, 3-гидрокси-2-оксо-6-фосфоглюкозон, представляющие собой продукты окисления углеводов. Активными карбонильными соединениями являются также малоновый диальдегид и 4-гидроксиноненаль, возникающие при перекисном окислении липидов [6, С.84]. Карбонильные продукты образуются также при свободнорадикальном окислении белков [7, С. 389-390]. Вышеперечисленные соединения модифицируют аминокислотные остатки белков и азотистые основания нуклеиновых кислот, меняя свойства этих важнейших биомолекул. Карбонильный стресс в настоящее время считается наиболее тяжелым проявлением оксидативного стресса, приводящим к инициации воспаления, аутоиммунных повреждений, гибели клетки (апоптоз или некроз) [8, С. 399-406].

Поэтому оценка соотношения между интенсивностью липопероксидации и окислительной модификации белков необходима для комплексной оценки процессов свободнорадикального окисления и характеристики проявлений окислительного стресса.

Таким, образом, отличия в реакции на гипоксические повреждения у ВУ и НУ к гипоксии животных в восстановительном периоде могут приводить к существенным отличиям динамики формирования окислительного стресса, а, следовательно, определять многие важные особенности течения постреанимационных осложнений.

Цель исследования: комплексная характеристика динамики формирования окислительного стресса у высоко- и низкоустойчивых к гипоксии животных в восстановительном периоде после остановки системного кровообращения.

Материалы и методы. Серия экспериментов выполнена на 320 половозрелых самцах неинбредных белых крыс массой 150-180 г. Животных содержали на стандартном рационе вивария при свободном доступе к воде. Условия проведения экспериментов для контрольных и опытных групп были идентичными.

По итогам тестирования на устойчивость к гипоксии [9] животные были разделены на 4 группы – неустойчивые, низкоустойчивые, среднеустойчивые и высокоустойчивые. В эксперимент брали животных отнесенных к двум крайним по устойчивости группам: высокоустойчивым и неустойчивым к гипоксии. Группы включали по 70 опытных и 10 контрольных крыс. Через неделю после тестирования под общим эфирным наркозом моделировали 5-минутную аноксию интраторакальным пережатием сосудистого пучка сердца по методу Корпачева В.Г. [10, С. 78-80]. Реанимация проводилась с помощью наружного массажа сердца и искусственной вентиляции легких. Контрольная группа крыс после тестирования на устойчивость к гипоксии подвергалась эфирному наркозу без моделирования аноксии. Период наблюдения составлял 35 дней. По истечении 1-х, 3-, 5-, 7-, 14-, 21- и 35-х суток животных под эфирным наркозом выводили из эксперимента декапитацией и осуществляли забор крови для исследования.

Содержание в плазме крови карбонилированных белков (КБ) определяли по их реакции с 2,4-динитрофенилгидразином с последующей спектрофотометрической регистрацией продуктов взаимодействия – динитрофенилгидразонов [11, С. 272], железо-зависимое образование битирозина (БТ) по методу [11, С. 275], продуктов, реагирующих с тиобарбитуровой кислотой (ТБК-рп) с помощью набора реактивов «ТБК-АГАТ» (фирма ООО АГАТ-МЕД, Москва).

Статистическую обработку результатов проводили с использованием стандартного пакета программ Statistica 6.0. Описательная статистика данных проводилась в виде среднего квадратического отклонения $M \pm m$. Сравнение групп проводили с использованием непараметрического (критерий (U) Манна–Уитни) метода.

Результаты исследования

При анализе данных, полученных при исследовании плазмы крови интактных животных (контрольные группы), установлено, что высокоустойчивые к гипоксии животные исходно отличались относительно меньшим уровнем окислительной модификации белков плазмы крови (рисунок 1Б, 1В).

Уровень карбонилирования, как базального, так и металл-катализируемого статистически значимо отличался от соответствующих показателей групп животных с высокой и низкой устойчивостью к гипоксии (рисунок 1Б, 1В). При этом исходный уровень ТБК-РП и БТ не имел существенных отличий в группах животных с различной устойчивостью к гипоксии (рис. 1А, 1Г).

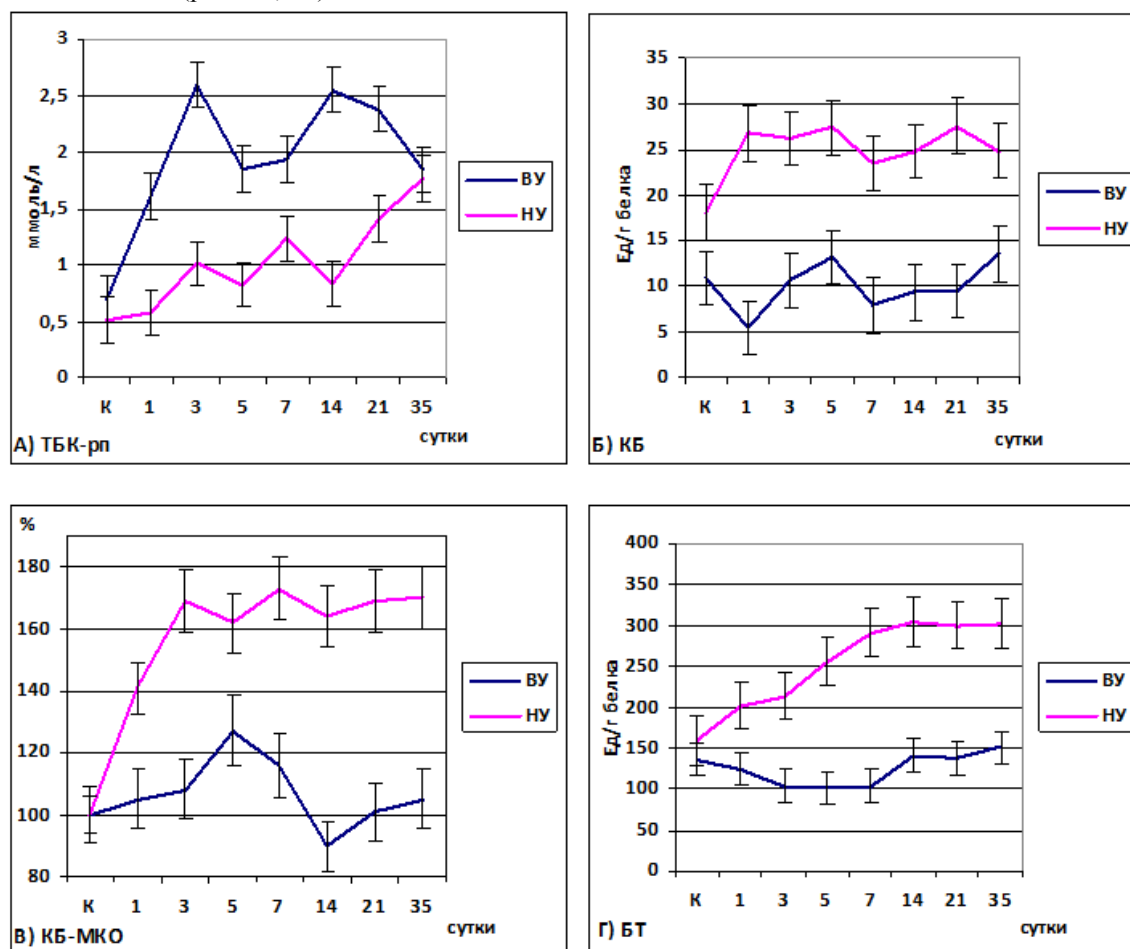


Рис. 1 – Динамика карбонилирования белков и содержания ТБК-РП в плазме крови в восстановительном периоде у крыс с различной устойчивостью к гипоксии.

Примечание: КБ – карбонилированные белки; КБ-МКО – металл-катализируемое окисление (индукция Fe^{2+}/H_2O_2); БТ – битирозин.

Таким образом, животные с низкой интенсивностью кислородного метаболизма (высокоустойчивые) отличаются меньшей интенсивностью карбонилирования белков плазмы крови. При этом интенсивность липидной перекисидации и уровень битирозина в крови не зависят от устойчивости к гипоксии.

Тяжелая гипоксия, вызванная системной остановкой кровообращения, закономерно сопровождалась развитием окислительного стресса: на протяжении всего периода наблюдения (35 суток с момента остановки системного кровообращения) в плазме крови наблюдались существенные изменения уровней продуктов свободнорадикального окисления, как липидов, так и белков.

Уровень продуктов перекисного окисления липидов в плазме крови, исходно не зависящий от интенсивности кислородного метаболизма, статистически значимо превышал контрольные значения в течение всего периода наблюдения вне зависимости от устойчивости к гипоксии. При этом наибольший прирост продуктов ПОЛ наблюдался у ВУ животных, а наименьший – в группе НУ животных. Следует отметить, что уровень ПОЛ к концу периода наблюдения в обеих группах был практически одинаков, однако не достигал контрольных значений, статистически значимо от них отличаясь.

У высокоустойчивых к гипоксии животных, исходно отличавшихся низким уровнем ОМБ плазмы крови, не наблюдались его существенных колебаний вплоть до 35 суток. Уровень ОМБ у ВУ животных не только не превышал контрольных значений, но и был статистически значимо снижен с 3-го по 5-е сутки наблюдения (битирозин) после системной остановки кровообращения. Таким образом, для ВУ к гипоксии животных в постгипоксическом периоде характерна высокая устойчивость белков плазмы крови к свободнорадикальному окислению на фоне высокого уровня липидной перекисидации.

Животные НУ к гипоксии, напротив, демонстрировали большие уровни ОМБ на фоне относительно низких значений ПОЛ. При этом показатели, характеризующие как карбонилирование, так и образование битирозина, в несколько раз (статистически значимо) превышали соответствующие значения в группах ВУ к гипоксии животных.

Анализ данных литературы позволяет сделать заключение о том, что изменения уровня продуктов свободнорадикального окисления наблюдается в результате:

- изменения количества и/или доступности субстратов для свободнорадикальных процессов [11, С. 9-24];
- изменения количества и/или активности прооксидантов (с последующим изменением генерации свободных радикалов) [12, С.136-141];
- изменения количества и/или активности компонентов антиоксидантной системы [11, С.88-98], [12, С. 431-434].

Такого рода взаимодействия между про- и антиоксидантными системами приводят к преобладанию тех или иных продуктов свободнорадикального окисления в ткани. В целом, в плазме крови как ВУ, так и НУ животных отчетливо прослеживаются реципрокные изменения уровней ПОЛ и ОМБ: высокий уровень ПОЛ ассоциирован с низким уровнем ОМБ, и наоборот. Эта ситуация характерна для состояний, сопровождающихся адекватным ответом антиоксидантных систем, что согласуется с данными по активности ключевых антиоксидантов. Поэтому транзиторная активация ПОЛ у высокоустойчивых к гипоксии животных не сопровождается усилением ОМБ. То есть, свободнорадикальное повреждение молекул ограничивается только липидами за счет адекватной емкости и сохранности антиоксидантных систем, экранирующих белки. У низкоустойчивых животных, напротив, относительная «сохранность» липидов, видимо, в силу относительно большей емкости липофильных антиоксидантных систем, является причиной активации ОМБ. Руководствуясь обозначенной выше логикой, следует отметить, что относительно низкий уровень ТБК-РП в группе НУ животных может быть связан с относительно меньшим уровнем субстратов для переокисления, т.е. ненасыщенных ацильных остатков в структуре липидов. Таким образом, у НУ животных основным проявлением окислительного стресса является усиление ОМБ, а у ВУ животных – активация ПОЛ. Поскольку у животных с НУ к гипоксии на протяжении всего периода наблюдения наблюдалось статистически значимое повышение как ПОЛ, так и ОМБ, можно говорить о большей выраженности окислительного стресса в данной группе.

С позиций концепции адаптационных стратегий В.И. Кулинского и И.А. Ольховского [13, С. 697-714] чувствительность к гипоксии можно рассматривать как один из интегральных показателей толерантной (т.е. гипометаболической) стратегии адаптации, а в рамках представлений Ф.З. Меерсона [14, с.574-575] – как метод общей оценки функционирования стресс-лимитирующих систем. Авторы концепции двух адаптационных стратегий аргументированно декларируют гомологичность толерантного гипобиоза и стадии истощения (дистресса по Г.Селье), иными словами, в понимании В.И. Кулинского и И.А. Ольховского, "стадия истощения" – это семантически устаревшее понятие, реальным содержанием которого является целенаправленная толерантная стратегия адаптации, сменяемая в случае своей неэффективности мобилизацией механизмов стрессорной резистентности.

Список литературы / References

1. Чеснокова Н. П. Молекулярно-клеточные механизмы индукции свободнорадикального окисления в условиях патологии / Н. П. Чеснокова, Е. В. Понукалина, М. Н. Бизенкова // Современные проблемы науки и образования. – 2006. – № 6.
2. Лукьянова Л. Д. Дисрегуляция аэробного энергетического обмена – типовой патологический процесс / Л. Д. Лукьянова // Дисрегуляторная патология / под ред. Г. Н. Крыжановского. – М.: Медицина, 2002. – С. 188-215.
3. Грек О. Р. Гипобарическая гипоксия и метаболизм ксенобиотиков / О. Р. Грек, А. В. Ефремов, В. И. Шарапов. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2007. – 120 с.
4. Лукьянова Л. Д. Сигнальная функция митохондрий при гипоксии и адаптации / Л. Д. Лукьянова // Патогенез. – 2008. – Т. 6, № 3. – С. 4-12.
5. Dean R. T. Biochemistry and pathology of radical-mediated protein oxidation / R. T. Dean, R. Stocker, M. Davies // J. Biochem. – 1997. – № 15 (324). – Р. 1-18.
6. Байбурина Г. А. Роль путей клеточной сигнализации в развитии последствий окислительного стресса / Г. А. Байбурина // Медицинский вестник Башкортостана. – 2016. – Т. 11, № 2 (62). – С. 82-91.

7. Miyata T. Alterations in nonenzymatic biochemistry in uremia: origin and significance of “carbonyl stress” in long-term uremic complications / T. Miyata, C. De Strihou, K. Kurokawa // *Kidney Int.* – 1999. – Vol. 55, № 2. – P. 389-399.
8. Protein carbonylation and metabolic control systems / J. M. Curtis, W. S. Hahn, E. K. Long, J. S. Burrill // *Trends Endocrinol. Metabolism.* – 2012. – Vol. 23, №. 8. – P. 399-406.
9. Способ определения степени устойчивости к гипобарической гипоксии мелких лабораторных животных: пат. 2563059 Рос. Федерация, МПК G09B 23/28 / Г. А. Байбурина, Е. А. Нургалева, Д. З. Шибкова [и др.]. - № 20141377/14; заявл. 17.09.2014; опубл. 20.09.2015. Бюл. № 26.
10. Корпачев В. Г. Моделирование клинической смерти и постреанимационной болезни у крыс / В. Г. Корпачев, С. П. Лысенков, Л. З. Телль // *Патологическая физиология и экспериментальная терапия.* - 1982. - № 3. - С. 78-80.
11. Дубинина Е. Е. Продукты метаболизма кислорода в функциональной активности клеток (жизнь и смерть, созидание и разрушение). Физиологические и клиничко-биохимические аспекты / Е. Е. Дубинина. - СПб.: изд-во Медицинская пресса, 2006. - 397 с.
12. Меньщикова Е. Б. Окислительный стресс. Проксиданты и антиоксиданты / Е. Б. Меньщикова, В. З. Ланкин, Н. К. Зенков. - М.: «Слово», 2006. - 556 с.
13. Кулинский В. И. Две адаптационные стратегии в неблагоприятных условиях - резистентная и толерантная. Роль гормонов и рецепторов / В. И. Кулинский, И. А. Ольховский // *Успехи современной биологии.* - 1992. - Вып. 5-6. - С. 697-714.
14. Меерсон Ф. З. Адаптация к стрессу и гипоксия / Ф. З. Меерсон // *Бюллетень экспериментальной биологии и медицины.* – 1994. – № 1. – С. 574–575.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Chesnokova N. P. Molekuljarno-kletochnye mehanizmy indukcii svobodnoradikal'nogo okislenija v uslovijah patologii [Molecular and cellular mechanisms of induction of free radical oxidation in terms of pathology] / N. P. Chesnokova, E. V. Ponukalina, M. N. Bizenkova // *Sovremennye problemy nauki i obrazovanija* [Modern problems of science and education]. – 2006. – № 6. [in Russian]
2. Luk'janova L. D. Dizreguljacija ajerobnogo jenergeticheskogo obmena – tipovoj patologicheskij process [Dysregulation of aerobic energy metabolism - sample pathological process] / L. D. Luk'janova // *Dizreguljatornaja patologija* [Disregulatory pathology] / pod red. G. N. Kryzhanovskogo. - M.: Medicina, 2002. - S. 188-215. [in Russian]
3. Grek O. P. Gipobaricheskaja gipoksija i metabolizm ksenobiotikov [Hypobaric hypoxia and metabolism of xenobiotics] / O. R. Grek, A. V. Efremov, V. I. Sharapov. – M. : GJeOTAR-Media, 2007. – 120 s. [in Russian]
4. Luk'janova L. D. Signal'naja funkcija mitohondrij pri gipoksii i adaptacii [Signal function of mitochondria during hypoxia and adaptation] / L. D. Luk'janova // *Patogenez* [Pathogenesis]. – 2008. – V. 6. - № 3. – S. 4–12. [in Russian]
5. Dean R. T. Biochemistry and pathology of radical-mediated protein oxidation / R. T. Dean, R. Stocker, M. Davies // *J. Biochem.* – 1997. - № 15 (324). – P. 1-18.
6. Bajburina G. A. Rol' putej kletocnoj signalizacii v razvitii posledstvij okislitel'nogo stressa [Role of cell signaling pathways in the development of the consequences of oxidative stress] / G. A. Bajburina // *Medicinskij vestnik Bashkortostana* [Medical Bulletin of Bashkortostan]. – 2016. - V. 11. - № 2 (62). - S. 82-91. [in Russian]
7. Miyata T. Alterations in nonenzymatic biochemistry in uremia: origin and significance of “carbonyl stress” in long-term uremic complications / T. Miyata, C. De Strihou, K. Kurokawa // *Kidney Int.* – 1999. – V. 55. - № 2. – P. 389-399.
8. Protein carbonylation and metabolic control systems / J. M. Curtis, W. S. Hahn, E. K. Long, J. S. Burrill // *Trends Endocrinol. Metabolism.* – 2012. – V. 23. - №. 8. – P. 399-406.
9. Sposob opredelenija stepeni ustojchivosti k gipobaricheskoj gipoksii melkih laboratornyh zhivotnyh: pat. 2563059 Ros. Federacija, MPK G09B 23/28 [A method for determining the degree of resistance to hypobaric hypoxia small laboratory animals Pat. 2563059 Ros. Federation, IPC G09B 23/28] / G. A. Bajburina, E. A. Nurgaleeva, D. Z. Shibkova [i dr.]. - № 20141377/14; zajavl. 17.09.2014; opubl. 20.09.2015. Bjul. № 26. [in Russian]
10. Korpachev V. G. Modelirovanie klinicheskoi smerti i postreanimacionnoj bolezni u krysa [Modeling of clinical death and disease in rats postresuscitatonal] / V. G. Korpachev, S. P. Lysenkov, L. Z. Tell' // *Patologicheskaja fiziologija i jeksperimental'naja terapija* [Pathological physiology and experimental therapy]. - 1982. - № 3. - S. 78-80. [in Russian]
11. Dubinina E. E. Produkty metabolizma kisloroda v funkcional'noj aktivnosti kletok (zhizn' i smert', sozidanie i razrushenie). Fiziologicheskie i kliniko-biohimicheskie aspekty [Oxygen metabolism products in the functional activity of the cells (life and death, creation and destruction). Physiological and biochemical aspects of clinical and] / E. E. Dubinina. - SPb.: izd-vo Medicinskaja pressa, 2006. - 397 s. [in Russian]
12. Men'shhikova E. B. Okislitel'nyj stress. Prooksidanty i antioksidanty [Oxidative stress. Pro-oxidants and antioxidants] / E. B. Men'shhikova, V. Z. Lankin, N. K. Zenkov. - M.: «Slovo», 2006. - 556 s. [in Russian]
13. Kulinskij V. I. Dve adaptacionnye strategii v neblagoprijatnyh uslovijah - rezistentnaja i tolerantnaja. Rol' hormonov i receptorov [Two adaptation strategies in adverse conditions - resistant and tolerant. The role of hormones and receptors] / V. I. Kulinskij, I. A. Ol'hovskij // *Uspehi sovremennoj biologii* [Successes of modern biology]. - 1992. - Vyp. 5-6. - S. 697-714. [in Russian]
14. Meerson F. Z. Adaptacija k stressu i gipoksija [Adaptation to stress and hypoxia] / F. Z. Meerson // *Bjulleten' jeksperimental'noj biologii i mediciny* [Bulletin of Experimental Biology and Medicine]. – 1994. – № 1. – S. 574–575. [in Russian]

DOI: 10.18454/IRJ.2016.54.225

Гайворонский В.Г.

Кандидат биологических наук,
Южный федеральный университет

СТИМУЛИРУЮЩЕЕ ДЕЙСТВИЕ МАЗУТНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ НА РАСТЕНИЯ И МИКРООРГАНИЗМЫ

Аннотация

В статье анализируются вероятностные причины стимулирующего действия мазута на растения и микроорганизмы. Проводится сравнение исследований, посвященных влиянию загрязнения мазутом на микробную систему почв, рост и развитие растений, продуктивность растительных сообществ пустынь и полупустынь, а также прорастание семян древесных растений в условиях загрязнения мазутом. Предложены причины стимулирующего действия мазутного загрязнения на растения и микроорганизмы. В качестве выводов приводятся факторы для самовосстановления почвенного покрова при мазутном загрязнении.

Ключевые слова: мазутное загрязнение, почва, растения, микроорганизмы.

Gayvoronskiy V.G.

PhD in Biology,

Southern Federal University

STIMULATING EFFECT OF OIL POLLUTION OF SOIL ON PLANTS AND MICROORGANISMS

Abstract

The article analyzes possible causes of the stimulating effect of the oil on plants and microorganisms. There is a comparison of researches on the effects of oil pollution on the microbial system of the soil, the growth and development of plants, productivity of plant communities of deserts and semi-deserts, and the germination of seeds of woody plants in pollution by oil. It is proposed the causes of stimulating effect of oil pollution on plants and microorganisms. In conclusion, there are factors to restore soil cover which is polluted by oil.

Keywords: oil pollution, soil, plants, microorganisms.

Мазут является достаточно распространенным веществом, которое является веществом-загрязнителем окружающей природной среды, в том числе почвы. Последствиями антропогенной деятельности, связанной с использованием мазутов, являются их утечки, повсеместные почвенные загрязнения. Источниками таких загрязнений становятся как места хранения, так и места его использования и транспортировки. Масштабы загрязнений мазутом давно превысили все допустимые пределы, а нормирование загрязнений, устойчивость к ним различных типов почв, а также способность к самовосстановлению и восстановлению почв с участием человека остаются открытыми вопросами даже в наш век прорывных технологических решений.

Мазутные загрязнения оказывают негативное воздействие на эколого-биологические свойства почв: происходит снижение активности каталазы и дегидрогеназы, наблюдается снижение показателей прорастания и начального роста растений, целлюлолитической способности, а также обилия бактерий рода *Azotobakter*. Причем степень ухудшения свойств находится в прямой зависимости от концентрации вещества в почве.

Изучая научную проработанность вопроса, мы смогли найти весьма немного научных исследований, которые бы были посвящены исследованиям мазутного загрязнения почв. Более того, нам не удалось найти информации, что когда-либо было проведено исследование, изучившее стимулирующее воздействие мазутного загрязнения почв на микроорганизмы и (или) растения. Одновременно факты загрязнения почв мазутом в нашей стране весьма распространены и повсеместны.

Настоящее исследование преследует цель анализа причин стимулирующего действия биогенного по своей природе вещества - мазута на растения и микроорганизмы. Вторичной целью исследования является попытка найти способ обратить негативные последствия уже произошедшего разлива (утечки) мазутов в главный фактор, влияющий на восстановление почвы; определение факторов для самовосстановления почвенного покрова.

Исследования Звягинцева и др. ученых, посвященные диагностическим признакам различных уровней загрязнения почв нефтью [2, С. 73] доказывают, что, несмотря на самые опасные последствия от мазутных загрязнений почв, некоторые компоненты мазута, при низких концентрациях, способны оказывать на почвенную биоту стимулирующее воздействие. Основной причиной тому является способность послужить энергетическим субстратом для микроорганизмов.

Циклом исследований, посвященных влиянию загрязнения мазутом на микробную систему почв, были отмечены трансформации не только в численности, но и в составе почвенных микроорганизмов.

Этими исследованиями зафиксировано увеличение численности аммонифицирующих, азотофиксирующих, денитрофицирующих, сульфатредуцирующих бактерий, микромицетов и дрожжей при внесении мазутного загрязнения от 2 по 5% от общей массы почвы в модельных экспериментах с различными типами почв.

Ученые Юга России [3, С. 1199] отмечают, что внесение в почву мазута в количестве 2% от общей массы почвы вызывало рост численности исследуемых бактерий под действием мазута, что связано с тем фактом, что за время эксперимента бактерии, не устойчивые к мазуту, успели отмереть, а устойчивые виды начали использовать их биомассу для своего роста.

В то же время все биологические показатели снижают свои значения при загрязнении почв мазутом, причем степень указанного снижения находится в прямой зависимости от концентрации мазута в почве.

Наиболее устойчивы к мазутным загрязнениям черноземы, поскольку данные типы почв отличает хорошая оструктуренность, окислительные условия и высокая биологическая активность. Существующие особенности черноземов обеспечивают их большую устойчивость к загрязнениям мазутом, а также большую скорость его

разложения, в отличие от почв, формирующихся под травянистой растительностью на песках в степной зоне – серопесках. Отличительной особенностью данных почв является наличие в профиле бесструктурного серого гумусового горизонта с низким содержанием гумуса, а также малой емкостью обмена. Также серопески характеризуются отсутствием карбонатного горизонта и нейтральной реакцией среды.

При исследовании фитотоксического действия мазута на растения (их рост и развитие) на серопесках, загрязнитель в низких концентрациях способен оказывать на длину корней и побегов редиса значительное стимулирующее воздействие. Причем доказано, что серопески способны сохранять высокие показатели при значительном мазутном загрязнении (при внесении более 20% от общей массы почвы). Основной причиной тому является легкий гранулометрический состав, который позволяет сохранять весьма приемлемый воздушный и окислительно-восстановительный режим для растений. Вторым следствием стимулирующего воздействия служит факт привнесения дополнительного органического вещества и минеральных элементов в почву. В мазуте могут содержаться указанные органические вещества. Более того, на серопесках они способны улучшить питание растений.

И все же, только малые концентрации мазута способны стимулировать рост и развитие растений, также только при малых дозах загрязнения растения в большинстве случаев способны проявить устойчивость к мазутным загрязнениям. Среди них такие растения, которые способны к быстрому вегетативному размножению, а также растения-многолетники и растения с большой биомассой.

В соответствии с исследованиями пермских ученых [4, С. 224], стимулирование растений также было отмечено в полевых условиях. Исследования проводились на богатых битумами почвах, которые находились над зонами глубинных разломов нефтеносных территорий. В качестве особенности исследователями было отмечено, что растения пустынь и полупустынь в течение всего вегетационного сезона сохраняли ярко зеленый цвет, а одновременно вне этих зон, растительный покров был полностью подвержен выгоранию уже к началу летнего периода. Что касается высоты растений, то на участках почв, подверженных загрязнению, она в 2-3 раза больше, что говорит и о более высокой продуктивности растительных сообществ.

Также основанием стимулирующего действия мазута может служить наличие нафтеновых масел и нафтеновых кислот, которые составляют основу нефтяного ростового вещества.

Обращаясь к наблюдениям за прорастанием семян древесных растений [1, С. 21] подтверждено, что содержащееся в мазуте нефтяное ростовое вещество может оказывать благоприятное влияние на прорастание семян и рост проростков хвойных лесобразующих видов древесных растений.

В этой связи, на наш взгляд, имеет право на существование теоретическая возможность того, что одним из универсальных технологических решений для предотвращения последствий загрязнения почв мазутом может стать способ получения нефтяного ростового вещества в полевых условиях непосредственно на территории произошедшего разлива (утечки) и, как следствие, преобразование негативного фактора, в главный фактор, влияющий на восстановление почв.

Можно заключить, что причинами стимулирующего действия мазутного загрязнения на растения и микроорганизмы являются следующие способности биогенного вещества попадающего в почву:

- наличие дополнительного органического вещества, привносимого в почву;
- наличие дополнительных минеральных элементов, улучшающих питание растений;
- выполнение функций энергетического субстрата при взаимодействии с почвенной биотой;
- влияние имеющихся в мазуте ростовых веществ на растения.

Факторами для самовосстановления почв в условиях мазутного загрязнения служат:

- освобождение почвы от наиболее восприимчивых микроорганизмов для использования видами, которые являются более устойчивыми к мазутному загрязнению, их биомассы;
- снижение конкуренции как следствие прореживания травостоя и увеличения площади питания выживших представителей растений.

Список литературы / References

1. Донец Е.В. Влияние нефтяного загрязнения на прорастание семян хвойных пород / Е.В. Донец, А.И. Григорьев // Лесоведение. - 2008. - № 5. - С. 18-21.
2. Звягинцев Д. Г., Гузев В. С., Левин С. В. Диагностические признаки различных уровней загрязнения почв нефтью // Почвоведение. - 1989. - № 1. - С. 72-78.
3. Мазанко М.С., Колесников С.И., Денисова Т.В., Кузина А.А., Вернигорова Н.А., Капралова О.А., Бабаян К.С., Лаптинова А.С. Устойчивость чернозема к сочетанному загрязнению нефтью и электромагнитным полем // Политематический сетевой электронный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). - 2013. - № 07(91). - С. 1195-1204.
4. Оборин А.А. Нефтезагрязненные биоценозы: монография / А.А. Оборин, В.Т. Хмурчик, С.А. Иларионов, М.Ю. Маркарова; - Пермь; УрО РАН; Перм. гос. ун-т; Перм. гос. техн. ун-т., 2008. - 511 с.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Donets E.V. Vliyanie neftyanogo zagryazneniya na prorostranie semyan hvoinih porod [Influence of oil pollution on the germination of seeds of coniferous breeds] / E. V. Donets, A. I. Grigoriev]. // Lesovedenie [Russian Journal of Forest Science] - 2008. - No. 5. - P. 18-21. [in Russian]
2. Zvyagintsev D.G., Guzev V.S., Levin S.V. Diagnosticheskie priznaki razlichnih urovney zagryazneniya pochv neftiu [Diagnostic signs of different levels of soil contamination by oil] // Pochvovedenie [Eurasian Soil Science] - 1989. - No. 1. - P. 72-78. [in Russian]
3. Masanko M.S., Kolesnikov S.I., Denisova T.V., Kuzina A.A., Vernigorova N.A. Kapralova O.A., Babayan K.S., Laptinova A.C. Ustoichivost chernozema k sochetannomu zagryazneniu neftiu i elektromagnitnim polem [Resistance of the topsoil to the associated oil pollution and electromagnetic field] // Politematicheskii setevoi elektronnyi gurnal Kubanskogo

gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyy gurnal KubGU) [Polythematic network electronic journal of the Kuban state agrarian University (Scientific journal of KubSAU)]. - 2013. - № 07(91). - P. 1195-1204. [in Russian]

4. Oborin A.A. Neftezagryaznennii biotsenozi: monografiya [Contaminated communities: monograph] / A.A. Oborin, V.T. Khmurchik, S.A. Ilarionov, M.Y. Markarova; Perm. state University; Perm. gos. tehn. Univ. of Perm, 2008. - 511 P. [in Russian]

DOI: 10.18454/IRJ.2016.54.207

Гарбуз С.А.¹, Коротова В.Е.²

¹ORCID: 0000-0003-0154-5523, бакалавр, магистрант,

²ORCID: 0000-0002-1154-5335, бакалавр, магистрант,

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет
информационных технологий, механики и оптики.

ПОДБОР ОПТИМАЛЬНОЙ ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ ДЛЯ ГОМОГЕННОГО, ПЕРИОДИЧЕСКОГО КУЛЬТИВИРОВАНИЯ AZOTOBACTER CHROOCOCCUM

Аннотация

В данной работе изучена литература и отобраны наиболее подходящие среды для культивирования *Azotobacter chroococcum*. Проведены эксперименты, необходимые для подбора оптимальной питательной среды для культивирования бактерий *Azotobacter chroococcum*. Проведена сравнительная оценка питательных сред, рекомендованных для культивирования. Применение данных микроорганизмов в качестве биоудобрения может увеличить продуктивность сельского хозяйства за счет увеличения выхода сельскохозяйственных культур.

Ключевые слова: *Azotobacter chroococcum*, культивирования, оптимальная питательная среда, подбор среды.

Garbuz S.A.¹, Korytova V.E.²

¹ORCID: 0000-0003-0154-5523, bachelor's degree,

²ORCID: 0000-0002-1154-5335 bachelor's degree,

Saint Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics

SELECTION OF THE OPTIMAL CULTURE MEDIUM FOR HOMOGENEOUS, PERIODIC CULTIVATION OF AZOTOBACTER CHROOCOCCUM

Abstract

In this paper we studied the literature and selected the most suitable environment for the cultivation *Azotobacter chroococcum*. The experiments required for the selection of optimal culture medium for culturing bacteria *Azotobacter chroococcum*. A comparative evaluation of nutrient media recommended for cultivation. The use of microorganisms as biofertilizers can increase agricultural productivity by increasing the yield of crops.

Keywords: *Azotobacter chroococcum*, cultivation, optimal nutrient medium, the selection medium.

1. Введение

В сельском хозяйстве остро стоит вопрос продуктивности сельскохозяйственных культур, существует множество разнообразных удобрений для увеличения плодородия почвы или для повышения ее выработки. Большинство этих удобрений просто вносят в почву необходимые для растений элементы питания или усиливают отдачу этих элементов от почвы. Тем самым либо изменяя качественный и количественный состав почвы, так как внесенные элемент не полностью потребляются растениями и накапливаются. Либо, во втором случае, они полностью исчерпывают почвенные ресурсы за один-два сезона, что приводит к повышению количества неплодородных и непродуктивных земель.

Особое место в числе удобрений занимают биологические удобрения, то есть удобрения на основе почвенных бактерий. Одним из представителей биоудобрений являются препараты на основе бактерий вида *Azotobacter chroococcum*, этот вид способен переводить молекулярный азот, содержащийся в атмосфере в растворимую, доступную для растений форму.

Бактерии рода *Azotobacter* практически не вступают в антагонистические отношения с другими обитателями почвы, тем самым не нарушая почвенную биоту и, одновременно с этим, фиксация происходит лишь небольшого количества азота, что не приводит к накоплению азота в почве (Прохоров, 1969).

Согласно проводимым исследованиям, продуктивность выращивания сельскохозяйственных культур повышается на 15-20%. Все это делает биоудобрения на основе бактерий *Azotobacter* необходимыми в современном мире.

Бактерии азотфиксаторы – играют одну из основных ролей в круговороте азота в природе. Процесс, осуществляемый ими очень важен для растений.

2. Методы

Для производства биоудобрения для азотфиксации нами были приобретены три штамма *Azotobacter chroococcum*.

Наиболее важной и первоочередной задачей являлось подбор питательной среды и условий культивирования для получения титра бактерий не менее 10⁸ КОЕ/мл. Для решения этой задачи мы использовали несколько сред и разные условия культивирования.

Подбор сред осуществлялся с помощью литературных данных и интернет источников (Петенко, 2013; Муталиева, Астафьева, 2012). Некоторые среды нами дополнялись и компоновались. Были также испробованы среды, предложенные для культивирования *Azotobacter chroococcum* поставщиком бактерий. В общей сложности мы испробовали 5 сред, выбирая оптимальную для получения необходимого титра. Готовился сначала концентрат среды на каждый ферментер отдельно, после чего добавлялась очищенная через фильтр вода до объема 7 литров. Потом

ферментер вместе с питательной средой отправлялся на стерилизацию с целью уничтожения посторонней микрофлоры, внесенной в ферментер во время приготовления среды.

Важнейшей задачей для получения азотобактериального удобрения является получение необходимого титра бактерий. Для титрования использовался метод Коха.

Титрацию проводили в двух повторностях, разливая на чашки Петри -5, -7 и дважды -6 степень разведения по 0,1 мл, равномерно распределяя с помощью шпателя, каждый раз используя новый.

Чашки Петри убирали в термостат и отслеживали их рост каждые 24 часа, оптимальное время для подсчета колоний *Azotobacter chroococcum* около 72-96 часов, так как именно через такое время бактерии прорастают и выделяют пигмент темно-коричневого цвета, становятся легко заметны на белой питательной среде и их легко подсчитать.

3. Результаты

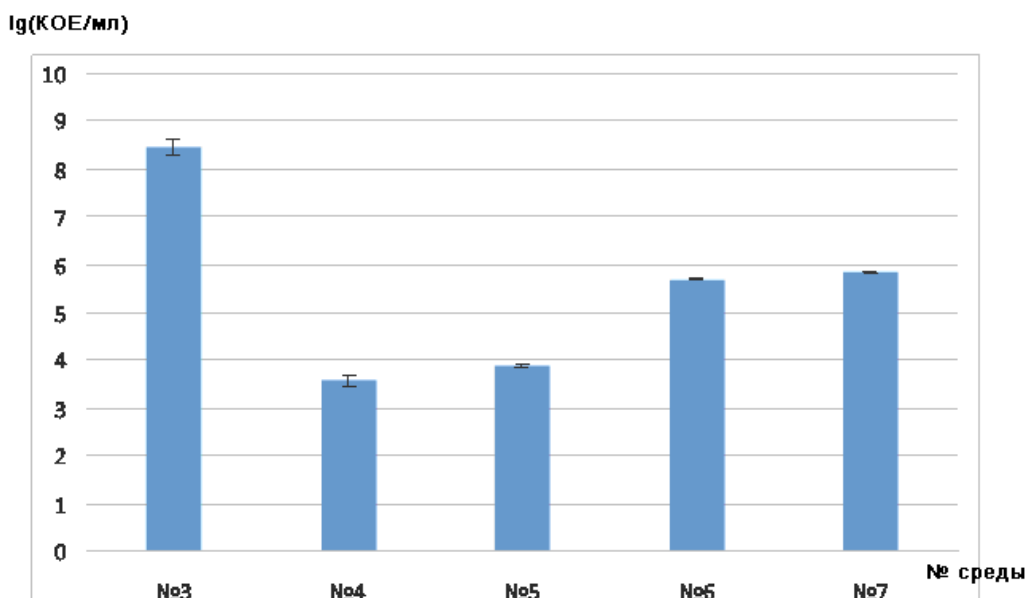


Рис. 1 – Зависимость количества колониеобразующих единиц на миллилитр среды от среды

На диаграмме 1 представлены различия в титрах КОЕ/мл в каждой из представленных сред через 120 часов культивирования при 150 оборотах в минуту мешалки, количестве подаваемого воздуха 5 литров воздуха на 7 литров среды, температура 28 градусов по Цельсию.

Было проведено сравнение сред №3 и №4. Среда №4 отличается повышенным содержанием K_2HPO_4 в 45 раз, данная среда была найдена в интернете в качестве запатентованной для культивирования *Azotobacter chroococcum*. Согласно описанию патента повышение концентрации K_2HPO_4 от 20 до 100 раз по сравнению со средой №3 дает повышенную скорость роста и достаточно высокие титры.

Согласно данным диаграммы 1 повышенное содержание K_2HPO_4 ингибирует рост *Azotobacter chroococcum* штамм №1. Количество КОЕ в 1 миллилитре практически не изменилось с момента посева культуры по сравнению со средой №3.

Было проведено сравнение сред №3 и №5. Среда №5 отличается повышенным содержанием K_2HPO_4 в 10 раз, данная среда была нами выбрана в связи с неудачным опытом со средой №4, в которой содержание K_2HPO_4 рекомендовалось увеличить в 20-100 раз. Согласно описанию патента повышение концентрации K_2HPO_4 от 20 до 100 раз по сравнению со средой №3 дает повышенную скорость роста и достаточно высокие титры. Опыт проводился на 6 ферментерах, по 3 ферментера на каждую среду. В таблице представлены усредненные результаты титрации, что позволяет сделать вывод об их достоверности.

Если сравнить среду №5 со средой №4, то снижение концентрации K_2HPO_4 оказывает заметное положительное влияние на рост *Azotobacter chroococcum* штамм №1.

Мы проводили сравнение среды №3 и среды №6. Среда №6 отличается тем, что в ней в качестве источника углерода используется меласса. Данная среда была выбрана в связи с рекомендациями в источниках литературы и сравнительной дешевизной. Опыт проводился на 6 ферментерах, по 3 ферментера на каждую среду. В таблице представлены усредненные результаты титрации, что позволяет сделать вывод об их достоверности.

Из диаграммы 1 можно увидеть, что среда №6 подходит для культивирования *Azotobacter chroococcum*. Дает не маленькие титры, по сравнению со средой №4 и №5, но более низкие по сравнению со средой №3. Ее использование также не удовлетворяет нашим требованиям к конечным титрам. Кроме того в производственных условиях возможно попадание в ферментер посторонней культуры, что приведет к ее развитию и порче препарата, так как мелассу в качестве источника углерода могут использовать многие микроорганизмы.

Было проведено сравнение сред №3 и №7. Среда №7 отличается тем, что в ней в качестве источника углерода используется сахароза. Данная среда была выбрана в связи с рекомендациями в источниках литературы и в качестве

альтернативы использования маннита. Опыт проводился на 6 ферментерах, по 3 ферментера на каждую среду. В таблице представлены усредненные результаты титрации, что позволяет сделать вывод об их достоверности.

На диаграмме можно увидеть, что среда №7 также подходит для культивирования *Azotobacter chroococcum*. Азотобактер хорошо усваивает такой источник углерода как сахарозу, но использование маннита дает более высокие титры КОЕ.

Выводы

Можно резюмировать, что использование маннита в качестве источника углерода для выращивания *Azotobacter chroococcum* при глубинном периодическом культивировании является оптимальным, поскольку для большинства посторонних микроорганизмов он не может служить источником углерода, а азотобактером усваивается даже лучше, чем сахароза или меласса.

Увеличение количества K_2HPO_4 вопреки литературным данным не дает увеличения титров и скорости роста, а даже наоборот снижает, возможно, данная особенность культивирования применима не ко всем штаммам и не подходит для культивирования выбранного нами.

В результате проведенных опытов нами была подобрана оптимальная питательная среда, что дает возможность для производства бактериального удобрения, которое, согласно литературным данным, может повысить эффективность сельского хозяйства на 15-20% в отношении выращивания растительных культур.

Список литературы/ References

1. Аристовская Т.В. Геохимическая деятельность микроорганизмов как фактор почвенного плодородия в условиях разных экосистем / Т.В. Аристовская // - Успехи микробиологии, 1985. - вып. 20. - С. 154- 174.
2. Петенко А.И., Кощаев А.Г., Жолобова И.С., Сазонова Н.С. Биотехнология кормов и кормовых добавок. – Краснодар, 2011. – 454 с.
3. Азотобактер // Большая советская энциклопедия: в 30 т. / гл. ред. А. М. Прохоров. – М.: Советская энциклопедия, 1969–1978.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Aristovskaya T.V. Geokhimicheskaya deyatel'nost' mikroorganizmov kak faktor pochvennogo plodorod'ia v usloviyakh raznykh ekosistem [The geochemical activity of microorganisms as a factor in soil fertility under different ecosystems] // Uspehi mikrobiologii [The success of microbiology]. – 1985 – P. 154-174 [in Russian]
2. Petenko A.I. Biotehnologiya kormov i kormovih dobavok [Biotechnology feed and feed additives]. – Krasnodar, 2011. P.454. [in Russian]
3. Prohorov A.M. Bolshaya sovetskaya enciklopediya [Great Soviet Encyclopedia] – 1969-1978. – P.104. [in Russian]

DOI: 10.18454/IRJ.2016.54.106

Гордеева И.В.

Кандидат биологических наук,

Уральский государственный экономический университет

ВЛИЯНИЕ НИЗКИХ КОНЦЕНТРАЦИЙ РАСТВОРА NaCl НА ПРОРАСТАНИЕ СЕМЯН HORDEUM VULGARE L.

Аннотация

В статье представлены результаты исследования влияния растворов NaCl концентраций 0,01 М, 0,02 М и 0,03 М на всхожесть семян и развитие проростков ячменя обыкновенного *Hordeum vulgare*, одной из самых солеустойчивых злаковых культур. Показано, что низкие концентрации раствора хлорида натрия (особенно 0,02 М) способны оказывать стимулирующее воздействие на прорастание семян, а также массу проростков, длину корешков и надземной части проростков на протяжении первых пяти суток проращивания. В то же время более высокие концентрации данной соли (начиная с 0,03 М) начинают ингибировать все процессы, связанные с прорастанием семян.

Ключевые слова: ячмень обыкновенный, прорастание семян, развитие проростков, хлорид натрия, соленость.

Gordeeva I.V.

PhD in Biology,

Ural State University of Economics

EFFECT OF NaCl SOLUTION OF LOW CONCENTRATIONS ON SEED GERMINATION OF HORDEUM VULGARE L.

Abstract

The article presents the results of research work devoted to study the effect of NaCl solutions of 0,01 M, 0,02 M and 0,03 M concentrations on the seed germination and seedling development of barley *Hordeum vulgare* that is known as one of the most salt tolerant crop. It is shown that low concentrations of sodium chloride solution (especially 0,02 M) can have a stimulating effect on the seed germination and seedling weight, length of the main root and aboveground part of seedlings during the first five days of germination. At the same time the higher salt concentrations (from 0,03 M) begin to inhibit all processes correlated with the seed germination.

Keywords: barley, seed germination, seedling development, sodium chloride, salinity.

Засоленность почвы представляет сложную экологическую проблему и относится к числу факторов, лимитирующих производство многих ценных сельскохозяйственных растений, включая злаки, так как оказывает значительное негативное влияние на всхожесть, рост и продуктивность значительного количества зерновых

культур [1]. В целом ряде исследований, посвященных изучению эффектов солевого стресса на различные параметры, характеризующие прорастание семян и дальнейшее развитие проростков, показано, что главными последствиями повышения концентрации ионов Na^+ и Cl^- в водных растворах и почве являются снижение всхожести (что, однако, может сопровождаться ускорением прорастания семян), уменьшение длины надземной и подземной части проростков, а также снижение жизнеспособности последних [2-13]. S. Ayed and others объясняют подобное влияние солевого стресса ограничением абсорбции воды семенами, а также непосредственным воздействием ионов на структурную организацию или синтез белков в процессе прорастания семян [12]. Данные параметры могут в значительной степени подвергаться воздействию ионных и осмотических компонентов солевого стресса, хотя значимость каждого из компонентов, так же как и степень ингибирования прорастания семян и дальнейшего развития растений носит видоспецифичный характер. Тем не менее, целый ряд исследований показывает существующую обратно пропорциональную зависимость между концентрацией растворов хлорида натрия, которыми обрабатывали семена, и способностью последних к прорастанию и дальнейшему развитию; видоспецифичный характер в основном носит лишь порог солевой толерантности конкретных растений [4-8]. В то же время обращает на себя внимание тот факт, что практически во всех работах изучение влияния NaCl на прорастание семян начинается с достаточно высоких концентраций последнего (как минимум, 0,05 М), так как предполагается, что растворы меньших концентраций не оказывают значимого влияния, либо оно соответствует общей тенденции. Авторы интересуют максимальный предел толерантности, который определяется как видовой принадлежностью, так и генетическими особенностями конкретных растений.

В настоящей работе изучалось влияние растворов хлорида натрия малых концентраций (начиная с 0,01 М) на прорастание семян и дальнейшее развитие проростков ячменя обыкновенного *Hordeum vulgare*, ценной злаковой культуры, возделываемой в различных регионах России и мира. Методика эксперимента заключалась в следующем. Семена ячменя в количестве 40 штук помещались в стеклянные чашки Петри на фильтровальную бумагу и смачивались растворами поваренной соли в дистиллированной воде концентрациями 0,01 М, 0,02 М и 0,03 М в объеме 5 мл. В качестве контроля использовались семена, которые смачивались только дистиллированной водой. Культивирование осуществлялось при комнатной температуре (22-25°C) в течение пяти суток. Начиная со вторых суток культивирования регулярно оценивалась масса проростков и длина корешков, а с третьих суток измерялась еще и длина надземной части проростков. Кроме того, определялась итоговая всхожесть семян. Эксперимент проводился на протяжении апреля-июля 2016 г. в шести повторностях. На рис.1 и в табл.1-3 представлены обработанные результаты эксперимента. Статистическая оценка осуществлялась с использованием стандартного приложения программы Microsoft Excel, достоверность различий между экспериментальными и контрольными данными оценивалась на основании t-критерия.

По результатам оценки всхожести семян при разных концентрациях NaCl в растворах (рис.1) видно, что не существует четкой и однозначной зависимости между этими двумя переменными. Раствор хлорида натрия концентрацией 0,01 М действительно оказывал достоверный ингибирующий эффект на всхожесть семян по сравнению с контролем (68,0% против 78,5%), что согласуется с литературными данными и фиксировалось во всех повторностях эксперимента. В то же время дальнейшее увеличение концентрации солевого раствора до 0,02 М не только не усиливает негативный эффект на всхожесть, но, напротив, оказывает на последнюю стимулирующее воздействие даже по сравнению с контролем. Очевидно, это может быть связано с какими-то сложными биохимическими процессами, для которых определенные концентрации ионов Na^+ и Cl^- благоприятны и механизмы которых требуют дальнейшего изучения. Однако возрастание концентрации NaCl в растворе до 0,03 М вновь приводит к снижению всхожести, и в дальнейшем эта тенденция сохраняется в соответствии с классической схемой.

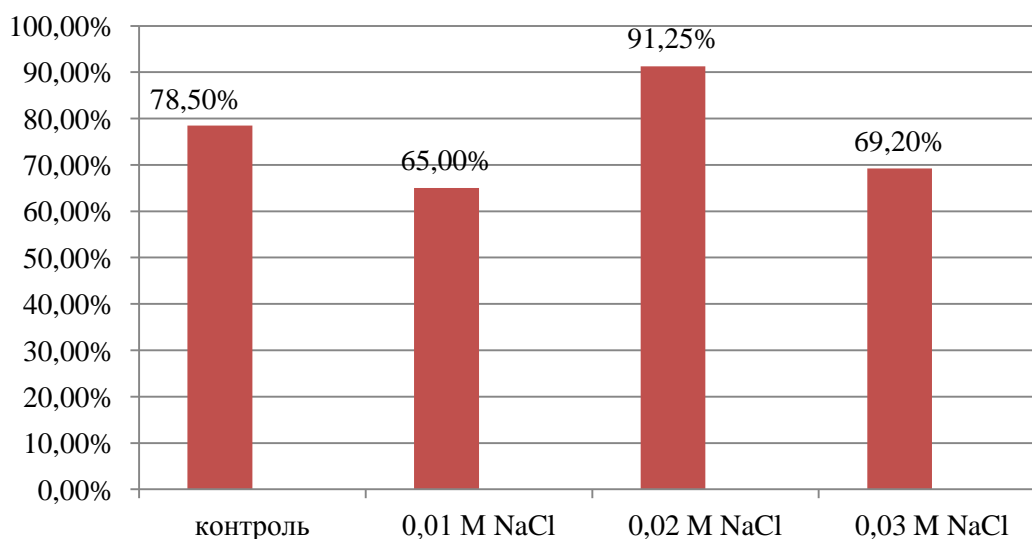


Рис. 1 – Влияние растворов NaCl различных концентраций на всхожесть семян *Hordeum vulgare*

Таблица 1 – Влияние растворов NaCl различных концентраций на массу проростков *Hordeum vulgare*

| Концентрация раствора NaCl | Средняя масса проростков, мг | | | |
|----------------------------|------------------------------|-------------|-------------|-------------|
| | 2-е сутки | 3-и сутки | 4-е сутки | 5-е сутки |
| контроль | 101,9±1,9 | 137,1±2,5 | 160,4±2,1 | 204,0±6,7 |
| 0,01 М р-р | 102,0±2,7 | 145,5±4,1* | 162,9±2,2 | 206,7±6,4 |
| 0,02 М р-р | 102,5±0,9 | 161,7±3,9** | 203,8±4,3** | 248,2±5,7** |
| 0,03 М р-р | 96,5±2,4* | 108,8±4,1** | 142,4±4,7** | 176,2±8,2* |

Примечание: * - статистически достоверное различие между выборкой и контролем $P<0,05$; ** - $P<0,01$.

Таблица 2 – Влияние растворов NaCl различных концентраций на длину корней проростков *Hordeum vulgare*

| Концентрация раствора NaCl | Средняя длина корней, мм | | | |
|----------------------------|--------------------------|-------------|---------------|--------------|
| | 2-е сутки | 3-и сутки | 4-е сутки | 5-е сутки |
| контроль | 12,96±0,84 | 26,49±1,22 | 35,49±1,41 | 38,85±0,95 |
| 0,01 М р-р | 16,27 ±0,83** | 32,90±1,22* | 43,13±0,77** | 49,93±0,67** |
| 0,02 М р-р | 17,51±0,89** | 34,28±0,82* | 45,37±0,92 ** | 54,81±1,42** |
| 0,03 М р-р | 14,42±0,42* | 28,76±0,76 | 33,48±0,53 | 37,99±0,61 |

Таблица 3 – Влияние растворов NaCl различных концентраций на длину надземной части проростков *Hordeum vulgare*

| Концентрация раствора NaCl | Средняя длина надземной части, мм | | |
|----------------------------|-----------------------------------|--------------|--------------|
| | 3-и сутки | 4-е сутки | 5-е сутки |
| контроль | 17,94±0,52 | 32,67±0,64 | 51,22±0,73 |
| 0,01 М р-р | 24,57±0,46** | 44,55±0,64** | 66,83±0,84** |
| 0,02 М р-р | 24,95±0,92** | 47,49±0,81** | 73,35±0,65** |
| 0,03 М р-р | 21,94±0,62* | 34,01±0,43* | 55,22±0,31* |

Что касается влияния растворов хлорида натрия на массу проростков (табл.1), то здесь уже наблюдается однозначная тенденция: при минимальном содержании данной соли в растворе (0,01 М и особенно 0,02 М) масса проростков возрастает, причем на вторые сутки различия по данному параметру между экспериментальными значениями и контролем незначительны, но в дальнейшем увеличиваются ($P<0,01$ для 0,02 М раствора). Таким образом, можно констатировать, что низкие концентрации раствора NaCl не только не оказывают негативного эффекта на процессы, связанные с делением и ростом клеток, но могут даже оказывать на последние некое стимулирующее влияние. Однако дальнейшее увеличение содержания поваренной соли в растворе до 0,03 М приводит к достоверному снижению массы проростков по сравнению с контролем, что фиксируется на протяжении всех дней эксперимента.

Аналогичная картина наблюдается и при оценке размеров надземной и подземной части проростков (табл.2-3). Незначительные концентрации NaCl (0,01 М и 0,02 М) оказывают положительный эффект на данные параметры – на протяжении всех пяти суток эксперимента фиксировалось достоверное увеличение длины корешков, а впоследствии и надземной части растений по сравнению с контролем, причем максимальное расхождение значений наблюдалось при концентрации раствора хлорида натрия 0,02 М. Но дальнейшее возрастание концентрации раствора до 0,03 М уже не демонстрирует позитивного влияния на рост проростков, а напротив, происходит уменьшение всех показателей, которые в итоге практически не отличаются от контрольных. Можно предположить, что дальнейшее возрастание содержания NaCl в растворе будет демонстрировать классическую схему токсического эффекта данной соли на семена и проростки злаковых культур, описанную в многочисленных экспериментах [1-13].

Таким образом, можно заключить, что низкие концентрации раствора хлорида натрия – 0,01 М и особенно 0,02 М не только не оказывают ингибирующего воздействия на биохимические процессы, происходящие при росте и делении клеток на ранних стадиях развития проростков ячменя, но напротив, благоприятны для вышеупомянутых процессов. Кроме того, солевой раствор NaCl концентрации 0,02 М также оказывает стимулирующий эффект и на прорастание семян данного злака. Механизмы подобного воздействия требуют дальнейшего изучения. Интерес также представляет сравнение эффекта солевых растворов аналогичных концентраций на прорастание семян других родственных видов злаковых культур.

Список литературы / References

1. Alwan A., Hussein Kh., Jaddoa Kh. Effect of sodium chloride on response of two wheat cultivars (*Triticum aestivum* L.) at germination and early seedling stages / A. Alwan, Kh. Hussein, Kh. Jaddoa // International Journal of Applied Agricultural Sciences.– 2015.– Vol. 1(3).– P.60-65.
2. Kochak-Zadeh A., Mousavi S., Eshraghi-Nejad M. The effect of salinity stress on germination and seedling growth of native and breded varieties of wheat / A. Kochak-Zadeh, S. Mousavi, M. Eshraghi-Nejad // Journal of Novel Applied Sciences.– 2013.– Vol.2 (12).– P.703-709.
3. Sabah N. The effect of salinity on germination, growth characters, and emergence of barley *Hordeum vulgare* L. in different soil textures / N. Sabah // Journal of Thi-Qar University.– 2008.– Vol.4, №1.– P.17-26.
4. Bojovic B., Delic G., Topuzovic M., Stankovic M. Effects of NaCl on seed germination in some species from families Brassicaceae and Solanaceae / B. Bojovic, G. Delic, M. Topuzovic, M. Stankovic // Kragujevac Journal of Science.– 2010.– Vol.32.– P.83-87.
5. Kaholi B., Borgi Z., Hannachi Ch. Effect of sodium chloride on the germination of the seeds of a collection of carrot accessions (*Daucus carota* L.) cultivated in the region of Sidi Bouzid / B. Kaholi, Z. Borgi, Ch. Hannachi // Journal of Stress Physiology & Biochemistry.– 2014.– Vol.10.– №. 3.– P. 28-36.
6. Chachar Q., Solangi A., Vernoef A. Influence of sodium chloride on seed germination and seedling root growth of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) / Q. Chachar, A. Solangi, A. Vernoef // Pakistan Journal of Botany.– Vol. 40(1).– P.183-197.
7. Khan M., Malook I., Atlas A. and others The effect of sodium chloride (NaCl) stress on seed germination and seedling growth of rice (*Oryza sativa* L.) / M. Khan, I. Malook, A. Atlas and others.– 2014.– Vol. 2(4).– P.100-107.
8. Mohammed M., Benbella M., Talouizete A. Effect of sodium chloride on sunflower (*Helianthus annuus* L.) seed germination / M. Mohammed, M. Benbella, A. Talouizete // Helia.– 2002.– Vol.25.– №.37.– P.51-58.
9. Muhammad Z., Hussain F. Effect of NaCl salinity on the germination and seedling growth of some medicinal plants / Z. Muhammad, F. Hussain // Pakistan Journal of Botany.– 2010.– Vol. 42(2). P.889-897.
10. Naseri R., Emami T., Mirzaei A., Soleymanifard A. Effect of salinity (sodium chloride) on germination and seedling growth of barley (*Hordeum Vulgare* L.) cultivars / R. Nasei, T. Emami, A. Mirzaei, A. Soleymanifard // International Journal of Agriculture and Crop Sciences.– 2012.– Vol 4(13).– P.911-917.
11. Nyagah A.W., Musyimi D.M. Effects of sodium chloride solution stress on germination and growth of passion fruits seedling / A.W. Nyagah, D.M. Musyimi // ARPN Journal of Agricultural and Biological Science.– 2009.– Vol.4.– №5.– P.49-52.
12. Ayed S., Rassaa N., Chamekh Z. and others. Effect of salt stress (sodium chloride) on germination and seedling growth of durum wheat (*Triticum durum* Desf.) / S. Ayed, N. Rassaa, Z. Chamekh and others.–2014.–Vol.69(4).–P.320-325.
13. Tsegay B., Gebreslassie B. The effect of salinity (NaCl) on germination and early seedling growth of *Lathyrus sativus* and *Pisum sativum* var. *abyssinicum* / B. Tsegay, B. Gebreslassie // African Journal of Plant Science.– 2014.– Vol. 8(5).– P.225-231.



ПРИМЕР DOI:
10.18454/IRJ.2015.0001

Начиная с ноябрьского выпуска 2015 года /10 (41) Ноябрь 2015/, каждой статье, опубликованной в Международном научно-исследовательском журнале, **редакция издания будет присваивать идентификатор цифрового объекта DOI:**

- DOI облегчает процедуры цитирования, поиска и локализации научной публикации;
- DOI повышает авторитет журнала, а также свидетельствует о технологическом качестве издания;
- DOI является неотъемлемым атрибутом системы научной коммуникации за счет эффективного обеспечения процессов обмена научной информацией.

(Digital Object Identifier) — идентификатор цифрового объекта, стандарт обозначения представленной в сети информации.

DOI: 10.18454/IRJ.2016.54.105

Гордеева И.В.

Кандидат биологических наук,

Уральский государственный экономический университет

**ВЛИЯНИЕ ХЛОРИДА НАТРИЯ НА ПРОРАСТАНИЕ СЕМЯН И РОСТ ПРОРОСТКОВ ЯЧМЕНЯ
HORDEUM VULGARE L. В ПОЧВЕННЫХ УСЛОВИЯХ****Аннотация**

Ячмень обыкновенный относится к числу наиболее устойчивых к солевому стрессу злаковых культур. Тем не менее, существует значительное число противоречивых данных о влиянии солености почвы на всхожесть семян и рост растений. В настоящей работе изучался эффект NaCl различных концентраций (0,01 М, 0,02 М, 0,03 М и 0,04 М) на всхожесть семян *Hordeum vulgare* в почве и дальнейшее развитие проростков на протяжении 10 суток. Показано, что растворы NaCl низких концентраций практически не оказывают существенного влияния на всхожесть семян. В то же время хлорид натрия оказывал значимое ингибирующее влияние как на абсолютные значения длины надземной части растений, так и на относительную скорость роста ячменя на протяжении всех дней эксперимента.

Ключевые слова: ячмень обыкновенный, прорастание семян, развитие проростков, хлорид натрия, солевой стресс.

Gordeeva I.V.

PhD in Biology,

Ural State University of Economics

**EFFECT OF SODIUM CHLORIDE ON SEED GERMINATION AND SEEDLING GROWTH OF BARLEY
HORDEUM VULGARE L. IN SOIL CONDITIONS****Abstract**

Barley is known as one of the most salt stress tolerant among the crop plants. Nevertheless there are a lot of contradictory data about salt salinity effect on seed germination and plant growth. This work is devoted to study the effect of NaCl of different concentrations (0,01M, 0,02M, 0,03 M and 0,04 M) on barley seed germination in soil conditions and further seedling growth during 10 days. It was known that NaCl solutions of low concentrations had no significant effect on seed germination. At the same time sodium chloride had an inhibitory effect both on absolute shoot length and on relative rate of barley seedling growth during all days of experiment.

Keywords: barley, seed germination, seedling development, sodium chloride, salt stress.

Засоление почвы представляет собой одно из серьезных препятствий на пути повышения урожайности сельскохозяйственных культур, в частности, зерновых [1]. Солевой стресс влияет на разнообразные физиологические и метаболические процессы, происходящие в растительных клетках, и в конечном итоге приводит к замедлению роста (особенно надземной части растений) и снижению продуктивности культур [2]. Кроме того, повышенные концентрации ионов Na^+ и Cl^- в почве и водных растворах оказывают негативный эффект на всхожесть семян, относительную скорость роста проростков и целый ряд других параметров, что показано в целом ряде исследований [1-8]. Известно, что устойчивость растений к солевому стрессу носит видоспецифичный характер. В частности, ячмень обыкновенный *Hordeum vulgare* традиционно считается одной из наиболее толерантных к повышенным концентрациям поваренной соли зерновых культур, значительно превышающей по своей устойчивости большинство злаковых растений [3]. Тем не менее, даже у данного вида солевой стресс приводит к снижению прироста биомассы и общей жизнеспособности, что было выявлено как в экспериментах *in vitro*, так и в полевых условиях, причем наиболее чувствительными к ионам Na^+ и Cl^- оказались проростки на ранних стадиях развития [8-9]. В то же время не существует единого мнения относительно полного спектра влияния солевого стресса на различные параметры развития ячменя. По мнению ряда исследователей, солевой стресс практически не влиял на всхожесть семян, стимулировал рост корней, но ингибировал развитие надземной части [2-4]. В то же время N. Sabah утверждает, что все эти величины, включая всхожесть, в равной мере ингибируются воздействием на растения растворов NaCl [8]. Очевидно, результаты во многом определяются методикой конкретного эксперимента.

В данной работе изучалось влияние растворов NaCl низких концентраций (0,01 М, 0,02 М, 0,03 М и 0,04 М) на прорастание семян и рост растений *Hordeum vulgare*, выращиваемых в почве в лабораторных условиях. Методика эксперимента заключалась в следующем. По пять семян ячменя помещались в специальные стаканчики для выращивания рассады объемом 150 мл в предварительно подготовленную почву на основе фрезерного торфа верхового типа, нейтрализованного известковыми материалами (pH=6-6,5) с добавлением NH_4NO_3 , P_2O_5 и K_2O . Посаженные в почву семена обильно поливались растворами NaCl в дистиллированной воде в концентрациях 0,01 М, 0,02 М, 0,03 М и 0,04 М. В качестве контроля использовались семена ячменя, поливаемые дистиллированной водой. Число семян в каждой выборке составляло 100 штук. Проращивание семян осуществлялось в лабораторных условиях при комнатной температуре (22-25°C) на протяжении 10 суток. Увлажнение почвы производилось по мере высыхания. Начиная с четвертых суток культивирования ежедневно оценивалась всхожесть семян, а также высота надземной части растений. Кроме высоты, определялась также ежедневная относительная скорость роста с использованием стандартной методики [10]. Эксперимент осуществлялся на протяжении марта-мая 2016 г. в пяти повторностях. На рис.1-2 и в табл.1 представлены обработанные результаты исследования.

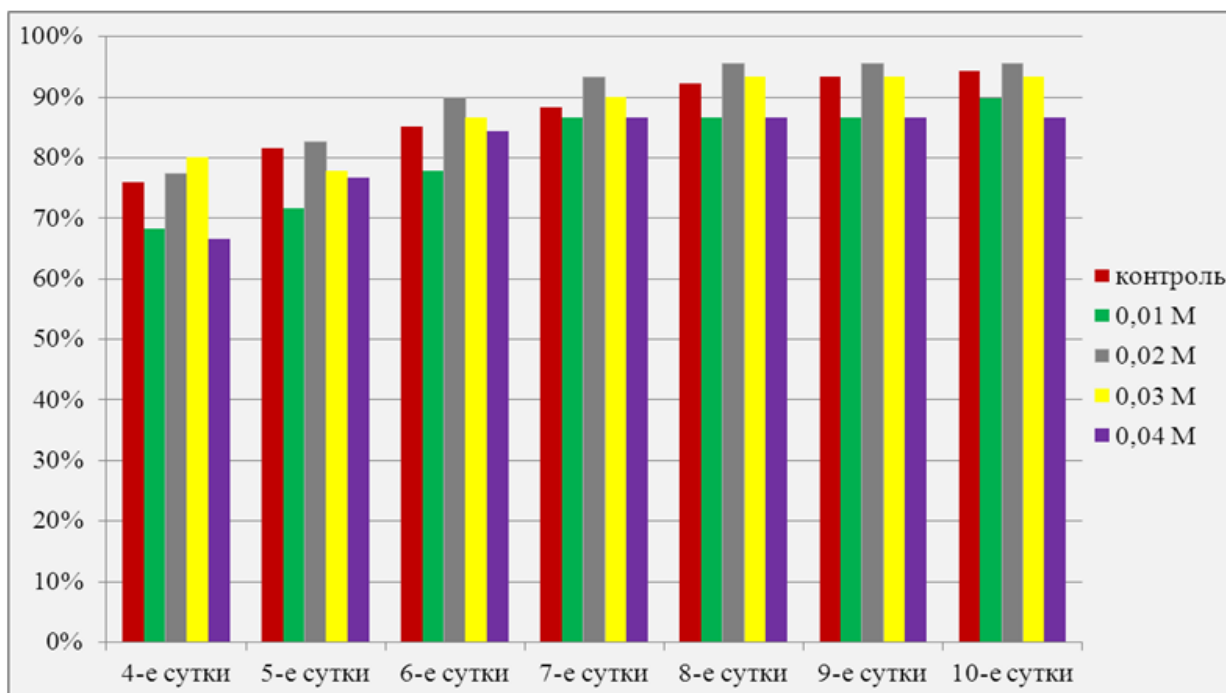


Рис. 1 – Влияние растворов NaCl различных концентраций на всхожесть семян ячменя обыкновенного в почве

Как следует из рис.1, всхожесть семян в почве мало подвержена влиянию низких концентраций растворов NaCl, хотя уже в первые сутки наблюдения (4-е сутки проращивания) фиксируется некоторое снижение данного показателя по сравнению с контролем у семян, обрабатываемых растворами 0,01 М и 0,04 М, но в дальнейшем в случае первого варианта эта тенденция не сохраняется – уже на шестые сутки проращивания всхожесть составляет 85,1% в контроле и 86,65% в случае семян, обрабатываемых раствором хлорида натрия максимальной концентрации. Что касается семян, обрабатываемых наименее концентрированным раствором NaCl (0,01 М), то на протяжении всех дней наблюдения фиксировалось незначительное снижение всхожести по сравнению с контролем, которая к концу эксперимента составляла 89,8% (94,4% в контрольных условиях). В то же время у семян, обрабатываемых 0,02 М раствором NaCl отмечалось незначительное превышение всхожести по сравнению с контрольными условиями: 77,32% и 76,00% на четвертые сутки проращивания, 90,40% и 85,10% на шестые сутки, однако к концу эксперимента различия были сведены к минимуму: 95,57% и 94,40% соответственно. Таким образом, можно предположить, что растворы NaCl низких концентраций не оказывают значимого воздействия на всхожесть семян в почве.

Таблица 1 – Влияние растворов NaCl различных концентраций на высоту надземной части проростков ячменя обыкновенного

| Концентрация раствора NaCl | Средняя высота проростков, мм | | | | | | |
|----------------------------|-------------------------------|------------|------------|-------------|------------|------------|------------|
| | 4-е сутки | 5-и сутки | 6-е сутки | 7-е сутки | 8-сутки | 9-е сутки | 10-е сутки |
| контроль | 46,6±1,8 | 64,2±1,4 | 105,4±3,1 | 124,8±4,9 | 135,6±5,2 | 145,6±4,7 | 184,3±6,2 |
| 0,01 М р-р | 50,8±1,9* | 60,4±3,5 | 96,6±1,9* | 107,4±3,9** | 138,4±4,8 | 151,8±3,2 | 180,6±5,1 |
| 0,02 М р-р | 46,6±1,7 | 72,1±2,3** | 106,3±2,1 | 125,6±5,4 | 146,9±4,7* | 151,4±2,1 | 166,1±4,2* |
| 0,03 М р-р | 38,0±0,8* | 48,4±3,8** | 82,6±4,1** | 108,2±2,2** | 128,0±2,8* | 136,7±2,7* | 143,7±3,2* |
| 0,04 М | 35,2±1,3** | 46,4±1,5** | 75,5±2,6** | 95,1±3,8* | 116,4±2,5* | 122,9±3,1* | 133,6±4,2* |

Примечание: * - статистически достоверное различие между выборкой и контролем $P < 0,05$; ** - $P < 0,01$.

Совершенно иная картина наблюдается при оценке длины надземной части проростков (табл.1). В данном случае уже на четвертые сутки проращивания фиксируется достоверное снижение данного показателя у растений, обрабатываемых растворами NaCl в концентрациях 0,03 М и 0,04 М, причем тенденция сохраняется на протяжении всех семи суток измерений. В то же время средняя длина надземной части проростков, обрабатываемых 0,01 М раствором, на четвертые сутки превышает контрольный показатель, однако на 5-7-е сутки данная величина снижается по сравнению с контролем, а на 8-10-е сутки эксперимента вновь возрастает до контрольных значений. Очевидно, что концентрация 0,01 М слишком мала, чтобы оказать существенное влияние на развитие растений в почве. Интересный эффект наблюдался в отношении влияния на рост проростков ячменя раствора NaCl в концентрации 0,02 М: практически не отличаясь от контрольных значений или даже превышая их (5-е сутки, 8-9-е сутки), средние значения длины надземных побегов резко снижаются по сравнению с контролем, начиная с 10-го дня наблюдения. Можно

предположить, что как и в предыдущем случае, первоначальная концентрация ионов Na^+ и Cl^- в почве была слишком мала, чтобы обеспечить статистически значимый эффект, однако в дальнейшем, по мере нарастания содержания данных ионов в почве, токсичный эффект их начинает проявляться, замедляя темпы прироста растений. При обработке почвы более концентрированными растворами хлорида натрия данный эффект наблюдается уже с первых суток измерения, как уже отмечалось выше.

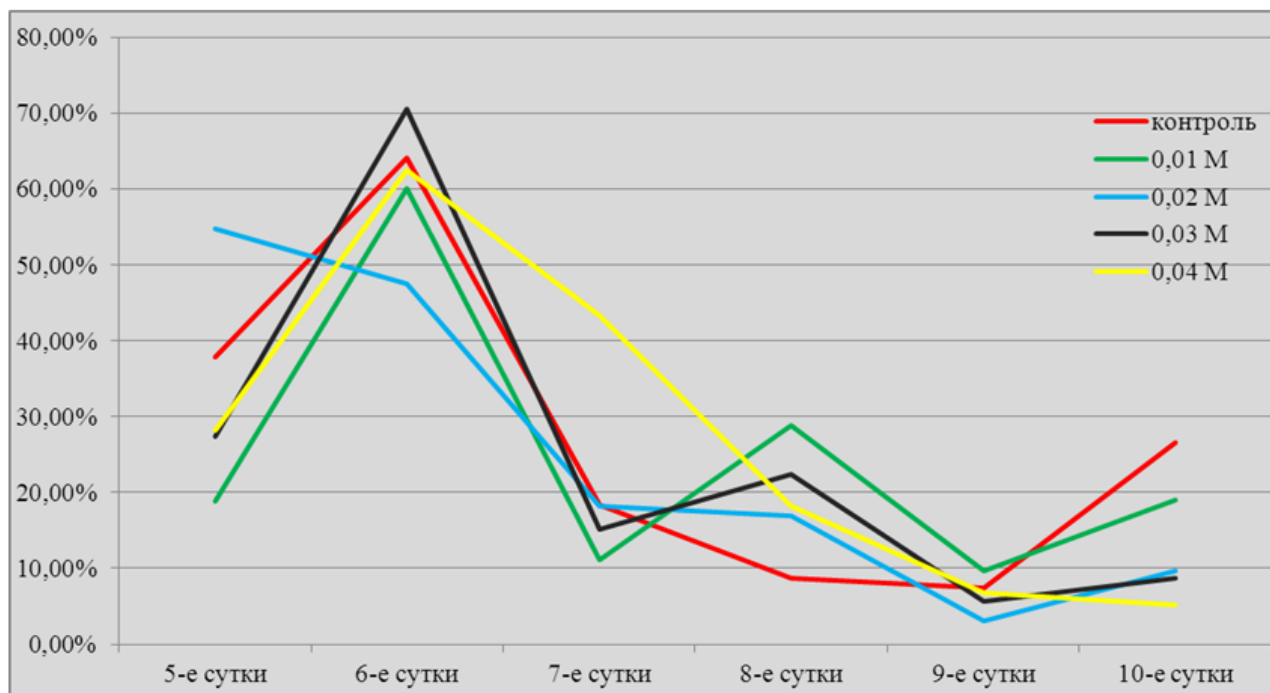


Рис. 2 – Влияние растворов NaCl различных концентраций на относительную скорость роста надземной части растений ячменя обыкновенного в почве

При оценке влияния солевого стресса на рост проростков ячменя обыкновенного значение имеют не только абсолютные показатели длины надземной части, но и темпы относительной скорости прироста данного показателя на протяжении всех дней эксперимента. Из графических данных, представленных на рис.2, следует, что относительная скорость прироста у всех выборок подвержена значительным колебаниям: в период 4-6-х суток данная величина практически удваивается, затем наблюдается ее постепенное снижение и в течение 9-10-х суток – следующий прирост, хотя и не столь существенный. Исключение составила выборка проростков, обрабатываемых 0,04 М раствором NaCl – максимальной из исследованных концентраций. В данном случае наблюдался только один подъем показателя скорости прироста – на 4-6-е сутки эксперимента, но в дальнейшем фиксировалось постепенное снижение данной величины без второго пика вплоть до минимального значения в 5,14% на 10-е сутки исследования (для сравнения, относительная скорость прироста контрольной выборки на данный период времени составляла 26,60%). Таким образом, можно заключить, что возрастание концентрации раствора NaCl приводит не только к уменьшению длины надземной части растений *Hordeum vulgare*, но также замедляет темпы прироста данной величины и изменяет общую картину развития растений.

Как уже отмечалось выше, не существует единого мнения по поводу того, каким образом солевой стресс влияет на всхожесть семян и развитие проростков ячменя обыкновенного, традиционно относимого к числу относительно толерантных к хлориду натрия зерновых культур [3]. Данное исследование показало, что низкие концентрации NaCl (0,01-0,04 М) практически не влияют на всхожесть семян в почве, но зато оказывают достоверный ингибирующий эффект на абсолютные значения длины надземной части растений (которая постепенно снижалась по мере нарастания содержания хлорида натрия в растворе), а также влияют на относительную скорость и общую картину прироста данного показателя на протяжении первых десяти суток проращивания. Влияние данной соли на рост злаковых культур на протяжении более длительных периодов времени требует дальнейшего изучения.

Список литературы / References

1. Dadashi M. Salinity effect on seedling growth and yield components of barley / M. Dadashi // Research Journal of Biological Science.– 2008.–Vol.3(8).– P.812-820.
2. Yousufinia M., Ghasemian A., Asadi O. The effect of NaCl on the growth and Na^+ and K^+ content of barley (*Hordeum vulgare*, L.) cultivars /M.Yousufinia, A.Ghasemian, O.Asadi //Annals of Biological Research.–2013.–Vol.4(1).–P.80-85.
3. Turkyilmaz B., Aktas L., Guven A. Salinity induced differences in growth and nutrient accumulation in five barley cultivars / B. Turkyilmaz, L. Aktas, A. Guven // Turkish Journal of Field Crops.–2011.–Vol.16(1).–P.84-92.
4. Mahmood K. Salinity tolerance in barley (*Hordeum vulgare* L.): effects of varying NaCl, K^+/Na^+ and NaHCO_3 levels on cultivars differing in tolerance / K. Mahmood // Pakistan Journal of Botany.–2011.–Vol.43(3).–P.1651-1654.
5. Zhang H., Irving L., McGill C. and others. The effect of salinity and osmotic stress on barley germination rate: sodium as an osmotic regulator/ H. Zhang, L. Irving, C. McGill and others //Annals of Botany.–2010.–Vol.4.–P.1-9.

6. Зайцева Р.И., Желнакова Л.И., Никитина Н.С. Характеристика солеустойчивости кормовых культур в начальной фазе вегетации при засолении чернозема хлоридом натрия / Р.И. Зайцева, Л.И. Желнакова, Н.С. Никитина // Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева.–2009.–№63.– С.25-40.

7. Ratnakar A., Rai A. Effect of sodium chloride salinity on seed germination and early growth of *Trigonella foenium-graecum* L. var. *Peb.* / A. Ratnakar, A. Rai // *Octa Journal of Environmental Research.*–2013.–Vol.1(4).–P.304-309.

8. Sabah N. The effect of salinity on germination, growth characters, and emergence of barley *Hordeum vulgaris* L. in different soil textures / N. Sabah // *Journal of Thi-Qar University.*– 2008.– Vol.4, №1.– P.17-26.

9. Шарипова Г.В., Веселов Д.С. Ростовая реакция на засоление растений разных сортов ячменя и ее связь с водным обменом / Г.В. Шарипова, Д.С. Веселов // Физиология и биохимия культурных растений.–2011.–Т.43.–№2.– С.129-135.

10. Гармаш Е.В., Головкин Т.К. Влияние скорости роста ячменя, выращиваемого при разных температуре и обеспеченности минеральным питанием, на активность альтернативного пути дыхания растений / Е.В. Гармаш, Т.К. Головкин // Физиология и биохимия культурных растений.–2011.–Т.43.–№2.– С.113-121.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Dadashi M. Salinity effect on seedling growth and yield components of barley / M. Dadashi // *Research Journal of Biological Science.*–2008.–Vol.3(8).– P.812-820.[in English]

2. Yousufinia M., Ghasemian A., Asadi O. The effect of NaCl on the growth and Na⁺ and K⁺ content of barley (*Hordeum vulgare*, L.) cultivars /M.Yousufinia, A.Ghasemian, O.Asadi // *Annals of Biological Research.*–2013.–Vol.4(1).–P.80-85. [in English]

3. Turkyilmaz B., Aktas L., Guven A. Salinity induced differences in growth and nutrient accumulation in five barley cultivars / B. Turkyilmaz, L. Aktas, A. Guven // *Turkish Journal of Field Crops.*–2011.–Vol.16(1).–P.84-92. [in English]

4. Mahmood K. Salinity tolerance in barley (*Hordeum vulgare* L.): effects of varying NaCl, K⁺/Na⁺ and NaHCO₃ levels on cultivars differing in tolerance / K. Mahmood // *Pakistan Journal of Botany.*–2011.–Vol.43(3).–P.1651-1654. [in English]

5. Zhang H., Irving L., McGill C. and others. The effect of salinity and osmotic stress on barley germination rate: sodium as an osmotic regulator/ H. Zhang, L. Irving, C. McGill and others // *Annals of Botany.*–2010.–Vol.4.–P.1-9. [in English]

6. Zajceva R.I., Zhelnakova L.I., Nikitina N.S. Harakteristika soleustojchivosti kormovyh kul'tur v nachal'noj faze vegetacii pri zasolenii chernozema hloridom natrija [Characteristics of salt tolerance of forage crops in the initial phase of vegetation with black soil salinization of sodium chloride] / R.I. Zajceva, L.I. Zhelnakova, N.S. Nikitina // *Bjulleten' Pochvennogo instituta im. V.V. Dokuchaeva* [Annals of Soil Science Institute after V.V. Dokuchaev].–2009.–№63.–P.25-40. [in Russian]

7. Ratnakar A., Rai A. Effect of sodium chloride salinity on seed germination and early growth of *Trigonella foenium-graecum* L. var. *Peb.* / A. Ratnakar, A. Rai // *Octa Journal of Environmental Research.*–2013.–Vol.1(4).–P.304-309. [in English]

8. Sabah N. The effect of salinity on germination, growth characters, and emergence of barley *Hordeum vulgaris* L. in different soil textures / N. Sabah // *Journal of Thi-Qar University.*– 2008.– Vol.4, №1.– P.17-26. [in English]

9. Sharipova G.V., Veselov D.S. Rostovaja reakcija na zasolenie rastenij raznyh sortov jachmenja i ee svjaz' s vodnym obmenom [Growth reaction to salinity of different varieties of barley and its relationship with the water exchange] / G.V. Sharipova, D.S. Veselov // *Fiziologija i biohimija kul'turnyh rastenij* [Physiology and biochemistry of culture plants].–2011.–Vol.43.–№2.–P.129-135. [in Russian]

10. Garmash E.V., Golovko T.K. Vlijanie skorosti rosta jachmenja, vyrashhivaemogo pri raznyh temperature i obespechennosti mineral'nym pitaniem, na aktivnost' al'ternativnogo puti dyhanija rastenij [Effect of growth rate of barley plant grown at different temperatures and mineral nutrition levels on alternative respiratory pathway activity] / E.V. Garmash, T.K. Golovko // *Fiziologija i biohimija kul'turnyh rastenij* [Physiology and biochemistry of culture plants].–2011.–Vol.43.–№2.– P.113-121. [in Russian]

DOI: 10.18454/IRJ.2016.54.261

Зыков И.Е.¹, Ваулин Д.Е.²¹ORCID: 0000-0002-6027-3700, кандидат биологических наук, доцент, профессор РАЕ,²ORCID: 0000-0002-1767-447X, студент факультета биологии, химии и экологии,

Государственный гуманитарно-технологический университет

ИНТЕГРАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЧИСЛЕННОСТИ МАКРОЗООБЕНТОСА ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ИНДЕКСА ГУДНАЙТА-УИТЛЕЯ**Аннотация**

Приводится попытка оптимизации расчетов биотического индекса Гуднайта-Уитлея для малых рек средней полосы России. Учитывается интегральный показатель численности индикаторных таксонов по данным нескольких створов, используются таблично заданные функции, находится определенный интеграл от функции. Аппроксимация функции распределения зообентоса значительно уменьшает погрешность при расчете указанного индекса. Предложенный метод может быть применен и для других биоиндикаторов, не являющихся обитателями дна.

Ключевые слова: индекс Гуднайта-Уитлея, зообентос, интегральный показатель численности, аппроксимация функции распределения.

Zykov I.E.¹, Vaulin D.E.²¹PhD in Biology, associate professor, professor RAE,²student of the faculty of biology, chemistry and ecology,

State humanitarian technology University

INTEGRAL ESTIMATION OF THE NUMBER OF MACROZOOBENTHOS IN THE DETERMINATION OF THE INDEX GOODNIGHT-WHITLEY**Abstract**

Is trying to optimize the calculation of the biotic index Goodnight-Whitley for small rivers of Central Russia. Considered an integral indicator of the number of indicator taxa according to multiple sites, use the table given functions, is a definite integral of a function. Approximation of the distribution function of the zoobenthos significantly reduces the error when calculating the specified index. The proposed method can be applied to other bio-indicators which are not inhabitants of the bottom.

Keywords: index Goodnight-Whitley, zoobenthos, an integral index number, the approximation of the distribution function.

При оценке экологического состояния водоемов наиболее информативным и надежным биоиндикатором качества водной среды является зообентос. В связи с достаточной продолжительностью развития донных беспозвоночных и их оседлым образом жизни, именно зообентос характеризует как экологическое состояние водотока в целом, так и состояние конкретных его участков [1].

При определении биотических индексов, основанных на учете численности особей различных видов и надвидовых групп донных беспозвоночных, большая доля погрешности возникает из-за неравномерного распределения и обнаружения видов в створе. Это особенно проявляется при выборочном взятии проб на реках с изменчивыми грунтами, островным расположением донной растительности и другими факторами, влияющими на концентрацию особей. Возникает ситуация, когда в двух близкорасположенных точках забора образцов может оказаться различное соотношение индикаторных таксонов.

При определении индекса Гуднайта-Уитлея необходимо отнести численность олигохет к общему числу обнаруженных в реке особей макрозообентоса [4]. Такое соотношение будет неодинаковым даже при заборах на близкорасположенных участках русла. Наиболее заметно эта погрешность проявляется при небольших площадях исследуемых участков дна реки. Например, подобные расхождения были выявлены нами на реке Большая Дубна, протекающей в северной части Орехово-Зуевского района Московской области.

По данным государственного водного реестра Российской Федерации (код: 09010300712110000031603) река Большая Дубна относится к Окскому бассейновому округу, водохозяйственному участку реки Клязьма от города Орехово-Зуево до города Владимир.

Общая протяженность реки Большая Дубна около 30 км. Водосборная площадь – 280 км². Ширина в верхнем течении от 1,5 м до 2 м, при устье – до 6-7 м. Исследования проводились в нижней половине русла, где ширина реки составляла не менее 3 м., глубина – от 0,5 м до 1,2 м.

Река выраженного равнинного типа со скоростью течения около 0,2 м/сек. Донные грунты песчаные, глинистые и каменистые. Прозрачность воды, определенная по диску Секки, составляет 35 см. Температура воды в летний период в верхних слоях – 20-22° С, в нижних – до 15° С. Вдоль русла нет рекреационных зон и крупных хозяйственных объектов. Однако реку пересекают автомагистрали М6 и А108 [2].

Сбор макрозообентоса осуществлялся с мая по октябрь 2014 года по стандартной методике. Площадь дна, с которой производился сбор материала, составляла 0,5-1 м². Взятие проб проводили в трех местах по руслу реки. На каждом участке делали по 2 единовременных забора в точках, отстоящих друг от друга на расстояние 20-500 м. Всего произведено 12 заборов донных проб.

Первая точка забора проб, находящаяся в 2 км к северо-востоку от города Орехово-Зуево, характеризуется большой извилистостью русла. Течение спокойное, местами в воде находятся стволы упавших прибрежных деревьев. В этом месте реку Большая Дубна пересекает лесная дорога с железобетонным мостом. Сбор зообентоса производился в мае в 20 и 40 м ниже моста по течению, на излуцинах на глубине 0,5-1 м, а также в августе и октябре в 30 и 400-500 м выше моста по течению, на глубине 0,3-0,6 м.

Во второй точке, расположенной в 1,5 км к северу от поселка Пригородный, реку Большая Дубна пересекает федеральная трасса А108. Исследования дна проводились в мае в 30 м ниже моста по течению реки и в 25 м выше него на глубине около 0,5 м. Русло реки выпрямленное, берега отвесные, почти без травяной растительности.

Третья точка находится в 850 м к западу от деревни Большая Дубна. Здесь река имеет пологие берега, русло прямое. Пробы в этом месте взяты в июне и июле в 15 м от моста выше по течению и в 5 м ниже моста на глубине 0,6-1 м. В 3-5 м выше и ниже моста на отмелях отмечена обильная водная растительность. Берег в непосредственной близости к мосту не закрыт кустарниковой и древесной растительностью, что значительно увеличивает уровень освещенности зеркала реки [2].

Исследования небольших площадей дна реки Большая Дубна связаны с ограниченными возможностями ловли животных. В итоге были получены различные значения индекса Гуднайта-Уитлея при исследовании даже одного биотопа на небольшом протяжении русла.

Чтобы избежать таких ошибок, предлагается учитывать при подсчете индексов не абсолютную численность особей в отдельной пробе, а интегральный показатель численности, отражающий общую численность животных на протяженном участке русла реки.

Для его определения необходимо иметь данные по нескольким створам, отстоящим друг от друга на небольшом расстоянии. Минимально это может быть 4-5 заборов проб. Расстояние между створами не влияет существенно на результат, может выбираться исходя из удобства работы и должно быть измерено от первого створа по руслу реки.

В целом в локальном биотопе плотность зообентоса неравномерна. Она имеет некоторую точку максимума и падает несимметрично при удалении от нее как вниз, так и вверх по течению [3], что позволяет вывести зависимость плотности зообентоса от расстояния по руслу. При ограниченном числе заборов получают таблично заданные функции, где в первой строке окажутся расстояния от условной точки начала серии заборов зообентоса, а во второй – найденная численность особей.

Остальную часть работы можно производить с помощью широко распространенной программы из пакета «MSOffice», работающей с электронными таблицами «MSExcel». Прежде всего, понадобится найти функцию, наиболее соответствующую графику, построенному по точкам. Это можно сделать с помощью опции «Формат линии тренда». Для аппроксимации лучше выбирать полиномиальную функцию (в большинстве случаев достаточную величину достоверности дает уже квадратичная функция).

На рисунке 1 в графу «В» внесены расстояния мест забора зообентоса от выбранной точки по руслу реки в метрах, в графу «С» - соответствующее им количество найденных индикаторных особей. График аппроксимации описывается функцией:

$$y = -0.134x^2 + 3.255x - 0.251, \text{ при } R^2 \text{ удовлетворительно близком к } 1.$$

Далее находится определенный интеграл от функции, являющейся аппроксимацией по полученным точкам. Для этого возможно использование математических программ.

$$\int_2^{23} (-0.134x^2 + 3.255x - 0.251) dx = 306.065$$

Полученное число используется для подсчетов индексов. Для индекса Гуднайта-Уитлея высчитывается, например, определенный интеграл по олигохетам и делится на интеграл общей численности зообентоса.

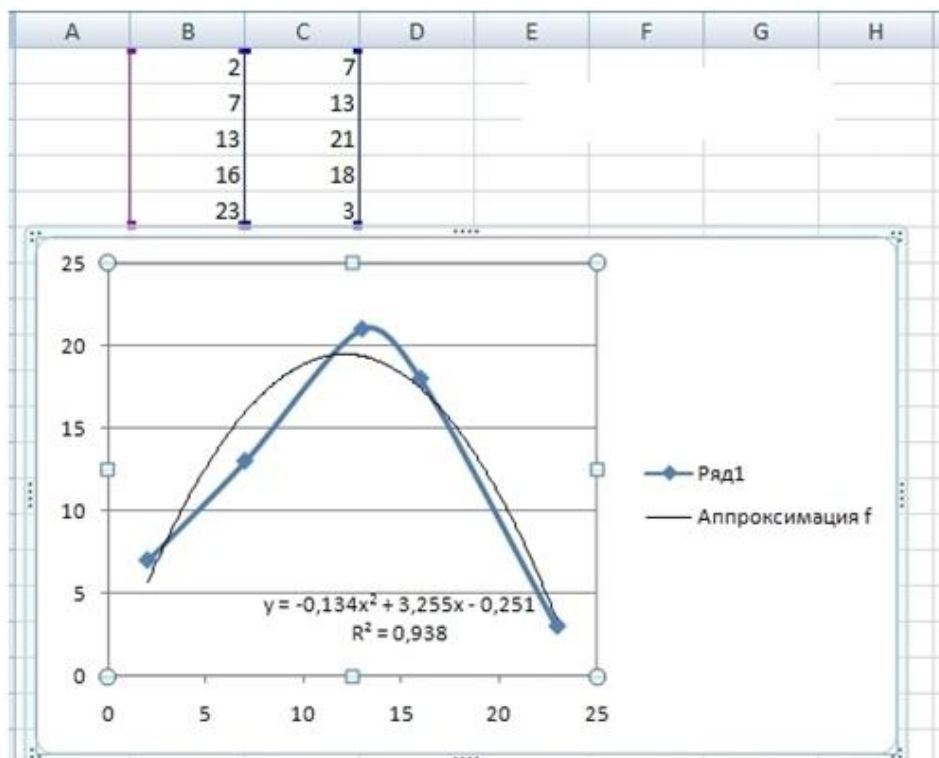


Рис. 1 – Аппроксимация функции распределения зообентоса

Необходимо пояснить некоторые моменты:

1. Каждая точка построенного по таблице графика отражает не численность особей в месте забора, а плотность их на единицу площади, равную площади взятия пробы;

2. Полученное решением интеграла число не равно общему числу особей на исследуемом участке, оно отражает лишь число особей на некоторой полосе, ширина которой определена шириной участка дна, охватываемой при заборе проб, а длина равна расстоянию между крайними точками взятия проб.

Этим же методом несложно получить среднюю видовую плотность, отражающую биоразнообразие и представляющую большой интерес [5]. И, наконец, описанный метод может быть применен и для других биоиндикаторов, не являющихся обитателями дна, например, для определения численности фитопланктона или макрофитов.

Список литературы / References

1. Зыков И.Е. Оценка качества воды реки Клязьмы восточных районов Подмосковья [электронный ресурс] / И.Е. Зыков // Орехово-Зуево: Вестник МГОГИ. Серия: медико-биологические науки. – 2013. – № 1. – С. 11-19.

2. Зыков И. Е., Ваулин Д. Е. Сравнительный анализ биотических индексов оценки качества воды реки Большая Дубна восточного Подмосковья / Минск: Экологический вестник. – 2015. – № 4 (34). – С. 121-125.

3. Кузнецова Н. В. Современное гидробиологическое состояние реки Яхромы как модельной малой реки Подмосковья: дис. ... кан. биол. наук: 03.02.10 : защищена 18.12.2015 / Кузнецова Наталья Владимировна. – М., 2015. – С. 120-126.

4. Чертопруд М. В. Мониторинг загрязнения водоемов по составу макрозообентоса: методическое пособие / М.В. Чертопруд. – М.: Ассоциация по химическому образованию, 1999. – 16 с.

5. Шитиков В.К., Розенберг Г.С., Зинченко Т. Д. Количественная гидроэкология: методы системной идентификации / Тольятти: ИЭВБ РАН, 2003. – С. 156-165.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Zykov I. E. Ocenka kachestva vody reki Kljaz'my vostochnyh rajonov Podmoskov'ja [Assessment of water quality of the river Klyazma in the Eastern districts of the Moscow region] [electronic resource] / I. E. Zykov // Orekhovo-Zuevo: Bulletin of MGOGI. Series: medico-biological science. – 2013. – № 1. – P. 11-19. [in Russian]

2. Zykov I. E., Vaulin D. E. Sravnitelnyy analiz bioticheskikh indeksov ocenki kachestva vody reki Bolshaya Dubna vostochnogo Podmoskov'ya [A comparative analysis of the biotic indexes of water quality assessment of the river Large Dubna Moscow region] / I. E. Zykov, D. E. Vaulin // Ekologicheskij vestnik [Ecological Bulletin], Minsk: 2015. – № 4 (34). – P. 121-125. [in Russian]

3. Kuznecova N. V. Sovremennoe gidrobiologicheskoe sostoyanie reki Yakhroma kak modelnoy maloy reki Podmoskov'ya [Modern hydrobiological state of the river Yakhroma as a model of small rivers of Moscow region]: dis. ... of PhD in Biology : 03.02.10 : defense of the thesis 18.12.2015 / Kuznecova Natalia Vladimirovna. – M., 2015. – P. 120-126. [in Russian]

4. Chertoprud M. V. Monitoring zagryazneniya vodoemov po sostavu makrozoobentosa [Monitoring of water pollution on the composition of macrozoobenthos: a methodological guide] / M. V. Chertoprud. – M.: Associaciya po khimicheskomu obrazovaniyu, 1999. – 16 p. [in Russian]

5. Shitikov V.K., Rozenberg G.S., Zinchenko T. D. Kolichestvennaya gidroekologiya: metody sistemnoy identifikatsii [Quantitative Hydroecology: methods of system identification] / V.K. Shitikov, G.S. Rozenberg, T. D. Zinchenko // Tolyatti: IEVB RAN, 2003. – P. 156-165. [in Russian]



Все статьи, опубликованные в «Международном научно-исследовательском журнале», загружаются в РИНЦ.

Российский индекс научного цитирования (РИНЦ) — библиографическая база данных научных публикаций российских учёных. Для получения необходимых пользователю данных о публикациях и цитируемости статей на основе базы данных РИНЦ разработан аналитический инструмент ScienceIndex.

DOI: 10.18454/IRJ.2016.54.255

Ильинских Н.Н.¹, Ильинских Е.Н.²¹ORCID: 0000-0003-1014-1096, Доктор биологических наук, профессор,²ORCID: 0000-0001-7646-6905, доктор медицинских наук, профессор,

Сибирский государственный медицинский университет

Исследование выполнено при поддержке грантов РГНФ 15-06-10190 и РФФИ 16-44-700149

ПОЛИМОРФИЗМ ГЕНА DRD4 У ДЕТЕЙ КОЧЕВЫХ И УРБАНИЗИРОВАННЫХ КОРЕННЫХ ЖИТЕЛЕЙ СЕВЕРА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**Аннотация**

Цель этой работы заключалась в оценке распространенности частот аллелей гена DRD4 у кочевых и городских жителей севера Западной Сибири. Исследование было проведено в школах-интернатах Пуровского района Ямало-Ненецкого автономного округа (ЯНАО), где были дети кочевых народов (ДК) и дети, чьи родители постоянно жили (ДО) в поселке. У 178 ДК и 140 ДО были получены образцы клеток Buccal epithelial cells для цепной реакции полимеразы (PCR). Установлено, что дети кочевых родителей, которые являются оленеводами и городские жители ЯНАО, значительно отличаются по частоте DRD4 * 7R аллелей.

Ключевые слова: DRD4; Сибирь; этнические группы; кочевые популяции. урбанистические популяции.

Ilyinskikh N.N.¹, Ilyinskikh E.N.²¹ORCID: 0000-0003-1014-1096, PhD in Biology, Professor,²ORCID: 0000-0001-7646-6905, MD, Professor,

Siberian State Medical University

This work was supported by grants RFH 15-06-10190 and RFBR 16-44-700149

DRD4 GENE POLYMORPHISM IN CHILDREN OF NOMADIC AND URBAN INDIGENOUS POPULATIONS IN THE NORTH OF WEST SIBERIA**Abstract**

The aim of the work was to assess prevalence of the frequencies of the DRD4 gene alleles in nomadic and urban residents of the north of West Siberia. The study was performed in the boarding schools of Purovsky district of Yamal-Nenets Autonomous Area (YaNAA) where were both the children of nomadic people (ChNP) and the children whose parents permanently lived (ChPLP) in a settlement. The samples of buccal epithelial cells for the polymerase chain reaction (PCR) were obtained from 178 of the ChNP and 140 of the ChPLP. Found that the children of the nomadic parents who are reindeer herders and the urban residents of YaNAA are significantly distinguished by the frequency of DRD4*7R allele.

Keywords: DRD4; Siberia; ethnic groups; nomadic population. urban population.

Introduction

Dopaminergic system DRD4 gene are associated with cognitive human activity [10]. Repeat region are found in exon 3 of this gene. The number of repetitions can be from 2 to 11. Particular attention is drawn to a DRD4*7R allele with 7 repeats emerged in humans according to some scientists [7, 12] about 40,000 years ago during the migration of modern man from Africa to Eurasia. A study of Brazilian scientists [11] have demonstrated that this allele is very often present in the genotype of Native American nomadic tribes of "hunter-gatherers" and much less often it is observed in the sedentary Native Americans. Perhaps just such features as "novelty seeking" and "perseverance" which are typical for the "gatherers" with DRD4*7R [8] give them advantage in their nomadic lifestyle. The advantage is likely to disappear when a person moves to a settled way of life and undergoes "selection". However, it was found that the DRD4*7R allele is much less common in the Mongoloid populations than it is observed in European and American populations [6]. Our previous study have shown significant differences the frequency of DRD4*7R allele between the students who came to study from the northern regions of West Siberia [2].

The aim of the work was to assess prevalence of the frequencies of the DRD4 alleles in nomadic and urban residents of Yamal-Nenets Autonomous Area (YaNAA) of Tyumen Region belonging to different ethnic groups.

Material and methods

We examined schoolchildren belonging to different indigenous ethnic groups including Nenets, Selkups, and Khanty whose parents either resided in the local settlements or lead a nomadic way of life rearing their reindeer herds in YaNAA of Tyumen Region. The study was performed in the boarding schools of Purovsky district of YaNAA where were both the children of nomadic people (ChNP) and the children whose parents permanently lived (ChPLP) in a settlement. The samples of buccal epithelial cells for the polymerase chain reaction (PCR) were obtained from 178 of the ChNP and 140 of the ChPLP. Informed consents were received from the children's parents or their guardians to carry out this research. The schoolchildren were also divided into subgroups based on ethnicity (Nenets, Selkups, and Khanty). The samples of DNA were extracted from the buccal epithelial cells by means of reagents and a technique developed by PrepFiler Automated Forensic DNA Extraction Kit (USA). Amplification of the DNA loci studied was performed by PCR using thermocycler "Tertsik" ("OOO DNA technology", Moscow, Russia).

To determine the DRD4 alleles used the technique described earlier [5]. The differences between the frequencies of prevalence of these gene alleles in the groups was assessed by the criterion χ^2 using the program «Statistica 6.0». Statistically significant difference between the samples was considered in $p < 0.05$.

Results and discussion

Except for nomadic Khanty, the most of the schoolchildren had DRD4*4R allele (Table 1). Some investigators believe that all alleles of this cluster are derived from the ancestral variant DRD4*4R allele and therefore this allele is found in the most of the human population more frequently than the others [8].

Table 1 – Prevalence of the frequencies of *DRD4* alleles in different ethnic groups of schoolchildren in Yamal-Nenets Autonomous Area

| <i>DRD4</i> allele | Frequencies of <i>DRD4</i> alleles in different ethnic groups | | | | | | | | |
|--------------------|---|-----------------|------|-----------------|-----------------|------|-----------------|-----------------|------|
| | Selkups % (val.) | | | Nenets % (val.) | | | Khanty % (val.) | | |
| | Nomadic n=56 | Settled n=50 | P | Nomadic n=51 | Settled n=43 | P | Nomadic n=24 | Settled n=47 | P |
| *2R | 8.9 (5) | 6.0 (3) | 0.08 | 13.7 (7) | 6.9 (3) | 0.02 | 16.7 (5) | 8.5 (4) | 0.04 |
| *3R | 3.6 (2) | 4.0 (2) | 0.56 | 5.9 (3) | 9.3 (4) | 0.06 | 0 | 6.4 (3) | |
| *4R | 48.2 (27) | 64.0 (32) | 0.04 | 52.9 (27) | 58.1 (25) | 0.23 | 12.5 (3) | 70.2 (33) | 0.01 |
| *5R | 12.5 (7) | 12.0 (6) | 0.89 | 7.8 (4) | 9.3 (4) | 0.36 | 41.7 (10) | 6.4 (3) | 0.01 |
| *6R | 5.4 (3) | 4.0 (2) | 0.62 | 3.9 (2) | 6.9 (3) | 0.12 | 4.2 (1) | 4.3 (2) | 0.56 |
| *7R | 19.6 (11) | 6.0 (3) | 0.02 | 13.7 (7) | 4.7 (2) | 0.03 | 29.2 (7) | 4.3 (2) | 0.01 |
| *8R | 1.8 (1) | 4.0 (2) | 0.06 | 2.0 (1) | 4.7 (2) | 0.09 | 0 | 0 | |

Among the nomadic Khanty, there is a significant increase in the frequencies of prevalence of the *DRD4**2R ($p<0.04$), *DRD4**5R ($p<0.01$), and *DRD4**7R ($p<0.01$) alleles, while the frequency of the individuals with the *DRD4**4R allele ($p<0.01$) is significantly reduced. The *DRD4**7R allele are found almost in every 4th individual of the nomadic Khanty, in every 5th of the nomadic Selkups, and in every 7th of the nomadic Nenets.

For comparison, among the urbanized ethnic subgroups, the frequency of prevalence of this allele is significantly lower: 24 % of the settled Khanty, 22 % of the settled Nenets, and 17 % of the settled Selkups. Among the nomadic Nenets, there was a significant increase in the frequency of persons with *DRD4**2R allele (13.7% in ChNP and 6.9% in ChPLP; $p<0.02$).

It is known that the sign of "novelty seeking" in some Mongoloid groups is found in the individuals with *DRD4**2R allele, which is prevalent among these populations, but is not in the ones with *DRD4**7R allele [12]. Among the nomadic Nenets, 13.7% of the 51 schoolchildren have both *DRD4**2R and *DRD4**7R alleles.

When psychological testing, the majority of Europeans with a higher index of "novelty seeking" have the allele *DRD4**7R, while, by contrast, in the Finnish population, this sign is found in the individuals with *DRD4**2R and *DRD4**5R alleles [9]. Perhaps, this association pertains to the nomadic Khanty who, as it is known, are related to the Finno-Ugric peoples.

Among the ethnic groups of the north of West Siberia, the Khanty are the most urbanized group. As a result of the active migration of a significant number of male population to YaNAA from the European part of Russia and the CIS countries, who are mainly occupied in oil and gas production, there is hybridization between the indigenous and migrant populations. This effect is the most clearly manifested in the Khanty [3]. The same may be said of Selkups [4].

Other associations in mate choice occurs in the Nenets. They are not prohibited marriages between close relatives. Therefore, in the Forest Nenets, there are more common individuals who are homozygous for a significant number of loci [1]. These features of assortative marriage, there appears to have effect on the prevalence of allele frequencies among ethnically different groups of the schoolchildren. It is presumed that the allele *DRD4**2R occurred in the Mongoloid race as a result of recombination between the *DRD4**4R and *DRD4**7R alleles. Therefore, the *DRD4**2R allele plays a role of the *DRD4**7R allele in Asian populations [12].

Conclusion

Thus, the results suggest that there are significant differences of *DRD4* gene allele frequency among the schoolchildren of YaNAA belonging to different ethnic groups. The children of the nomadic parents who are reindeer herders and the urban residents of YaNAA are significantly distinguished by the frequency of *DRD4**7R allele. The Nenets schoolchildren are also characterized by the higher frequency of *DRD4**2R allele.

Список литературы / References

1. Гольцова Т. В., Осипова Л. П. Генетико-демографическая структура популяций коренных народов Сибири в связи с проблемой микроэволюции // Вестник ВОГИС.- 2006.- Т. 10 (3).- С. 126–157.
2. Ильинских Н.Н., Ильинских Е.Н., Ильинских И.Н. Роль полиморфизма гена *DRD4* дофаминэргической системы в успеваемости и поведенческих стереотипах этнических различных когорт студентов // Медицина и образование в Сибири.-2015.-№6. – URL: <http://ngmu.ru/cozo/mos/article/pdf.php?id=1980>
3. Осипова Л.П., Табиханова Л.Э., Чуркина Т.В. Динамика генетико-демографических процессов в популяциях коренного населения Шурышкарского района ЯНАО. Коренное население Шурышкарского района Ямало-Ненецкого автономного округа: демографические, генетические и медицинские аспекты: под ред. Л.П. Осиповой. – Новосибирск. 2005.
4. Пелих Г. И. Происхождение селькупов. – Томск. 1972.
5. Benjamin J., Ebstein R., Belmaker H. Molecular genetics and human personality. Washington (USA). 2002.
6. Chang F. M., Kidd J. R., Livak K. J. The world-wide distribution of allele frequencies at the human dopamine D4 receptor locus. // Hum. Genet.- 1996.- Vol. 98 (1).- P. 91–101.
7. Ding Y. C., Chi H. C., Grady D. L. Evidence of positive selection acting at the human dopamine receptor D4 gene locus. // Proc Natl Acad Sci USA.- 2002.- Vol. 99 (1).- P. 309–314.
8. Ebstein R. P. Saga of an adventure gene: novelty seeking, substance abuse and the dopamine D4 receptor exon III repeat polymorphism // Mol. Psychiatry.- 1997.- Vol. 2.- P. 381–384.
9. Ekelund J., Lichtermann D., Jarvelin M.R. Association between novelty seeking and the type 4 dopamine receptor gene in a large Finnish cohort sample. // Am. J. Psychiatry.- 1999. -Vol.- 156 (9).- P. 1453–1455.
10. Seaman M.L., Fisher J.B., Chang F. Tandem duplication polymorphism upstream of the dopamine D4 receptor gene (*DRD4*). Am J Med Genet. // 1999.- Vol. -88 (6).- P. 705–709.

11. Tovo-Rodrigues S. M., Callegari-Jacques M. L., Petzl-Erler L. Dopamine Receptor D4 Allele Distribution in Amerindians: A Reflection of Past Behavior Differences? // American Journal of Physical Anthropology .- 2010.- Vol. 143 (3).- P. 458-464.

12. Wang E., Ding Y. C., Flodman P. The genetic architecture of selection at the human dopamine receptor D4 (*DRD4*) gene locus // Am J Hum Genet.- 2004.-Vol. 74 (5).- P.- 931-944.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Gol'cova T.V., Osipova L.P. -demograficheskaja struktura populjacij korennyh narodov Sibiri v svjazi s problemoj [Genetic population structure in populations of indigenous peoples of Siberia in connection with the issue of microevolution] // Vestnik VOGIS [Bulletin of RSGS].- 2006.- Vol.10, №3.- P.126-157. [in Russian]

2. Ilyinskih N.N., Ilyinskih E.N., Ilyinskih I.N. Rol' polimorfizma gena *DRD4* dofaminjergicheskoj sistemy v uspevaemosti i povedencheskih steoretipah jetnicheski razlichnyh kogort studentov [The role of the *DRD4* gene polymorphism dopamine system in progress and behavioral stereotypes ethnically different cohorts of students] // Medicina i obrazovanie v Sibiri [Medicine and Education in Siberia].- 2015.-№ 6: URL: <http://ngmu.ru/cozo/mos/article/pdf.php?id=1980>. [in Russian]

3. Osipova L. P., Tabihanova L. Je., Churkina T. V. Dinamika genetiko-demograficheskikh processov v populjacijah korennoho naselenija Shuryshkarskogo rajona JaNAO. Korennoe naselenie Shuryshkarskogo rajona Jamalo-Neneckogo avtonomnogo okruga: demograficheskie, geneticheskie i medicinskie aspekty [The dynamics of genetic and demographic process in indigenous populations in Shuryshkarskogo district of Yamal-Nenets Autonomous district. The indigenous population of the district Shuryshkarskogo Yamalo-Neneckogo Autonomous Okrug: demographic, genetic and medical aspects]: ed. L. P. Osipova. Novosibirsk: IPP «Art-Avenju»; 2005. – P. 9-45. [in Russian]

4. Pelih G. I. Proishozhdenie sel'kupov [The origin of the selkups]: ed. L. P. Potapova. Tomsk: TGU; 1972. [in Russian]

5. Benjamin J., Ebstein R., Belmaker H. Molecular genetics and human personality. ed. R. Ebstein. Washington: American Psychiatric Publishing Inc.; 2002.

6. Chang F. M., Kidd J. R., Livak K. J. The world-wide distribution of allele frequencies at the human dopamine D4 receptor locus// Hum. Genet.- 1996.- Vol.98, №1.- P. 91-101.

7. Ding Y. C., Chi H. C., Grady D. L. Evidence of positive selection acting at the human dopamine receptor D4 gene locus// Proc Natl Acad Sci USA.- 2002.- Vol. 99, №1.- P. 309-314.

8. Ebstein R. P. Saga of an adventure gene: novelty seeking, substance abuse and the dopamine D4 receptor exon III repeat polymorphism// Mol. Psychiatry.- 1997. Vol. 2.- P. 381-384.

9. Ekelund J., Lichtermann D., Jarvelin M. R. Association between novelty seeking and the type 4 dopamine receptor gene in a large Finnish cohort sample// Am. J. Psychiatry.-1999.- Vol 156, №9.- P.1453-1455.

10. Seaman M. L., Fisher J. B., Chang F. Tandem duplication polymorphism upstream of the dopamine D4 receptor gene (*DRD4*)// Am J Med Genet.- 1999.- Vol. 88, № 6.- P. 705-709.

11. Tovo-Rodrigues S. M., Callegari-Jacques M. L., Petzl-Erler L. Dopamine Receptor D4 Allele Distribution in Amerindians: A Reflection of Past Behavior Differences? // Amer. J of Physical Anthropol.- 2010.- Vol. 143, №3.- P.458-464.

12. Wang E., Ding Y. C., Flodman P. The genetic architecture of selection at the human dopamine receptor D4 (*DRD4*) gene locus// Am J Hum Genet.- 2004.- Vol. 74, №5.- P. 931-944.

«Международный научно-исследовательский журнал» включен в систему **OpenAIRE**.

OpenAIRE — европейская поисковая система по академическим материалам открытого доступа. Один из главнейших репозиториев научной информации в Европейском Союзе. Данная база позволяет увеличить цитируемость Ваших материалов в Европе.



DOI: 10.18454/IRJ.2016.54.195

Капитонова О.А.¹, Капитонов В.И.²

¹Кандидат биологических наук, доцент, Тобольская комплексная научная станция УрО РАН,

²Тобольская комплексная научная станция УрО РАН

Работа выполнена в рамках темы фундаментальных научных исследований «Выявление эпицентров синантропизации биоты в Западно-Сибирской Арктике и Субарктике» (№ ГР 116020510090)

НОВЫЕ НАХОДКИ РОГОЗОВ (*ТYPHA* L.) В ХАНТЫ-МАНСИЙСКОМ АВТОНОМНОМ ОКРУГЕ-ЮГРЕ

Аннотация

Приводятся сведения о первой находке на территории Ханты-Мансийского Автономного Округа-Югры (ХМАО) рогоза седого (*Typha incana*) и новом местонахождении рогоза высокого (*T. elata*). Все находки рогозов сделаны на антропогенных экотопах – выработанных обводненных песчаных карьерах и дренажных канавах. На рассматриваемой территории указанные виды рогозов находятся у северной границы области своего распространения и относятся к синантропным видам. Приведены диагностические признаки и краткая характеристика мест находок рогозов.

Ключевые слова: *Typha incana*, *Typha elata*, флора, однодольные растения, водные растения, аборигенные виды, дренажные каналы, Западно-Сибирская равнина, Субарктика.

Kapitonova O.A.¹, Kapitonov V.I.²

¹PhD in Biology, associate professor, Tobolsk Complex Scientific Station of the Ural Branch RAS,

²Tobolsk Complex Scientific Station of the Ural Branch RAS

The work was performed under the theme of fundamental scientific research "Revealing of the epicenters of synanthropization of biota in West Siberian Arctic and Subarctic" (State registration number 116020510090)

NEW FINDS OF THE CATTAILS (*TYPHA* L.) IN KHANTY-MANSI AUTONOMOUS OKRUG-UGRA

Abstract

Given a data on a first finds of the grey-haired cattail (*Typha incana*) and a new location of the high cattail (*T. elata*) in the Khanty-Mansi Autonomous Okrug-Ugra. All finds of cattails made on the anthropogenic ecotopes – worked out flooded sand pits and drainage ditches. In the study area these cattails located near the northern boundary of its distribution and they belong to the synanthropic species. Presents the diagnostic features and brief characteristics of ecology and distribution of these cattails species.

Keywords: *Typha incana*, *Typha elata*, flora, monocotyledons, aquatic plants, indigenous species, drainage canals, the West Siberian Plain, Subarctic.

Некоторые виды хозяйственной деятельности человека сопровождаются созданием сырых и обводненных участков на поверхности грунта, которые впоследствии заселяются влаголюбивыми растениями. К таким пионерам зарастания относятся, в частности, рогозы (*Typha* L.), многие виды которых активно осваивают антропогенные местообитания, а в последнее время стремительно расширяют свой ареал в северном направлении, продвигаясь по антропогенно измененным и искусственным экотопам, чему способствуют современные глобальные и региональные климатические перестройки, а также глубокая трансформация мест обитания рогозов и масштабные перемещения значительного количества населения с использованием разнообразных видов транспорта.

Для территории Западной Сибири таксономический состав семейства рогозовые (*Typhaceae* Juss.) в целом выявлен, и по имеющимся к настоящему времени данным это семейство представлено в регионе 7 видовыми таксонами из рода *Typha* [1]. Тем не менее, распространение многих видов рогозов на этом обширном пространстве остается не вполне ясным [2], что обуславливает необходимость проведения детальных исследований по выявлению новых местонахождений критических таксонов рода в регионе.

В ходе экспедиционных работ на территории ХМАО летом 2016 г. было обнаружено произрастание нескольких видов рогозов, в том числе нового для региона вида – рогоза седого (*Typha incana* Kapitonova et Dyukina): Октябрьский район, в 16 км к ССВ от г. Нягань, правый берег р. Крестьянская, N62.28906° E65.52147°, обводненный песчаный карьер, 24.VII 2016. В.И. Капитонов, О.А. Капитонова (рис. 1).



Рис. 1 – Рогоз седой (*Typha incana*). Фото В.И. Капитонова

Рогоз седой описан из Предуралья, его произрастание отмечено также на юге Тюменской области [3], где, по нашим наблюдениям, он является довольно обычным видом, однако для территории ХМАО до настоящего времени не указывался. В Сибири этот вид произрастает как в естественных (обводненные болота), так и искусственных (придорожные лужи, канавы, обводненные карьеры) местообитаниях, причем у северных границ ареала тяготеет к последним, где часто формирует монодоминантные сообщества.

По нашим представлениям, *T. incana* является недавно сформировавшимся гибридом между видами своей секции – *Ebracteolatae* Graebn., предположительно, между рогозом высоким (*T. elata* Boreau) и рогозом Шутлеворта (*T. shuttleworthii* Koch et Sonder), о чем свидетельствует нестабильность его морфологических признаков. Интересно, что один из предполагаемых родительских видов – рогоз Шутлеворта – является видом преимущественно европейского распространения и восточнее Урала не встречается. К важнейшим диагностическим характеристикам рогоза седого относится, прежде всего, цвет пестичной части соцветия, который в течение вегетационного сезона меняется от светло-зеленого в фазе бутонизации до бурого в фазе цветения, а ко времени созревания плодов соцветие приобретает характерный белёсый, пепельный до почти белого оттенок за счет волосков околоцветника, которые на 1-1,5 мм длиннее рылец или равны им, вследствие чего выступают на поверхности початка. Пестичная часть соцветия продолговато-веретеновидной, цилиндрической, коротко-цилиндрической формы, по длине примерно равна тычиночной, ее длина варьирует в широких пределах – от 3-5 до 12-15 см. Как правило, между тычиночной и пестичной частями общего соцветия имеется небольшой промежуток до 2,5 см, однако, часто встречаются растения с плотно примыкающими друг к другу женской и мужской частями соцветия. Пыльцевые зерна собраны в тетрады, часть пыльники стерильна. В результате опыления образуется некоторое количество жизнеспособных плодов, распространяющихся посредством анемохории следующей весной, однако, основным способом размножения растений этого вида является вегетативный благодаря симподиальному разрастанию корневищ.

Рогоз седой образует собственные сообщества. В пределах востока европейской части России и Западной Сибири нами описаны фитоценозы, относящиеся к 3 ассоциациям, в которых *T. incana* выступает эдификатором: *Typhetum incani*, *Lemno-Typhetum incani*, *Alismo plantago-aquaticae-Typhetum incani*. Описанные сообщества характерны для начальных стадий вторичных сукцессий, встречаются также на обводненных участках моховых болот. Всего в их составе зарегистрировано произрастание около 30 видов, как высших, так и низших растений (от 1 до 14 в отдельных описаниях), большинство из них – сорные гидрофиты. Являясь видом пионерных стадий зарастания обводненных и переувлажненных местообитаний, рогоз седой не характеризуется высокой конкурентоспособностью и не может надолго удерживать занятые позиции, уступая их видам последующих стадий сукцессии.

Typha elata Boreau – еще один интересный вид рогозов, произрастание которого недавно отмечено на юге Кондинского района ХМАО, в окрестностях поселков Куминский и Мортка [4]. Нами этот вид найден значительно севернее: Октябрьский район, пос. Приобье, N62.53455° E65.60980°, дренажная канава в сыром ивняке. 23.VII 2016. В.И. Капитонов, О.А. Капитонова (рис. 2).

Рогоз высокий коллекторы часто не отличают от близкого вида рогоза широколистного (*T. latifolia* L.), хотя он имеет довольно четкие морфологические признаки [5]. Как правило, это высокое (до 1,5-3 м высотой) и изящное растение, однако в условиях низкой концентрации элементов минерального питания (например, на болотах или сырых песчаных субстратах) формирует относительно невысокие побеги. От других видов рогозов секции *Ebracteolatae* Graebn., прежде всего, от рогоза широколистного, рогоз высокий хорошо отличается относительно узкими листьями на репродуктивных побегах, как правило, до 10 мм ширины (на вегетативных побегах они могут быть несколько шире), а также их цветом: чаще всего листья зеленые или светло-зеленые (салатные), в отличие от темно- или серо-зеленых, часто сизовато-зеленых листьев рогоза широколистного. Характерные особенности имеет и соцветие рогоза высокого: пестичная часть относительно короткая, до 10 см длины, часто отделена от тычиночной части соцветия небольшим промежутком.



Рис. 2 – Рогоз высокий (*Typha elata*). Фото В.И. Капитонова

На юге Тюменской области рогоз высокий не редок, к северу он продвигается в основном по антропогенным экотопам, к которым заметно тяготеет почти на всем протяжении своего ареала. Его характерными местами обитания являются мелководья обводненных карьеров и придорожные лужи, реже он встречается по мелководьям прудов и водохранилищ, может переносить временное пересыхание грунта. Является видом пионерных стадий вторичных сукцессий на обводненных и сырых субстратах.

Сообщества, формируемые *T. elata*, довольно распространены на территории европейской части России и в Западной Сибири. Они могут быть отнесены к ассоциации *Heteroherboso-Typhetum elatae*. В их составе выявлено произрастание 17 видов макрофитов (от 3 до 15 в отдельных описаниях), в том числе сорных гигрофильных растений. Последнее указывает на характерное участие ценозов этого вида в зарастании водных объектов на начальных стадиях восстановительных сукцессий.

Оба указанных вида рогозов, произрастая в регионе на антропогенных экотопах, проявляют признаки синантропных растений.

Анализ имеющихся данных по семейству *Typhaceae* с территории Западной Сибири подчеркивает необходимость проведения дальнейших исследований в целях установления таксономического состава рогозовых в пределах Обь-Иртышского бассейна, распространения отдельных видов рогозов в регионе и их экологических предпочтений.

Собранный авторами гербарий указанных видов рогозов хранится в гербарии Тобольской комплексной научной станции УрО РАН.

Список литературы / References

1. Гребенюк А. В. Семейство *Typhaceae* Juss. / А. В. Гребенюк // Конспект флоры Азиатской России: Сосудистые растения. – Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2012. – С. 519–520.
2. Капитонова О. А. К систематике и экологии рогозов (*Typha* L.) Западной Сибири / О. А. Капитонова // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии: сборник научных статей по материалам XV международной научно-практической конференции. – Барнаул : Концепт, 2016. – С. 325–328.

3. Капитонова О. А. Новый вид *Typha* (*Typhaceae*) из Удмуртии / О. А. Капитонова, Г. Р. Дюкина // Ботанический журнал. – 2008. – Т. 93. – № 7. – С. 1132–1134.
4. Глазунов В. А. Флористические находки в Западной Сибири / В. А. Глазунов, С. А. Николаенко, И. В. Филиппов // Ботанический журнал. – 2016. – Т. 101. – № 9. – С. 1075–1082.
5. Мавродиев Е. В. Таксономический состав рогозовых (*Typhaceae*) флоры европейской части России / Е. В. Мавродиев, О. А. Капитонова // Новости систематики высших растений. – Т. 46 : журнал. – СПб. : Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, 2015. – С. 5–24.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Grebenyuk A. V. Semejstvo *Typhaceae* Juss. [Family *Typhaceae* Juss.] / A. V. Grebenyuk // Konspekt flory Aziatskoj Rossii: Sosudistye rastenija [Synopsis of Asiatic Russia flora: vascular plants]. – Novosibirsk : Publishing House of SB RAS, 2012. – P. 519–520. [in Russian]
2. Kapitonova O. A. K sistematike i jekologii rogozov (*Typha* L.) Zapadnoj Sibiri [To the taxonomy and ecology of cattail (*Typha* L.) of West Siberia] / O. A. Kapitonova // Problemy botaniki Juzhnoj Sibiri i Mongolii: sbornik nauchnyh statej po materialam XV mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii [Problems of Botany of South Siberia and Mongolia: Proceedings of the 15h International Scientific and Practical Conference]. – Barnaul : Concept, 2016. – P. 325–328. [in Russian]
3. Kapitonova O. A. Novyj vid *Typha* (*Typhaceae*) iz Udmurtii [A new species of the genus *Typha* (*Typhaceae*) from Udmurtia] / O. A. Kapitonova, G. R. Dyukina // Botanicheskij zhurnal [J. of Botany]. – 2008. – Vol. 93. – N 7. – P. 1132–1134. [in Russian]
4. Glazunov V. A. Floristicheskie nahodki v Zapadnoj Sibiri [Floristic findings in West Siberia] / V. A. Glazunov, S. A. Nikolaenko, I. V. Filippov // Botanicheskij zhurnal [J. of Botany]. – 2016. – Vol. 101. – N 9. – P. 1075–1082. [in Russian]
5. Mavrodiev E. V. Taksonomicheskij sostav rogozovyh (*Typhaceae*) flory evropejskoj chasti Rossii [Taxonomic composition of *Typhaceae* of the flora of European Russia] / E. V. Mavrodiev, O. A. Kapitonova // Novosti sistematiki vysshih rastenij [News of systematics of higher plants]. – Saint-Petersburg : Komarov Botanical Institute of RAS, 2015. – Vol. 45. – P. 5–24. [in Russian]

DOI: 10.18454/IRJ.2016.54.209

Коурова О.Г.¹, Попова Т.В.², Парская Н.В.³, Муканова А.М.⁴

¹ORCID: 0000-0002-7996-1191, Кандидат биологических наук,

²ORCID: 0000-0002-5060-8132, Доктор биологических наук, ³кандидат педагогических наук, ⁴аспирант,

^{1,2,4}Южно-Уральский государственный университет (НИУ),

³Южно-Уральский государственный аграрный университет

ЭКОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ АДАПТАЦИЯ

Аннотация

Приведены результаты исследований адаптационных реакций сердца и центральной нервной системы на локальные нагрузки модельного (динамометрия) и производственного характера. Показано развитие функционального напряжения, утомления и гипертензивный эффект локальных нагрузок. Подтверждено повышение активности центральных регуляторных процессов сердца при локальной работе мышц. Сделано предположение о возможности отнесения локальных нагрузок на производстве к классу вредных условий труда. Результаты исследований показали, что в условиях локальной мышечной деятельности на производстве необходимо применение коррекционно-оздоровительных средств для профилактики профессиональных заболеваний.

Ключевые слова: локальные нагрузки, экология труда, сердечнососудистая система, утомление, функциональное напряжение.

Kourova O.G.¹, Popova T.V.², Parskay N.V.³, Mukanova A.M.⁴

¹ORCID: 0000-0002-7996-1191, PhD in Biology,

²ORCID: 0000-0002-5060-8132, PhD in Biology, Professor, ³PhD in Pedagogy, ⁴postgraduate student,

^{1,2,4}South Ural State University (NIU),

³South Ural State Agricultural University

HUMAN ECOLOGY AND PROFESSIONAL ADAPTATION

Abstract

The results of studies of adaptive reactions of the heart and central nervous system at the local load model (dynamometry) and industrial character. It is showing the development of functional stress, fatigue and hypertensive effect of local loads. Confirmed increase in the activity of the central regulatory processes at the heart of local muscle work. It is suggested the possibility of classifying the local loads on the production of a class of harmful working conditions. The results showed that in the conditions of the local muscle activity in the production requires the use of correctional and health resources for the prevention of occupational diseases.

Keywords: local load, work environment, the cardiovascular system, fatigue, functional stress.

Общепринято, что экология человека изучает закономерности взаимодействия человека как биосоциального существа со сложным многокомпонентным окружающим миром, с динамичной, постоянно усложняющейся средой обитания, проблемы сохранения и укрепления здоровья. В рамках экологии человека выделяются такие разделы, как экология города, экология труда, которая изучает тип трудовой деятельности, механизмы и орудия труда, источники энергии, используемые в хозяйстве и быту.

Принято считать, что оптимальными или допустимыми условиями труда являются такие уровни факторов среды и трудового процесса, которые не превышают установленных гигиенических нормативов для рабочих мест, и не оказывают неблагоприятного действия на состояние здоровья работников и их потомство [1]. Вредные же условия труда характеризуются наличием факторов, уровни которых превышают гигиенические нормативы и оказывают неблагоприятное действие на организм работника и/или его потомство [3]. В методических руководствах приводится характеристика условий труда отдельно для общей и локально-региональной физической работы. Признается, что распространенная в наше время повсеместно локальная работа мышц также, как и общая, может быть отнесена к тяжелому труду, однако не описываются негативные последствия на организм ее длительного воздействия.

Известно, что чем меньше занято в работе мышц, тем быстрее развивается утомление, а утомление приводит к выраженным функциональным изменениям в организме. В многочисленных научных трудах подчеркивается прессорный эффект локальных нагрузок, особенно статического характера и неблагоприятные последствия их воздействия на двигательный аппарат [2, 4, 5]. Необходимы дальнейшие всесторонние исследования воздействия различных локальных нагрузок производственного характера на организм. Результаты подобных исследований позволят ответить на вопрос, можно ли такие нагрузки отнести к вредным условиям труда.

Цель исследования заключалась в изучении влияния локальных нагрузок на сердечнососудистую и центральную нервную систему у электромонтажниц и медицинских сестер.

Обследовали две группы женщин 20-40 лет, в труде которых большой удельный вес занимает локальная работа мышц. У электромонтажниц локальные нагрузки носили постоянный характер, сочетаясь с напряжением зрительного анализатора и длительным удержанием вынужденной позы. У медсестер локальные нагрузки также занимали большой объем, но носили периодический характер, в составе сестринских манипуляций и заполнения медицинских документов.

Применяли методики регистрации кардиоинтервалограмм, АД, теппинг-тест. Показатели регистрировали до и после рабочей смены, а также после модельной локальной нагрузки. Испытуемые на кистевом динамометре выполняли удержание статического усилия в 1/3 от максимального до утомления, то есть невозможности удержания усилия на одном уровне. Учитывали статическую выносливость кисти (СВ), то есть продолжительность локальной работы до утомления в с.

У всех испытуемых после локального нагрузочного теста отмечалось в той или иной степени повышение ЧСС, систолического и диастолического АД, статистических показателей вариабельности сердечного ритма, свидетельствующих о напряжении центральных механизмов регуляции сердца – амплитуды моды (АМо) и индекса напряжения (ИН).

У электромонтажниц после нагрузки на динамометре показатели ЧСС возросли с $78 \pm 2,9$ до $86 \pm 3,1$ уд/мин; АДС с $115 \pm 4,7$ до $120 \pm 3,1$ мм рт.ст.; АДД с $71 \pm 2,5$ до $79 \pm 3,4$ мм рт.ст.; АМо с $43,2 \pm 3,1$ до $48,6 \pm 2,2$ %; ИН с $123,5 \pm 6,7$ до $150 \pm 7,4$ усл.ед.

У медицинских сестер результаты теста с локальной статической нагрузкой также выявили в несколько меньшей степени нарастание функционального напряжения сердечнососудистой системы, особенно к концу рабочей смены (Табл. 1). Об этом свидетельствуют факты повышения показателей ЧСС и АД в конце рабочего дня в покое и, особенно, после локальной нагрузки.

Таблица 1 – Реакция ЧСС и АД на локальную нагрузку у медсестер

| Этапы исследования | Показатели | | | | | | | |
|-----------------------|---------------|------------------|------------------|-------------------|----------------|------------------|--------------------|-------------------|
| | До нагрузки | | | | После нагрузки | | | |
| | ЧСС уд/мин | АДС мм рт.ст. | АДД мм рт.ст. | АДП мм. рт.ст. | ЧСС уд/мин | АДС мм.рт.ст. | АДД мм. рт. ст. | АДП мм. рт.ст. |
| Начало смены | $74 \pm 2,1$ | $100 \pm 3,6$ | $62 \pm 1,8$ | $37 \pm 1,6$ | $81 \pm 2,3$ | $113 \pm 3,9$ | $72 \pm 2,1$ | $40 \pm 1,7$ |
| Р до и после нагрузки | | | | | $<0,05$ | $<0,05$ | $<0,05$ | $>0,5$ |
| Конец смены | $75 \pm 1,9$ | $108 \pm 3,8$ | $67 \pm 2,2$ | $39 \pm 2,1$ | $82 \pm 2,2$ | $114 \pm 4,1$ | $73 \pm 2,4$ | $41 \pm 1,6$ |
| Р до и после нагрузки | | | | | $<0,05$ | $>0,5$ | $<0,05$ | $>0,5$ |

В течение рабочей смены отмечались неравномерные изменения функциональных показателей. Так, у электромонтажниц выявлено 2 периода развития производственного утомления: с 12 до 13 и с 14 до 16 часов. В это время отмечено повышение ЧСС на $10-12$ уд.мин⁻¹, АД на $10-20$ мм рт.ст., снижение СВ на $15-20$ с (Рис. 1).

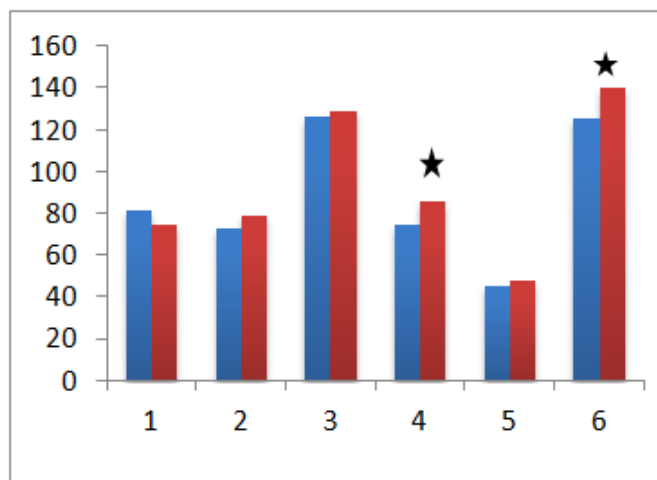


Рис. 1 – Изменения функциональных показателей у электромонтажниц после рабочей смены

★- достоверные различия с исходными показателями; 1 – СВ, с; 2 – ЧСС, уд.мин⁻¹; 3 – АДс, 4 – АДд, мм рт.ст; 5 – АМо, %; 6 – ИН, усл.ед.

Характерно, что у электромонтажниц с выраженной реакцией диастолического АД на локальный нагрузочный тест (10 – 20 мм рт. ст.) к концу смены отмечалось стойкое увеличение АД, с развитием гипертензивного синдрома у 10 % испытуемых. По результатам теппинг-теста подвижность нервных процессов в конце смены у них снизилась на 20 %, а утомляемость увеличилась на 7 %.

О развитии утомления у медсестер свидетельствовало выраженное снижение показателей статической выносливости кисти с $65,40 \pm 0,72$ с в начале до $41,25 \pm 0,35$ с в конце рабочей смены ($p < 0,05$); снижение подвижности нервных процессов на 14 %, рост утомляемости на 5 %.

Таким образом, утомление при локальной работе мышц характеризуется выраженным функциональным напряжением, развитием гипертензивного синдрома. Известно, что длительное воздействие этих факторов приводит к развитию профессиональной патологии, что позволяет отнести локальные нагрузки к вредным условиям производства. Для предупреждения развития функционального перенапряжения и профессиональной патологии в результате воздействия производственных факторов у работников различных отраслей экономики необходимо использовать комплекс адекватных мер профилактики, как в режиме рабочего дня, так и вне рабочего времени.

Трудно назвать современные профессии, в трудовой сфере которых отсутствуют локальные нагрузки, например на клавиатуре компьютера, как у менеджеров, студентов высших учебных заведений, или манипулятивные технологии, как у медицинских сестер. Условия производственной деятельности в этих группах изучены недостаточно, в то время как авторы отмечают у них стабильно высокий уровень заболеваемости. Выявлена ведущая роль центральных механизмов в развитии локального утомления мышц [2, с.82 и др.]

Авторы предлагают такие средства коррекции в процессе профессиональной адаптации, как релаксационные упражнения, которые способствуют восстановлению баланса между процессами возбуждения и торможения, восстановлению функционального состояния центральной нервной системы. Принимая во внимание центральную природу утомления, можно также согласиться с рекомендациями использовать такие средства, как музыку, цвет, воздействие ароматов для ускорения восстановления работоспособности.

Знание закономерностей и эколого-физиологических механизмов адаптации человека к различным социально-психологическим факторам среды позволит научно обосновать средства и мероприятия по профилактике болезней, связанных с окружающей человека средой, и оказать своевременное корригирующее влияние на состояние здоровья населения.

Список литературы/ References

1. Измеров Н.Ф. Глобальный план действий по охране здоровья работающих на 2008–2017 гг.: пути и перспективы реализации/ Н.Ф. Измеров// Медицина труда и промышленная экология. – 2008. – № 6. – С.1-9.
2. Попова Т. В. Механизмы развития утомления при локальной мышечной деятельности / Т. В. Попова, Е. Г. Кокорева, Ю. И. Корюкалов, Г. И. Максимова // Современные проблемы развития физической культуры и спорта. Вестник УГТУ-УПИ. – 2005. – Т. 2. – № 16 (68). – С. 82-86.
3. Руководство Р2.2.2006-05 "Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда / Ред. Измеров Н.Ф. ГУ НИИ медицины труда. – М. – 2006.
4. Delaney EP. Exaggerated sympathetic and pressor responses to handgrip exercise in older hypertensive humans: role of the muscle metaboreflex./ Delaney EP, Greaney JL, Edwards DG, Rose WC, Fadel PJ, Farquhar WB.// J. Physiol. Heart Circ. Physiol. – 2010. – V.299 (5). – P.1318-1327.
5. Sausen MT. Enhanced metaboreflex sensitivity in hypertensive humans/ Sausen MT, Delaney EP, Stillabower ME, Farquhar WB.// Eur. J. Appl. Physiol. – 2009. – V.105 (3). – P. 351-356.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Izmerov N.F. Globalnyj plan dejstvij po ohrane zdorovya rabotaushhih na 2008–2017 gg., puti i perspektivy realizacii [Global Plan of Action for Health working for 2008-2017: ways and prospects of implementation] / N.F. Izmerov // Medicina truda i promyshlenaya ekologiya [Occupational medicine and industrial ecology]. – 2008. – № 6. – P.1-9. [in Russian]

2. Popova T. V. Mehanizmy razvitiya utomleniya pri lokalnoj mishechnoj deyatel'nosti [Mechanisms of development fatigue when the local muscle activity] / T.V. Popova, E. G. Kokoreva, I.Y.I. Korukalov, G.I. Maksutova//Sovremennyye problemi razvitiya fizicheskoy kultury i sporta. Vestnik UGTU-UPI [Modern problems of development of physical culture and sports. Messenger UGTU-UPI. –2005. – V. 2. – № 16 (68). – P. 82-86. [in Russian]

3. Rukovodstvo P2.2.2006-05 "Rukovodstvo po gigenicheskoj ocnke faktorov raboshey sredy i trudovogo processa. Kriterii i klassificaciya uslovij truda" [Guidance on the hygienic assessment of factors of working environment and labor process. The criteria and classification of working conditions]/ Edit. Izmerov N.F. GU NII Medicini truda [GU NII of occupational medicine] M. – 2006. [in Russian]

4. Delaney EP. Exaggerated sympathetic and pressor responses to handgrip exercise in older hypertensive humans: role of the muscle metaboreflex./ Delaney EP, Greaney JL, Edwards DG, Rose WC, Fadel PJ, Farquhar WB.// J. Physiol. Heart Circ. Physiol. – 2010. –V.299 (5) . – P.1318-1327. [in English]

5. Sausen MT. Enhanced metaboreflex sensitivity in hypertensive humans/ Sausen MT, Delaney EP, Stillabower ME, Farquhar WB.// Eur. J. Appl. Physiol.– 2009 . – V.105 (3) . – P. 351-356. [in English]

DOI: 10.18454/IRJ.2016.54.081

Ульянова А.С.

ORCID: 0000-0002-6726-2158, Аспирант,

Астраханский государственный технический университет

МНОГОЛЕТНЯЯ И СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ ДОННЫХ ОРГАНИЗМОВ ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ДЕЛЬТЫ ВОЛГИ

Аннотация

В работе представлена многолетняя и сезонная динамика численности бентосных организмов восточной части дельты Волги на примере ерика Никоноркин (Обжоровский участок Астраханского государственного природного биосферного заповедника). Установлено, что численность зообентоса ежегодно варьирует. Максимальные значения численности были отмечены в 2012 году, минимальные – в 2013 году. В 2014 и 2015 года численность донных организмов практически одинакова. Однако, сезонная динамика в эти года отличается.

Ключевые слова: зообентос, дельта Волги, Астраханский государственный заповедник, динамика численности.

Ulyanova A.S.

ORCID: 0000-0002-6726-2158, Postgraduate student, Astrakhan State Technical University

PERENNIAL AND SEASONAL POPULATION DYNAMICS OF BENTHIC ORGANISMS ON EASTERN PART OF THE VOLGA DELTA

Abstract

The perennial and seasonal abundance dynamics of benthic organisms on eastern part of the Volga delta on the example of Eric Nikonorkin (Obzhorovsky section of Astrakhan State Nature Biosphere Reserve) are shown. It is found that the zoobenthos abundance varies annually. The maximum abundance of values have been observed in 2012, the minimum - in 2013. In 2014 and 2015, the abundance of benthic organisms is almost the same. However, seasonal dynamics in this year is different.

Keywords: zoobenthos, the Volga delta, Astrakhan State Reserve, abundance dynamics.

Вопросы динамики численности организмов имеют большое методологическое, теоретическое и практическое значение [1, 58]. Для познания закономерностей динамики численности организмов эколог должен изучить размножение, питание, выживание, распределение, колебания численности по сезонам и годам, которые специфичны для каждого объекта). Работы по изучению динамики численности организмов слагаются из выяснения ряда вопросов: сезонной динамики и изменения численности в разные годы, периодичности многолетних колебаний численности, географической изменчивости динамики численности и некоторых других [2, 37].

Один из старейших в России, заповедник образован в 1919 г. для сохранения и изучения природных комплексов дельты Волги. С 1984 г. заповедник включен во Всемирную сеть биосферных резерватов. Вся территория заповедника отнесена к водно-болотному угодью международного значения «Дельта Волги» как место массового гнездования водоплавающих и колониально гнездящихся веслоногих и голенастых птиц. Район заповедника лежит на одном из крупнейших пролетных путей водных птиц. Это также и место массового нереста полупроходных рыб и миграций на нерест осетровых рыб. Заповедник находится на территории Камызякского и Володарского районов, на юге Астраханской области. Состоит из трех участков: Дамчикского, расположенного в западной части дельты, Трехизбинского – в центральной и Обжоровского - в восточной.

Основной целью данной работы являлось обобщение многолетнего материала о численности донных организмов на территории Обжоровского участка Астраханского государственного природного заповедника.

Материалом для исследования послужили пробы зообентоса, отобранные на территории Обжоровского участка Астраханского государственного природного биосферного заповедника в вегетационный период 2012-2015 годов (апрель-июль).

Анализ многолетней динамики численности некоторых групп донных организмов был проведен в ерике Никоноркин. Пробы отбирались гидробиологическим скребком с площади 0,25 м². Камеральная обработка производилась по общепринятой методике [3, 142]. Всего было отобрано и обработано около 50 проб.

Значения общей численности бентосных организмов на протяжении всего вегетационного периода за 2012-2015 гг. представлены на рисунке 1.

Из графика видно, что всплеск численности донных организмов был в 2012 году. В марте общая численность донных организмов составила 612 экз./м², в апреле наблюдался резкое увеличение численности в 2,5 раза до 1500 экз./м². Данное значение общей численности зообентоса в ер. Никоноркин было самым высоким за 2012 год и за весь исследуемый период (2012-2015 гг.). Начиная с мая численность бентосных организмов начала падать: в 1,3 раза в мае - до 1160 экз./м² и в 4 раза в июне – до 292 экз./м². После резкого снижения численность зообентоса вновь начинает увеличиваться: в июле в 1,8 раза до 536 экз./м², в августе в 1,5 раза до 824 экз./м² и в сентябре 1,4 раза до 1180 экз./м².

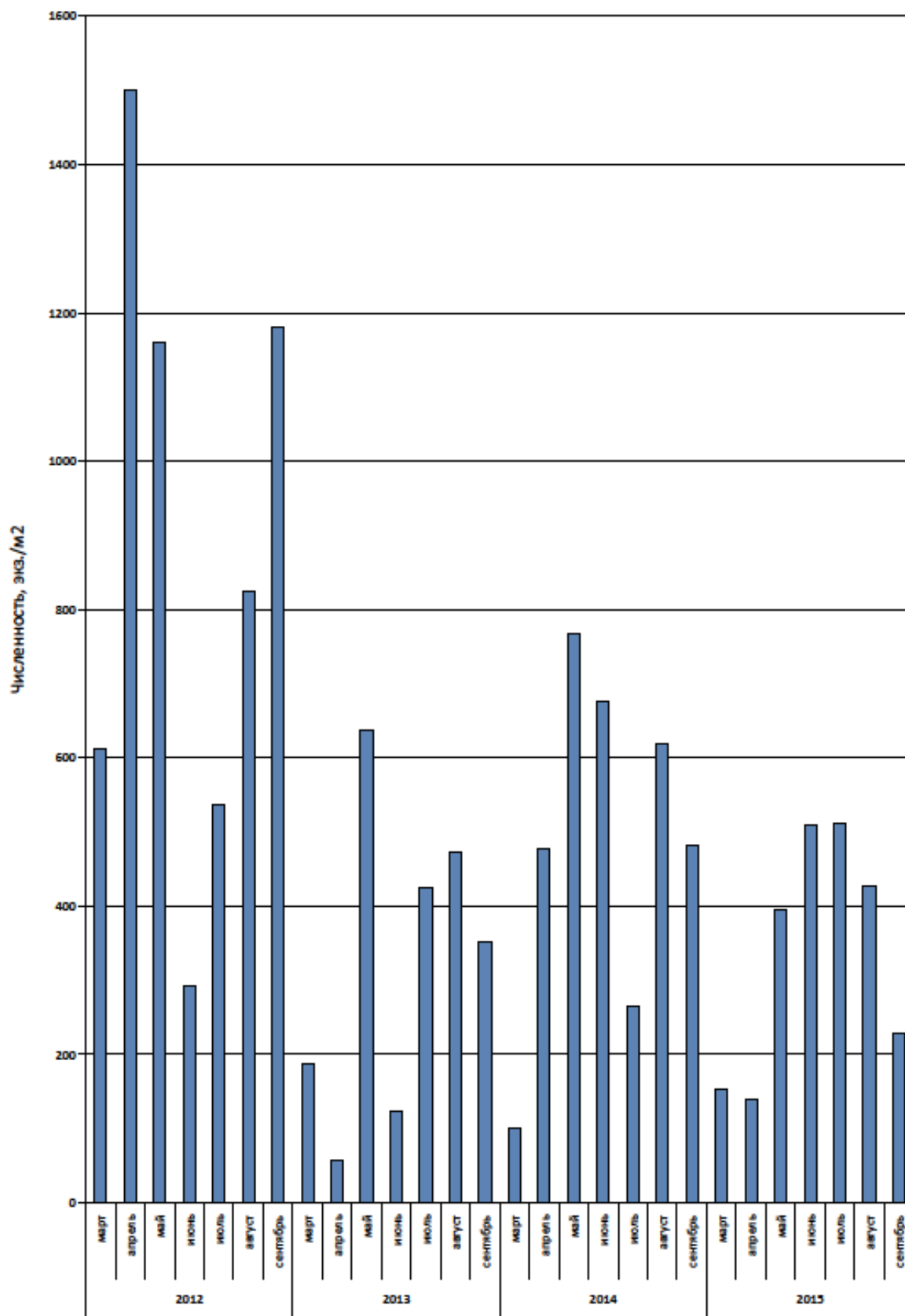


Рис. 1 – Значения общей численности бентосных организмов на протяжении всего вегетационного периода за 2012-2015 гг.

В 2013 году, по сравнению с другими, общие значения численности бентосных организмов на протяжении всего вегетационного периода были низкими. В марте общая численность донных организмов составила 188 экз./м², что в 3,3 раза ниже аналогичного периода 2012 года. В отличие от 2012 года, в 2013 году к апрелю численность донных снизилась и составила лишь 56 экз./м², что является наименьшим показателем численности в ерике Никоноркин за 2012-2015 гг. При этом снижение численности с марта по апрель произошло в 3,4 раза, а по сравнению с предыдущим годом – в 26,8 раз. Максимальной численности донные организмы в 2013 году достигли в мае – 636 экз./м², что в 11,4 раза выше, чем в апреле и в 1,8 раза меньше, чем в мае 2012 года. В июне было отмечено очередное резкое снижение численности донных организмов до 124 экз./м², что в 2,1 раза ниже численности в предыдущем месяце и в 2,4 раза ниже численности аналогичного периода в 2012 году. Однако, следует отметить, что и в 2012 и в 2013 годах в июне отмечается наименьшего значения численности за весь вегетационный период. В июле и августе 2013 года наблюдается увеличение численности донных организмов. Так, в июле их количество выросло в 3,4 раза до 424 экз./м², что в 1,3 раза меньше аналогичного показателя 2012 года, а в августе в 1,1 раза до 472 экз./м², что 1,7 раза меньше, чем в августе 2012 года. В отличие от 2012 года, в 2013 году в сентябре наблюдалось снижение численности зообентоса до 352 экз./м², что в 1,3 раза меньше, чем в июле и в 3,4 раза меньше, чем в сентябре 2012 года.

На графике (рис. 1) видно, что в 2014 году наблюдается общее увеличение численности бентосных организмов, по сравнению с 2013 годом. Но несмотря на это, показатели численности в 2014 году значительно ниже, чем в 2012 году. В марте 2014 года была отмеченная минимальная численность донных организмов на протяжении всего вегетационного периода – 100 экз./м². Данное значение в 6,1 раза меньше, чем в 2012 году и в 1,9 раза 2013 года. В апреле был отмечен всплеск численности донных организмов – в 4,8 раза до 478 экз./м², что в 3,1 раза меньше, чем в 2012 году и в 3,5 раза больше, чем в 2013 году. В мае рост численности зообентоса продолжился до 768 экз./м², то есть в 1,6 раза. При этом это значение в 1,5 раза меньше, чем в мае 2012 года и в 1,2 раза выше, чем в мае 2013 года. Кроме того, в 2014 году максимальная численность бентосных организмов приходилась на май. После чего наблюдалось постепенное снижение численности зообентоса в июне и июле. В июне численность снизилась в 1,1 раза до 676 экз./м², а в июле в 2,6 раза до 264 экз./м². При этом численность донных организмов в июне 2014 года была в 2,3 раза выше, чем в 2012 году и в 5,5 раза выше, чем в 2013 году. А в июле численность зообентоса в 2,0 раза и в 1,6 раза меньше, чем в 2012 и 2013 годах соответственно. В августе опять отмечался всплеск численности организмов до 620 экз./м², что в 2,3 раза выше, чем в июле 2014 года, в 1,3 раза ниже, чем в августе 2012 года и в 1,3 выше, чем в августе 2013 года. В сентябре 2014 года численность бентосных организмов снизилась в 1,3 раза до 482 экз./м², что в 2,4 раза ниже, чем в 2012 году и в 1,4 раза выше, чем в 2013 году.

Общая численность донных организмов в 2015 году была не высокой, по сравнению с предыдущими годами. Однако, по сравнению с 2012 годом динамика численности не носила столь выраженный скачкообразный характер. Так в марте и апреле 2015 года численность зообентоса составила 152 экз./м² и 140 экз./м² соответственно. По сравнению с предыдущими годами численность организмов в марте 2015 года была в 4 раза и 1,2 раза ниже, чем в 2012 и 2013 годах и в 1,5 раза выше, чем в 2014 году. Численность бентоса в апреле 2015 года снизилась в 1,1 раза по сравнению с мартом 2015 года, в 10,7 раза по сравнению с апрелем 2012 года и в 3,4 раза по сравнению с 2014 годом. Однако, по сравнению с численностью донных организмов в апреле 2013 года, увеличилась в 2,5 раза. В мае 2015 года наблюдается резкое увеличение численности донных организмов в 2,8 раза до 396 экз./м². По сравнению с предыдущими годами это число в 2,9 раза ниже чем в 2012 году, в 1,6 раза – чем в 2013 году и в 1,9 раза – чем в 2014 году. К июню численность донных организмов продолжала расти до 508 экз./м², что в 1,3 раза выше чем в мае. При этом численность зообентоса в 2015 году была выше чем в 2012 году в 1,7 раза, в 2013 году – 4,1 раза, но ниже чем в 2014 году в 1,3 раза. Численность бентосных организмов к июлю 2015 года практически не изменилась - 512 экз./м². Также, практическая такая же численность организмов была отмечена в 2012 году. По сравнению с 2013 и 2013 годами численность донных организмов в 2015 году выше в 1,2 и 1,9 раза соответственно. К августу 2015 года наблюдается снижение численности донных организмов в 1,2 раза до 428 экз./м². Такая численность по сравнению с предыдущими годами была самой низкой: по сравнению с 2012 годом – в 1,9 раза, с 2013 годом – в 1,1 раза и с 2014 годом – в 1,4 раза. К сентябрю наблюдалось резкое снижение численности бентосных организмов до 228 экз./м², т.е. в 1,9 раза. По сравнению с 2012 годом этот показатель ниже в 5,2 раза, с 2013 годом – в 1,5 раза, с 2014 годом – в 2,1 раза.

Таким образом, в ходе проведенного анализа установлены следующие закономерности:

Ежегодно, за исключением 2012 года, сезонная динамика численности бентосных организмов сохраняется с небольшими отклонениями в ту или иную сторону, однако их численность в сентябре выше, чем в начале вегетационного периода.

На протяжении всего периода исследования наблюдаются резкие всплески и снижения численности донных организмов в начале вегетационного периода и в его конце. Данная зависимость обусловлена гидрологическим режимом водоема.

Численность зообентоса в 2014 и 2015 годах находится практически на одном уровне, в то время как в 2012 году отмечается ее повышение, а в 2013 ее спад на фоне многолетней динамики. Данная закономерность также скорее всего связана с гидрологическим режимом водоема.

В 2012 и 2013 года наблюдается резкое снижение численности донных организмов до минимальных значений за вегетационный период соответствующего года.

На основании полученных данных установлена и проанализирована многолетняя и сезонная динамика численности зообентоса в восточной части дельты Волги на примере одного стационара. В дальнейшем планируется комплексная оценка данного района на фоне четырех многолетних стационаров.

Список литературы / References

1. Aarnio K. Zoobenthos as an environmental quality element: the ecological significance of sampling design and functional traits / K. Aarnio, J. Mattila, A. Törnroos, E. Bonsdorff. – Marine Ecology, 2011, Vol. 32, Issue Supp; ement s1, P. 58–71.

2. Безматерных Д.М. Зообентос как индикатор экологического состояния водных экосистем Западной Сибири: аналит. обзор / Д.М. Безматерных // Гос. публич. науч. техн. б-ка Сиб. отд.-ния Рос. акад. наук, Ин-т вод. и экол. проблем. – Новосибирск, 2007. – 87 с.

3. Жадин В.И. Моллюски пресных и солоноватых вод СССР / В.И. Жадин. – М.- Л.: изд-во АН СССР, 1952. – 376 с.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Aarnio K. Zoobenthos as an environmental quality element: the ecological significance of sampling design and functional traits / K. Aarnio, J. Mattila, A. Törnroos, E. Bonsdorff. – Marine Ecology, 2011, Vol. 32, Issue Supp; eмент s1, P. 58–71.

2. Bezmaternyh D.M. Zoobentos kak indikator jekologicheskogo sostojanija vodnyh jekosistem Zapadnoj Sibiri: analit. obzor [Zoobenthos as an indicator of the ecological status of aquatic ecosystems of Western Siberia: the analyte. overview] / D.M. Bezmaternyh // Gos. publich. nauch. tehn. b-ka Sib. otd.-nija Ros. akad. nauk, In-t vod. i jekol. problem. – Novosibirsk, 2007. – 87 s.

3. Zhadin V.I. Molljuskij presnyh i solonovatyh vod SSSR [Mollusks of fresh and brackish waters of the USSR] / V.I. Zhadin. – М.- Л.: изд-во АН СССР, 1952. – 376 с.

DOI: 10.18454/IRJ.2016.54.003

Чан Тхи Фыонг Зунг¹, Нгуен Во Тхуан Тхань¹, Во Ван Тхань²

¹Лекторы, ²ORCID: 0000-0001-5553-0242 лектор, аспирант, Педагогический университет г. Хошимина (Вьетнам)

ИЗУЧЕНИЕ МИГРАЦИОННОЙ АКТИВНОСТИ ЯДЕРНЫХ ЭРИТРОЦИТОВ И ЛЕЙКОЦИТОВ *HOPLOBATRACHUS RUGULOSUS*

Аннотация

Методом теста под агарозой изучены особенности миграционной активности ядерных эритроцитов и лейкоцитов у *Hoplobatrachus rugulosus* при разной температуре инкубации в опытах *in vitro*. Установлено, что при повышении и понижении температуры инкубации по сравнению с комнатной температурой площадь спонтанной миграции ядерных эритроцитов увеличивается и уменьшается соответственно. Для лейкоцитов данный показатель повышается при уменьшении температуры по сравнению с комнатной температурой. При всех изучаемых температурах инкубации площадь спонтанной миграции у эритроцитов была выше, чем у лейкоцитов.

Ключевые слова: миграционная активность, ядерные эритроциты, лейкоциты, лягушки.

Tran Thi-Phuong-Dung¹, Nguyen Vo-Thuan-Thanh¹, Vo Van-Thanh²

¹Lecturers, ²ORCID: 0000-0001-5553-0242, Lecturer, Postgraduate student,
Ho Chi Minh City University of Education, Vietnam

INVESTIGATION OF THE MIGRATORY ACTIVITY OF *HOPLOBATRACHUS RUGULOSUS* NUCLEAR ERYTHROCYTES AND LEUKOCYTES

Abstract

By using method of the test under agarose, the features of erythrocyte and leukocyte migration activity in *Hoplobatrachus rugulosus* at different incubation temperature under condition *in vitro* were studied. It is ascertained that raising and lowering the incubation temperature led to the increase and decrease of migratory activity, respectively, compared with room temperature. For leukocytes, this indicator was increased at reduced temperature, compared with room temperature. At all studied incubation temperatures, the area of spontaneous migration in erythrocytes was higher than that in leukocytes.

Keywords: migratory activity, nuclear red blood cells, white blood cells, frog.

Introduction

In the study of the mechanisms of adaptation, the study of the blood system might be one of the approaches, which directly or indirectly reacts to changes in the environment, objectively reflects the physiological status and allows to forecast the direction of adaptive reactions in the body.

Under the action of extreme factors on the organism, which include temperature, homeostatic constants will be changed. Hemocytes, especially white blood cells, having a high reactivity, are quickly included in the adaptation reactions. They are capable of non-specific response to alternating exposure. There are studies which report on the positive impact of high temperature on the factors of nonspecific resistance and immunogenesis.

In recent years, much attention has been paid to the study of migration and phagocytic activities of vertebrate animal blood cells [2, 6, 7, 10, 15]. The features of spontaneous migration and migration, stimulated by different substances of leukocytes under the changed functional and pathological conditions of organism were studied. The migration is one of the phases of the protective functions in the phagocytic blood cells [3–5, 8]. It's known that the low vertebrate erythrocytes are capable of absorption of alien particles [13, 14]. However, scientific research regarding the features of migration reactions in nuclear erythrocytes and leukocytes remains little studied.

The purpose of our study was investigation of the migratory activity of *Hoplobatrachus rugulosus* leukocytes and nuclear erythrocytes under the action of temperature factor.

Material and methods

Experiments were carried out on frogs *Hoplobatrachus rugulosus* (30 individuals). The objects of the study were erythrocytes and leukocytes. The research was carried out in Ho Chi Minh City University of Education (Vietnam) at the Department of Anatomy and Physiology.

Peripheral blood taken from ether-narcotized frogs. Blood samples were from the heart. As an anticoagulant, heparin was used in a ratio of 10 units of heparin per 1 mL of blood suspension. [11]. The received blood samples were centrifuged for 10

min at a relative centrifugal force equal to 400g [10]. The leukocyte-rich lower part of the plasma and the leukocyte ring were collected. The washed and re-suspended red and white blood cells were counted in Goryaev chamber. In this work an isotonic solution (0.6% solution of NaCl) was used.

Spontaneous locomotion activity of hemocytes was evaluated in a test migration under agarose. Classic method described in many transactions [11] was used as the basic method (M. Z. Fedorova and V. N. Levin modification [8]). Hemocyte suspension containing about 300 thousand cells (were diluted with isotonic solution) was placed into the well cut out in the agarose gel applied on the object glass. The object glasses with erythrocytes and leukocytes were incubated at anaerobic conditions at temperatures of 20°C in the refrigerator, 37°C in thermostat, control at room temperature (28°C). One day later the cells were fixed for one hour with 10% glutaraldehyde. Then agarose was removed. Using the Romanovsky technique, hemocytes were stained with azure-eosin. The spontaneous migration areas of blood cells were determined using the software ImageJ 1.47v.

The obtained results were treated by methods of the statistical variation with the use of special software on a computer. The significance of differences was determined by Student's t-criterion. The level of statistical significance was $p \leq 0.05$.

Results

Migratory activity of blood cells was evaluated by area of their distribution after 24 hours of incubation. Indicators of the area of spontaneous migration of *Hoplobatrachus rugulosus* hemocytes at different incubated temperatures are shown in the table.

Table – Area of the distribution of *Hoplobatrachus rugulosus* blood cells after 24 hours of incubation at different temperatures, mm²

| Type of cells | Incubation temperature, °C | | |
|---------------|----------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | 20 | 28 | 37 |
| Erythrocytes | 4.17±0.74 ^{a A} | 5.19±0.90 ^{b A} | 5.66±0.50 ^{c A} |
| Leukocytes | 3.13 ±0.17 ^{a B} | 2.78±0.03 ^{b B} | 2.64±0.28 ^{b B} |

Notes: ^{a, b, c} – significant difference of indicator in a single row; ^{A, B} – significant difference of indicator in a single column ($p \leq 0.05$)

The table shows that the area of distribution of erythrocytes was significantly changed by different incubated temperatures. When temperature of the incubation increases to 37°C, the area of spontaneous migration of red blood cells increases by 9.06% compared with incubation at 28°C. At reduced incubation temperature to 20°C, migration area was 19/65% lower than that at temperature of 28°C.

In leukocytes is observed the opposite pattern. At elevated temperature of the incubation, the changes of migration area of leukocyte were not observed (see the table). When temperature of the incubation reduces to 20°C, the area of spontaneous migration increases by 12.59% compared with room temperature.

Comparative analysis of the migration area of erythrocytes and leukocytes is shown that at incubated temperatures of 20, 28 and 37°C, migration area of red blood cells was 24.94, 46.44 and 53.36%, respectively, higher than that of white blood cells.

Discussion

It is known that for the realization of functions of phagocytes necessary to have the presence and a certain value of the “membrane reserve”, embedded in the folding of plasma membrane. The reserve of plasma membrane can be used in the formation of pseudopodia in red blood cells (except mammals), leukocytes and platelets at amoeboid movement [10, 11]. At the expense of membrane folds, passing through the narrow capillaries, phagocytes are deformed with an increase in surface area at constant volume [9-11]. The value of membrane reserve of mammal leukocytes (and especially, of human) was well studied. In nuclear red blood cells of amphibians also was revealed the presence and studied the value of “membrane reserve” that allows to implement the migration reaction and phagocytosis [12]. In studies conducted by us revealed that red blood cells of amphibians migrate.

It can be assumed, that enhancement of spontaneous locomotion of cells with increasing incubation temperature is a consequence of the activation of plasmalemma caused by thermal factor. An indirect confirmation of this is the work [5], which stated that the increase in hemocyte activity occurs not only in inflammation, but can be caused by various by nature agents.

It is known that while decreasing the ambient temperature, in the frogs is reduced body temperature and sharply limited motor activity [1]. The obtained results about migration activity of the blood cells by lowering the incubation temperature to 20°C are consistent with functional activity of animals [1]. Decrease or increase in temperature for the blood cells of functionally active animals is a factor that contributes to the activation of plasmalemma and increased motor activity of the cells.

At all studied incubation temperatures, migration area of erythrocytes was higher than that of leukocytes. This is confirmed by the work of Chernyavskikh, which states that under the same conditions of incubation, the red blood cells migrated edge of the incubation hole more active than white blood cells [9].

Список литературы / References

1. Акуленко Н.М. Сезонная динамика эритропоза и его топографическое распределение у лягушки озерной // Запорізького національного університету. – 2008. – С. 5.
2. Галактионов В.Г. Эволюционная иммунология / В.Г. Галактионов. – М.: Академкнига. – 2005. – 408 с.
3. Ерюхин И.А. Воспаление как общебиологическая реакция: на основе модели острого перитонита / И.А. Ерюхин, В.Я. Белый, В.К. Вагнер. – Л.: Наука. – 1989. – 262 с.

4. Козинец Г.И. Кровь и инфекция / Г.И. Козинец, В.В. Высоцкий, В.М. Погорелов и др. – М.: Триада-фарм. – 2001. – 456 с.
5. Маянский А.Н. Очерки о нейтрофиле и макрофаге / А.Н. Маянский, Д.Н. Маянский. – Новосибирск: Наука. – 1989. – 344 с.
6. Меньшиков И.В. Основы иммунологии. Лабораторный практикум / И.В. Меньшиков, Л.В. Бедулева. – Ижевск: Изд. Дом «Удмуртский университет». – 2001. – 136 с.
7. Мечников И.И. Лекции по сравнительной патологии воспаления / И.И. Мечников. – Москва. – 1954.
8. Федорова М.З., Левин В.Н. Спонтанная миграция нейтрофилов крови в смешанной популяции лейкоцитов и ее изменения под влиянием веществ аутоплазмы при различных функциональных состояниях организма / М.З. Федорова, В.Н. Левин // Клиническая лабораторная диагностика. – 2001. – № 5. – С. 16–19.
9. Чернявских С.Д. Миграционная активность гемцитов позвоночных животных при различной температуре // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия Естественные науки. – 2011. – № 14 (3 (98)). – С. 150–154.
10. Chernyavskikh S.D. Reorganization of actin cytoskeleton of nuclear erythrocytes and leukocytes in fish, frogs, and birds during migration / S.D. Chernyavskikh, M.Z. Fedorova, Vo Van Thanh, Do Huu Quyet // Cell and Tissue Biology. – 2012. – № 4 (6). – P. 348–352.
11. Duglas S. Investigation into Phagocytosis in the Clinical Practice / S. Duglas, P. Kui. – Moscow: Medicina. – 1983. – 112 p.
12. Fedorova M.Z. Comparative evaluation of morphofunctional organization of nucleated blood cells of vertebrate animals / M.Z. Fedorova, S.I. Golovko, S.D. Chernyavskikh // Journal of Evolutionary Biochemistry and Physiology. – 2012. – Vol. 48, Issue 2. – P. 209–213
13. Prunesco P. Natural and experimental phagocytosis by erythrocytes in amphibians / P. Prunesco // Nature: New Biology. – 1971. – № 22 (231). – P. 143–144.
14. Prunesco P. Phagocytosis by avian red cells / P. Prunesco, C. Prunesco // The Science of Nature. – 1972. – № 1 (59). – P. 41.
15. Raffel T.R. Negative effects of changing temperature on amphibian immunity under field conditions / T.R. Raffel, R. Rohr, J.M. Kiesecker, P.J. Hudson // Functional Ecology. – 2006. – № 5 (20). – P. 819–828.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Akulenko N.M. Sezonnaya dinamika jeritropojeza i ego topograficheskoe raspredelenie u ljagushki ozernoj [Seasonal dynamics of erythropoiesis and its topographic distribution of the lake frog] // Zaporiz'kogo nacional'nogo universitetu [Zaporizhzhya National University]. 2008. P. 5. [in Russian]
2. Galaktionov V.G. Jevoljucionnaja immunologija [Evolutionary immunology] / V.G. Galaktionov, M.: Akademkniga, 2005. 408 p. [in Russian]
3. Erjuhin I.A. Vospalenie kak obshhebiologicheskaja reakcija: na osnove modeli ostrogo peritonita [Inflammation is a general biological reaction: based on the model of acute peritonitis] / I.A. Erjuhin, V.Ja. Belyj, V.K. Vagner, L.: Nauka, 1989. 262 p. [in Russian]
4. Kozinec G.I. Krov' i infekcija [Blood and infection] / G.I. Kozinec, V.V. Vysockij, V.M. Pogorelov and others, M.: Triada-farm., 2001. 456 p. [in Russian]
5. Majanskij A.N. Oчерки о нейтрофиле и макрофаге [Essays about the neutrophils and macrophages] / A.N. Majanskij, D.N. Majanskij, Novosibirsk: Nauka, 1989. 344 p. [in Russian]
6. Men'shikov I.V. Osnovy immunologii. Laboratornyj praktikum [Fundamentals of Immunology. Laboratory workshop] / I.V. Men'shikov, L.V. Beduleva, Izhevsk: Izd. Dom «Udmurtskij universitet», 2001. 136 p. [in Russian]
7. Mechnikov I.I. Lekcii po sravnitel'noj patologii vospalenija [Lectures in comparative pathology of inflammation] / I.I. Mechnikov, M., 1954. [in Russian]
8. Fedorova M.Z., Levin V.N. Spontannaja migracija nejtrofilov krovi v smeshannoј populjacii lejkocitov i ee izmenenija pod vlijaniem veshhestv autoplazmy pri razlichnyh funkcional'nyh sostojanijah organizma [Spontaneous migration of neutrophils in the blood of a mixed population of white blood cells and its changes under the influence of substances autoplasm in different functional states of an organism] // Klinicheskaja laboratornaja diagnostika [Clinical Laboratory Diagnostics]. 2001. (5). P. 16–19. [in Russian]
9. Chernjavskih S.D. Migracionnaja aktivnost' gemocitov pozvonochnyh zhivotnyh pri razlichnoj temperature [The migration activity of hemocytes of vertebrates at different temperatures] // Nauchnye vedomosti Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta. Serija Estestvennye nauki. [Scientific statements Belgorod State University. Series Natural sciences]. 2011. № 14 (3 (98)). P. 150–154. [in Russian]
10. Chernyavskikh S.D. Reorganization of actin cytoskeleton of nuclear erythrocytes and leukocytes in fish, frogs, and birds during migration / S.D. Chernyavskikh, M.Z. Fedorova, Vo Van Thanh, Do Huu Quyet // Cell and Tissue Biology. 2012. № 4 (6). P. 348–352.
11. Duglas S. Investigation into Phagocytosis in the Clinical Practice / S. Duglas, P. Kui, Moscow: Medicina, 1983. 112 p.
12. Fedorova M.Z. Comparative evaluation of morphofunctional organization of nucleated blood cells of vertebrate animals / M.Z. Fedorova, S.I. Golovko, S.D. Chernyavskikh // Journal of Evolutionary Biochemistry and Physiology. 2012. Vol. 48, Issue 2. P. 209–213
13. Prunesco P. Natural and experimental phagocytosis by erythrocytes in amphibians / P. Prunesco // Nature: New Biology. 1971. № 22 (231). P. 143–144.
14. Prunesco P. Phagocytosis by avian red cells / P. Prunesco, C. Prunesco // The Science of Nature. 1972. № 1 (59). P. 41.
15. Raffel T.R. Negative effects of changing temperature on amphibian immunity under field conditions / T.R. Raffel, R. Rohr, J.M. Kiesecker, P.J. Hudson // Functional Ecology. 2006. № 5 (20). P. 819–828.

DOI: 10.18454/IRJ.2016.54.147

Якимов В.Н.¹, Гелашвили Д.Б.², Иудин Д.И.³, Розенберг Г.С.⁴, Маркелов И.Н.⁵¹ORCID: 0000-0001-7150-7851, доктор биологических наук,

Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского,

²профессор, доктор биологических наук, Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского,³доктор биологических наук, доктор физико-математических наук,

Институт прикладной физики Российской академии наук,

⁴профессор, доктор биологических наук, Институт экологии Волжского бассейна Российской академии наук,⁵ORCID: 0000-0002-6974-6033, кандидат биологических наук,

Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта №14-04-01548-А

УНИВЕРСАЛЬНОСТЬ СКЕЙЛИНГА РАЗНООБРАЗИЯ В НЕЙТРАЛЬНЫХ И НИШЕВЫХ МОДЕЛЯХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СООБЩЕСТВ**Аннотация**

Проведен анализ зависимости разнообразия от масштаба (скейлинга) в динамических моделях экологических сообществ в ненасыщенном дискретном пространстве с нейтральным и нишевыми механизмами взаимодействия особей. Показано, что ни характер заполнения пространства, ни особенности механизма динамики не влияют на скейлинг разнообразия на качественном уровне. Во всех случаях кривые скейлинга разнообразия имеют аналогичную трехфазную структуру: на малых и больших масштабах наблюдается тривиальный скейлинг (в случае видового богатства – прямая пропорциональность площади), на средних масштабах имеется переходный участок, когда скорость изменения разнообразия уменьшается. Полученные результаты позволили сформулировать гипотезу об универсальности трехфазного характера скейлинга разнообразия, для формирования которого достаточно двух базовых механизмов: поддержания разнообразия за счет баланса между стохастическим вымиранием и видообразованием, а также ограничения распространением, играющего ключевую роль в формировании пространственной структуры.

Ключевые слова: экологическое сообщество, пространственная структура, моделирование, разнообразие, масштаб.

Yakimov B.N.¹, Gelashvili D.B.², Iudin D.I.³, Rozenberg G.S.⁴, Markelov I.N.⁵¹ORCID: 0000-0001-7150-7851, PhD in Biology, Lobachevsky State University of Nizhni Novgorod,²Professor, PhD in Biology, Lobachevsky State University of Nizhni Novgorod,³PhD in Biology, PhD in Physics and Mathematics, Institute of Applied Physics of the Russian Academy of Sciences⁴Professor, PhD in Biology, Institute of Volga Basin Ecology of the Russian Academy of Sciences,⁵ORCID: 0000-0002-6974-6033, PhD in Biology, Lobachevsky State University of Nizhni Novgorod

This study was supported by RFBR in the framework of a research project №14-04-01548-A

UNIVERSALITY OF DIVERSITY SCALING IN NICHE AND NEUTRAL MODELS OF ECOLOGICAL COMMUNITIES**Abstract**

We have carried out the analysis of the relation of diversity to the scale in dynamic models of ecological communities in unsaturated discrete space with niche and neutral mechanism of individuals interaction. It was shown that neither space saturation nor details of dynamics mechanism does not influence the diversity scaling qualitatively. Diversity scaling curves in all cases have the same triphasic shape: on small and large scales there is a trivial scaling (the direct proportionality in the case of species richness) and on the middle scales there is a transitional phase with the decrease in the rate of diversity change. On the basis of our results we formulate a hypothesis on the universality of triphasic diversity scaling which is formed by two basic mechanisms: maintaining of diversity by the balance between stochastic extinction and speciation, and dispersal limitation which play a key role in shaping community spatial structure.

Keywords: ecological community, spatial structure, modelling, diversity, scale.

Введение

Зависимость разнообразия от масштаба в экологических сообществах является одной из фундаментальных характеристик структуры биоценозов. В физических науках зависимость некоторого показателя от масштаба, которая описывается степенной функцией, называют скейлингом. В экологии сложилось расширительное толкование этого термина, под которым понимается любая зависимость какого-то показателя от масштаба.

Традиционно скейлинг разнообразия в сообществах изучается в виде зависимости видового богатства от площади, при этом наиболее распространенной функциональной формой является степенная, что соответствует представлениям о фрактальной структуре сообществ [1, 2]. Исследование этой зависимости ведется по двум крупным направлениям: изучение эмпирических зависимостей в натуральных сообществах и их сопоставление с факторами среды и особенностями сообществ, а также теоретическое изучение структуры искусственных сообществ, которое позволяет связать особенности скейлинга с наличием или отсутствием различных механизмов.

Наиболее изученным классом моделей пространственной структуры сообществ являются так называемые нейтральные модели, в основе которых лежит предположение о функциональной эквивалентности особей разных видов с точки зрения их демографических характеристик [3, 4]. Пространственная структура нейтральных моделей характеризуется трехфазным скейлингом видового богатства, когда на малых и больших масштабах имеет место прямая пропорциональность видового богатства площади, а для средних масштабов характерно промежуточное поведение, аппроксимируемое степенным законом. Такой характер скейлинга был продемонстрирован автором нейтральной теории С. Хаббеллом для сообществ с локальным размножением, моделируемых в дискретном

пространстве и времени [3]. Позднее это было показано для нейтральных сообществ в дискретном пространстве с реалистичными функциями распространения [5, 6], для сообществ в ненасыщенном дискретном пространстве [7], а также для сообществ в непрерывном пространстве [8].

Нейтральные модели являются упрощением биологической реальности и должны быть использованы в качестве основы для более реалистичных моделей. В контексте изучения скейлинга разнообразия следующим шагом является выяснение влияния нейтральности особей на пространственную структуру модельных сообществ. В настоящей работе мы исследовали скейлинг разнообразия в нейтральных и нишевых моделях в дискретном ненасыщенном пространстве.

Модель и ее параметры

В основе модельного пространства лежит решетка местообитаний, в ячейках которой могут располагаться особи, не перемещающиеся в течение жизни (таким образом, моделируется сообщество прикрепленных организмов). Динамика модели определяется процессами гибели особей, размножения (сопряженного с расселением) и видообразования. Каждый вид обладает параметрами рождаемости b , смертности d и конкурентоспособности. В каждый момент времени каждая особь с определенной вероятностью может погибнуть (в этом случае занимаемая данной особью ячейка становится пустой) и размножиться. При размножении дочерняя особь пытается вселиться в другую ячейку и занимает ее, если эта ячейка вакантна, либо если конкурентоспособность данной особи выше по сравнению с резидентом ячейки (в противном случае имеет место провал размножения). Выбор ячейки для вселения осуществляется в соответствии с функцией плотности нормального распределения со стандартным отклонением L , которое определяет среднюю дистанцию распространения. При размножении с вероятностью ν может произойти мутация и тогда новая особь дает начало новому виду (видообразование путем точечных мутаций).

В нейтральной версии модели все видовые параметры полагаются одинаковыми, при этом рождаемость в два раза превышает смертность ($b = 0.5$, $d = 0.25$). Такое соотношение обеспечивает общую заселенность модельного пространства на уровне 50 %. Одинаковая конкурентоспособность означает, что вселение новой особи возможно только в вакантную ячейку.

В нишевой модели на основе компромисса между конкурентоспособностью и смертностью всех видов зафиксирована рождаемость на уровне $b = 0.5$, а смертность может варьировать от 0 до 0.5. При попытке вселения в занятую ячейку исход конкуренции определяется смертностью: побеждает особь с более высокой смертностью. При реализации компромисса между конкурентоспособностью и рождаемостью смертность зафиксирована на уровне $d = 0.25$, а рождаемость может варьировать от 0 до 0.5. При попытке вселения в занятую ячейку исход конкуренции определяется рождаемостью: побеждает особь с более низкой рождаемостью. Таким образом, в компромиссных моделях сильные конкуренты обладают негативными демографическими характеристиками: либо они быстрее гибнут, либо медленнее размножаются по сравнению со слабыми конкурентами. За счет этого баланса не происходит конкурентного исключения. При видообразовании ключевой демографический параметр нового вида выбирается случайным образом из указанного диапазона.

Моделирование проводилось на решетках размером 4096×4096 ячеек с периодическими граничными условиями, то есть левый ряд ячеек соседствует с правым рядом, а верхний ряд соседствует с нижним. Динамика сообщества моделируется вперед во времени: выбирается начальное состояние и затем итерируется следующая последовательность событий: (1) случайным образом выбирается ячейка на решетке; (2) если эта ячейка занята, моделируется смертность (выбирается случайное число от нуля до единицы и сравнивается с параметром смертности данной особи); (3) если особь не погибла, моделируется рождаемость, сопряженная с расселением и конкуренцией. Моделирование проводилось для трех скоростей видообразования: $\nu = 10^{-3}$, 10^{-4} , 10^{-5} . Для высокой скорости видообразования использовались 8 дистанций распространения $L = 5, 7, 9, 11, 13, 16, 23, 32$. Для малых скоростей видообразования использовалась дистанция распространения $L = 5$.

Начальными условиями всегда служила наполовину заселенная решетка. В ходе динамики устанавливается стационарное состояние с относительно постоянным числом особей и видов. Расчет показателей структуры сообщества производился после выхода на стационарный режим.

Для характеристики скейлинга разнообразия мы использовали подход на основе моментов распределения особей по видам [1, 9], которые представляют собой суммы относительных представленностей видов в некоторой степени q , которая называется порядком момента и определяет вклад видов с высокой либо низкой представленностью: $M_q = \sum p_i^q$. Многие моменты являются эквивалентами традиционных индексов разнообразия. Так, момент M_0 представляет собой видовое богатство S , при $M_{1/2}$ эквивалентен квадратному корню из индекса Животовского, а момент M_2 обратно пропорционален индексу разнообразия Симпсона. Совокупность моментов дает полное представление о разнообразии сообщества на том или ином масштабе с учетом представленностей видов.

Анализ скейлинга моментов проводился путем покрытия решетки непересекающимися квадратами различного размера от 1 до полной решетки (значения размеров выбирались равномерно на логарифмической шкале). Для каждого квадрата рассчитывался вектор относительных представленностей видов и набор моментов разнообразия для диапазона порядков моментов от -3 до 3 с шагом 0.1. Моменты для квадратов одинаковой площади усреднялись.

Результаты анализа скейлинга разнообразия

Ранее изученная нейтральная модель в насыщенном пространстве [5, 10] характеризуется универсальностью скейлинга разнообразия по отношению к дистанции распространения. Кривые скейлинга для разных L обладают одинаковой формой, но сдвинуты друг относительно друга. Эта особенность позволяет применить специальную процедуру перемасштабирования осей для получения универсальной кривой скейлинга: площадь заменяется на A/L^2 , а момент заменяется на величину M_q/L^{2-2q} .

В первую очередь выясним наличие этого свойства для нашей модели, в которой пространство не насыщено особями и имеется большая доля незанятых ячеек. На рис. 1а представлено семейство кривых скейлинга видового богатства для нейтральной модели со скоростью видообразования $\nu = 10^{-3}$ и различными дистанциями

распространения. Как и ожидалось, кривые обладают характерной трехфазной формой, причем эта форма не зависит от L , за счет чего достигается формирование единой универсальной кривой, которая представлена на рис. 1б.

На рис. 1в и 1г представлены аналогичные графики для нейтральной модели со скоростью видообразования $\nu = 10^{-5}$. Здесь наблюдается иная картина. Форма трехфазных кривых несколько отличается, вследствие чего не формируется универсальная кривая скейлинга после перемасштабирования осей. На средних масштабах наибольшим наклоном обладает кривая с минимальной дистанцией распространения $L = 5$, с ростом L снижается и наклон. Такое поведение кривых скейлинга видового богатства объясняется периодическими граничными условиями, из-за которых на больших масштабах рост видового богатства замедляется вследствие того, что в выборке появляются виды, которые присутствуют с другой стороны решетки и уже были учтены при анализе малых масштабов. Мы называем такое поведение эффектом «просачивания» с другой стороны решетки. Просачивание выражено тем сильнее, чем выше средний размер ареала типичного вида, который в свою очередь определяется дистанцией распространения и скоростью видообразования (при прочих равных, чем меньше скорость видообразования, тем меньше на решетке видов и тем больше средний размер ареала). Именно поэтому эффект просачивания практически не заметен при высокой скорости видообразования (рис. 1аб), а при низкой скорости видообразования слабо выражен для малых L .

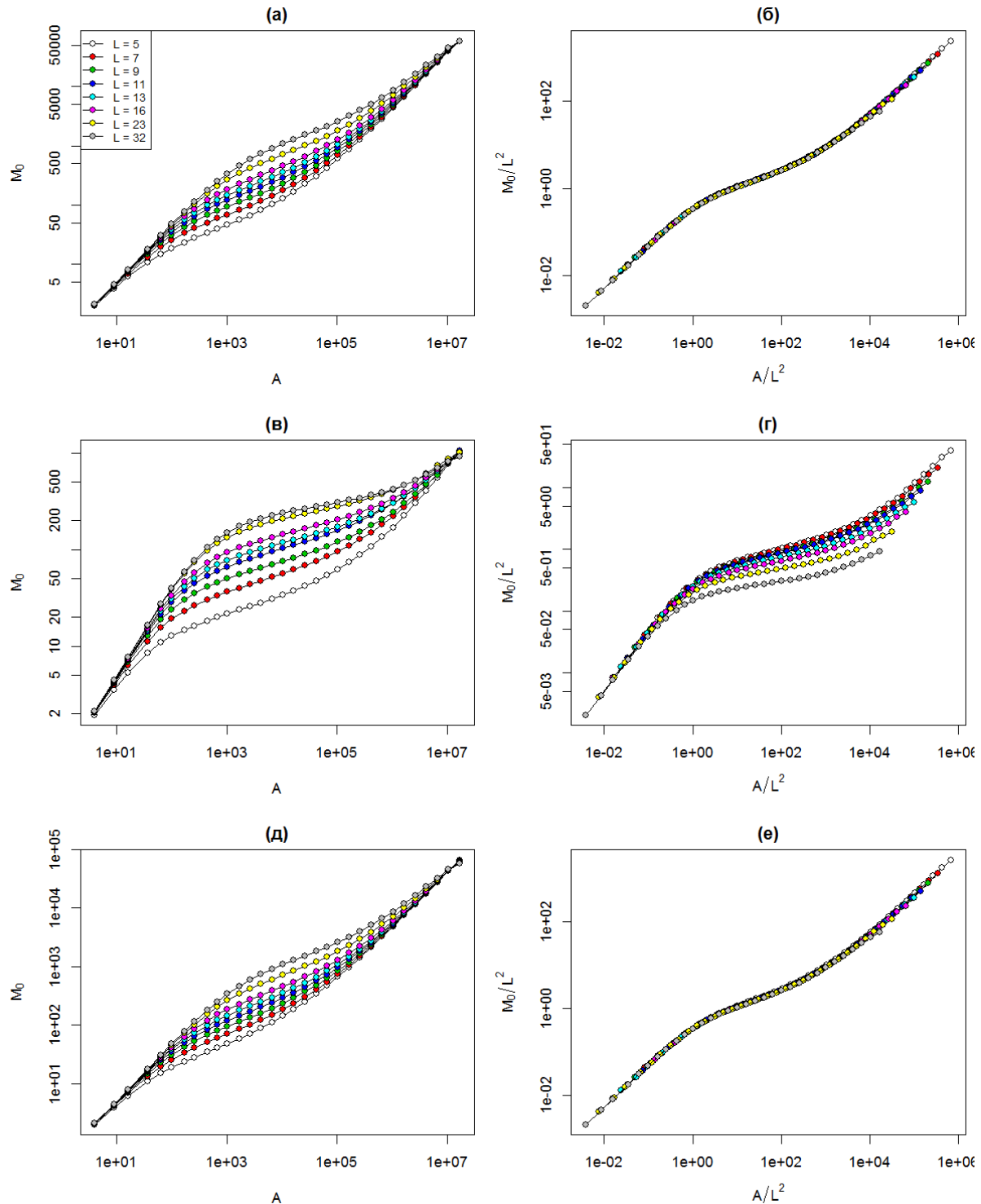


Рис. 1 – Скейлинг видового богатства в нейтральной (а-г) и компромиссной (д-е) модели для скоростей видообразования $\nu = 10^{-3}$ (а, б, д, е) и $\nu = 10^{-5}$ (в, г).

На качественном уровне скейлинг разнообразия в компромиссных моделях не отличается от скейлинга в нейтральной модели. На высоких скоростях видообразования кривые имеют одинаковую трехфазную структуру и формируют единую универсальную кривую после перемасштабирования осей. При снижении скорости видообразования проявляется эффект просачивания, вызывающий снижение скорости изменения моментов разнообразия на больших масштабах. В качестве примера на рис. 1д и 1е представлено семейство кривых скейлинга видового богатства для нишевой модели на основе компромисса между конкурентоспособностью и смертностью со скоростью видообразования $\nu = 10^{-3}$ до и после перемасштабирования осей.

Мы рассматриваем эффект просачивания как артефакт использованных нами граничных условий, искажающий общую картину скейлинга разнообразия. Поэтому при сравнительном анализе моделей с разными механизмами взаимодействия между особями мы рассмотрим кривые для дистанции распространения $L = 5$, которые подвержены искажению в наименьшей степени. На рис. 2а, 2в и 2д представлены кривые скейлинга видового богатства (момент M_0) для трех скоростей видообразования. Во всех случаях на малых масштабах кривые полностью совпадают. При росте масштаба начинают проявляться небольшие отличия, которые выражены тем больше, чем меньше скорость видообразования. На средних и больших масштабах скорость роста разнообразия в нейтральной модели меньше по сравнению с компромиссными.

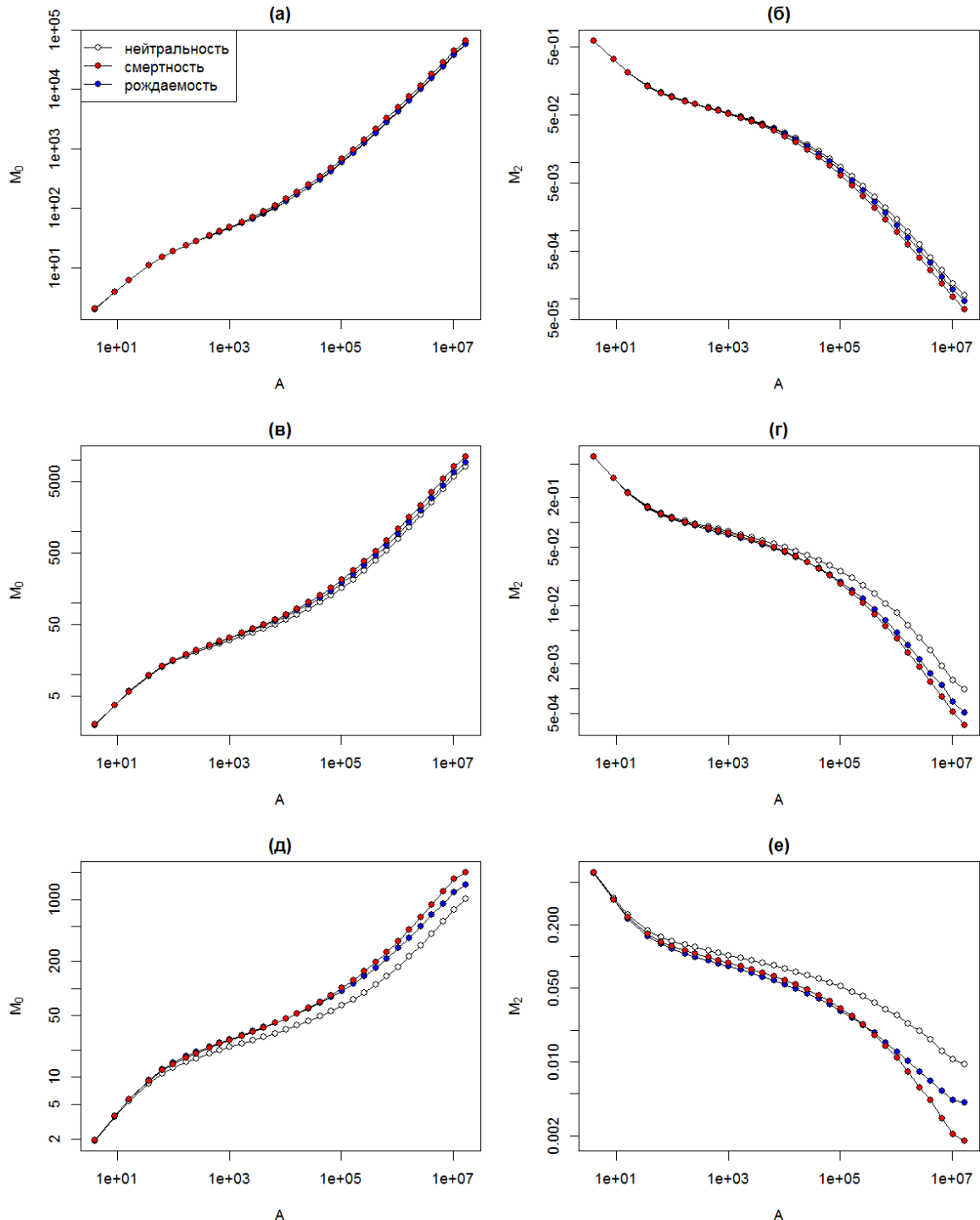


Рис. 2 – Сравнительный анализ скейлинга моментов разнообразия M_0 (а, в, д) и M_2 (б, г, е) в моделях с разными механизмами взаимодействия между особями для скоростей видообразования $\nu = 10^{-3}$ (а, б), $\nu = 10^{-4}$ (в, г) и $\nu = 10^{-5}$ (д, е).

На рис. 2б, 2г и 2е представлены аналогичные кривые скейлинга момента второго порядка M_2 . Моменты порядков $q > 1$ являются обратной мерой разнообразия, поэтому при росте масштаба они не растут, а уменьшаются. Тем не менее, для их скейлинга характерны те же самые тенденции. На малых масштабах кривые для моделей с разными механизмами взаимодействия особей совпадают, на больших масштабах скорость изменения разнообразия в нейтральной модели меньше по сравнению с компромиссными, причем это отличие наиболее выражено для низких скоростей видообразования.

Обсуждение

В настоящей работе рассмотрена пространственная структура экологических сообществ, которые моделируются в ненасыщенном дискретном пространстве на основе разных механизмов взаимодействия особей. В предыдущих исследованиях аналогичного типа рассматривались только нейтральные модели в насыщенном пространстве без незанятых местообитаний [3, 5, 10]. Мы обнаружили, что ненасыщенность пространства не влияет на скейлинг разнообразия на качественном уровне.

Присутствие незанятых ячеек не позволило использовать эффективные генеалогические алгоритмы моделирования назад во времени, которые дают возможность работать с сообществами потенциально неограниченного размера. Мы вынуждены были работать с решетками конечного размера с периодическими границами. В результате при анализе скейлинга разнообразия проявляется эффект просачивания видов с другой стороны решетки, ведущий к снижению скорости роста разнообразия на больших масштабах (рис. 1в, г). Альтернативой периодическим границам являются закрытые границы. Однако в этом случае проявляется другой эффект, связанный со снижением разнообразия вблизи границ, поскольку в приграничных областях приток видов идет только со стороны центра решетки. Этот эффект сильнее искажает кривые скейлинга по сравнению с эффектом просачивания, поскольку он проявляется на всех масштабах.

Помимо нейтральности мы рассмотрели механизм поддержания разнообразия на основе компромисса между конкурентоспособностью и смертностью либо рождаемостью. Скейлинг разнообразия в таких компромиссных моделях качественно соответствует скейлингу в нейтральных моделях (рис. 2): на малых и больших масштабах наблюдается тривиальный скейлинг (в случае видового богатства – прямая пропорциональность площади), на средних масштабах имеется переходный участок, когда скорость изменения разнообразия уменьшается. Для компромиссных моделей характерна независимость формы кривых скейлинга разнообразия от дистанции распространения. Этот результат позволяет поставить вопрос об универсальности трехфазного характера скейлинга разнообразия, который проявляется в моделях с разным типом взаимодействия особей (нейтральные и нишевые), с разным типом реализации пространства (насыщенное и ненасыщенное дискретное, непрерывное), с разными граничными условиями (открытые и периодические границы). Такая универсальность является свидетельством того, что для формирования описанных закономерностей достаточно двух базовых механизмов, присутствующих в моделях всех типов: (1) поддержания разнообразия за счет баланса между стохастическим вымиранием и видообразованием; (2) ограничения распространением, играющего ключевую роль в формировании пространственной структуры. Не вызывает сомнений, что эти механизмы действуют и в природных сообществах, поэтому мы полагаем, что выявленные закономерности скейлинга разнообразия должны быть широко распространены в природе.

При сопоставлении нейтральных и нишевых моделей выявлено, что последние поддерживают большее разнообразие на средних и больших масштабах. Мы полагаем, что дополнительное разнообразие обеспечивается изменчивостью демографических характеристик и локальным сосуществованием видов с разными стратегиями. В модели на основе компромисса со смертностью сильные конкуренты быстро гибнут, но вытесняют в ходе распространения долгоживущих слабых конкурентов. В модели на основе компромисса с рождаемостью сильные конкуренты размножаются существенно медленнее слабых конкурентов, которые быстрее заполняют освобождающееся в результате равномерной смертности пространство.

Скейлинг разнообразия для разных вариантов реализации компромиссного механизма отличается мало, особенно для высоких скоростей видообразования. Некоторые отличия начинают проявляться на малых скоростях видообразования для моментов порядка $q > 1$. В частности, для момента M_2 на средних масштабах скорость изменения выше в модели на основе компромисса с рождаемостью, тогда как на больших масштабах скорость выше уже в модели на основе компромисса со смертностью (рис. 2е). Простой анализ кривых скейлинга разнообразия, проведенный в настоящей работе, не предназначен для выявления тонких деталей пространственной структуры. Такое исследование потребует привлечения более тонких методов анализа, в частности – локального мультифрактального анализа [11].

Список литературы / References

1. Гелашвили Д.Б. Фракталы и мультифракталы в биоэкологии / Д.Б. Гелашвили, Г.С. Розенберг, Д.И. Иудин, В.Н. Якимов, Л.А. Солнцев – Н. Новгород: Изд-во ННГУ, 2013. – 370 с.
2. Маргалев Р. Облик биосферы / Р. Маргалев – М.: Наука, 1992. 254 с.
3. Hubbell S.P. The Unified Neutral Theory of Biodiversity and Biogeography / S.P. Hubbell – Princeton University Press, 2011. 375 p.
4. Rosindell J. The Unified Neutral Theory of Biodiversity and Biogeography at Age Ten / J. Rosindell, S.P. Hubbell, R.S. Etienne // Trends in Ecology & Evolution. – 2011. – Vol. 26. I. 7. – P. 340–348.
5. Rosindell J. Species-area relationships from a spatially explicit neutral model in an infinite landscape / J. Rosindell, S.J. Cornell // Ecology Letters. – 2007. – Vol. 10. I. 7. – P. 586–595.
6. Rosindell J. Species–area curves, neutral models, and long-distance dispersal / J. Rosindell, S.J. Cornell // Ecology. – 2009. – Vol. 90. I. 7. – P. 1743–1750.
7. Cencini M., Pigolotti S., Muñoz M.A. What Ecological Factors Shape Species-Area Curves in Neutral Models? / M. Cencini, S. Pigolotti, M.A. Muñoz // PLoS ONE. – 2012. – Vol. 7. I. 6. – P. e38232.

8. Якимов В.Н. Скейлинг разнообразия в нейтральном сообществе, моделируемом в непрерывном пространстве / В.Н. Якимов // Известия Самарского научного центра РАН – 2014. – Т. 16. № 5. – С. 26–35.
9. Иудин Д.И. Мультифрактальный анализ структуры биотических сообществ / Д.И. Иудин, Д.Б. Гелашвили, Г.С. Розенберг // Докл. АН. – 2003. Т. 389. № 2. – С. 279–282.
10. Yakimov B.N. Multifractal analysis of neutral community spatial structure / B.N. Yakimov, D.I. Iudin, L.A. Solntsev, D.B. Gelashvili // Journal of Theoretical Biology. – 2014. – Vol. 343. – P. 44–53.
11. Якимов В.Н. Локальный мультифрактальный анализ пространственной структуры луговых сообществ в малых масштабах / В.Н. Якимов, Л.А. Солнцев, Г.С. Розенберг, Д.И. Иудин, А.И. Широков, О.А. Локтева, Д.Б. Гелашвили // Докл. АН. – 2014. – Т. 458. № 5. – С. 613–617.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Gelashvili D.B. Fraktaly i mul'tifraktaly v bioekologii [Fractals and multifractals in bioecology] / D.B. Gelashvili, G.S. Rozenberg, D.I. Iudin, B.N. Yakimov, L.A. Solntsev – N. Novgorod: Izd-vo NNGU, 2013. – 370 p. [in Russian]
2. Margalef R. Oblik biosfery [Our biosphere] / R. Margalef – M.: Nauka, 1992. – 254 p. [in Russian]
3. Hubbell S.P. The Unified Neutral Theory of Biodiversity and Biogeography / S.P. Hubbell – Princeton University Press, 2011. 375 p.
4. Rosindell J. The Unified Neutral Theory of Biodiversity and Biogeography at Age Ten / J. Rosindell, S.P. Hubbell, R.S. Etienne // Trends in Ecology & Evolution. – 2011. – Vol. 26. I. 7. – P. 340–348.
5. Rosindell J. Species-area relationships from a spatially explicit neutral model in an infinite landscape / J. Rosindell, S.J. Cornell // Ecology Letters. – 2007. – Vol. 10. I. 7. – P. 586–595.
6. Rosindell J. Species–area curves, neutral models, and long-distance dispersal / J. Rosindell, S.J. Cornell // Ecology. – 2009. – Vol. 90. I. 7. – P. 1743–1750.
7. Cencini M., Pigolotti S., Muñoz M.A. What Ecological Factors Shape Species-Area Curves in Neutral Models? / M. Cencini, S. Pigolotti, M.A. Muñoz // PLoS ONE. – 2012. – Vol. 7. I. 6. – P. e38232.
8. Yakimov B.N. Skejling raznoobrazija v nejtral'nom soobshhestve, modeliruemom v nepreryvnom prostranstve [Diversity scaling in neutral community modelled in continuous space] / B.N. Yakimov // Izvestija Samarskogo nauchnogo centra RAN [Proceedings of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences] – 2014. – Т. 16. № 5. – P. 26–35. [in Russian]
9. Iudin D.I. Mul'tifraktal'nyj analiz struktury bioticheskix soobshhestv [Multifractal analysis of the structure of of biotic communities] / D.I. Iudin, D.B. Gelashvili, G.S. Rozenberg // Dokl. AN. [Reports of the Academy of Sciences] – 2003. Т. 389. № 2. – P. 279–282. [in Russian]
10. Yakimov B.N. Multifractal analysis of neutral community spatial structure / B.N. Yakimov, D.I. Iudin, L.A. Solntsev, D.B. Gelashvili // Journal of Theoretical Biology. – 2014. – Vol. 343. – P. 44–53.
11. Yakimov B.N. Lokal'nyj mul'tifraktal'nyj analiz prostranstvennoj struktury lugovyh soobshhestv v malyh masshtabah [Local multifractal analysis of meadow communities spatial structure on small scales] / B.N. Yakimov, L.A. Solntsev, G.S. Rozenberg, D.I. Iudin, A.I. Shirokov, O.A. Lokteva, D.B. Gelashvili // Dokl. AN. [Reports of the Academy of Sciences] – 2014. – Т. 458. № 5. – P. 613–617. [in Russian]



*«Международный научно-исследовательский журнал» включен в базу данных **WorldCat**.*

***WorldCat** — крупнейшая в мире библиографическая база данных, насчитывающая свыше 240 млн записей о всех видах произведений на 470 языках мира. База создается совместными усилиями более чем 72 тыс. библиотек из 170 стран мира в рамках организации OCLC.*

ВЕТЕРИНАРНЫЕ НАУКИ / VETERINARY SCIENCE

DOI: 10.18454/IRJ.2016.54.206

Дилекова О.В.

ORCID: 0000-0003-0247-8633, кандидат биологических наук,

Ставропольский государственный аграрный университет

**МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ГРАНУЛ ЗИМОГЕНА ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ
МЛЕКОПИТАЮЩИХ В ПОСТНАТАЛЬНОМ ОНТОГЕНЕЗЕ****Аннотация**

В работе приведены данные площади гранул зимогена в зависимости от вида, возраста и типа питания млекопитающих. При статистическом анализе было установлено, что имеется прямая зависимость между морфометрическими показателями и возрастным периодом изученных видов млекопитающих, а также имеется индивидуальная видовая зависимость в возрастном аспекте в зависимости от морфофункционального состояния организма. У всех возрастных и видовых групп млекопитающих выявлено два критических периода синтеза ферментов экзокринными панкреатоцитами. Первый период - это один месяц постнатального онтогенеза, что связано с введением прикорма животным. Второй период - это шесть месяцев жизни самцов, что связано с началом полового созревания животных. Критические периоды синтетической активности экзокринных панкреатоцитов имеют эволюционную адаптацию на изменения биологически-неоднородных систем целого организма. Полученные результаты можно использовать в качестве константных при изучении морфофункциональных показателей поджелудочной железы в научных целях, а также учитывать возрастные показатели животных при отборе поджелудочной железы для производства ферментативных препаратов. В ветеринарной практике использовать с целью постановки правильного диагноза при оценке повреждений этого органа у млекопитающих.

Ключевые слова: млекопитающие, постнатальный онтогенез, поджелудочная железа, экзокринные панкреатоциты, зимоген.

Dilekova O.V.

ORCID: 0000-0003-0247-8633, PhD in Biology,

Stavropol State Agrarian University

**MORPHOMETRIC PARAMETERS OF GRANULES OF ZYMOGENE THE PANCREAS OF MAMMALS IN
POSTNATAL ONTOGENY****Abstract**

The paper presents data area of the granules zymogen depending on the species, age and the type of food mammals. The statistical analysis established that there is a direct relationship between the morphometric parameters and the age period studied mammal species, but also include individual species dependence in the age aspect depending on the morphofunctional state of the organism. In all age groups and species, mammals identified two critical periods of the synthesis of enzymes exocrine pancreatotomy. The first period is one month of postnatal ontogenesis, which is associated with the introduction of food animals. The second period is the six months of life males, which is associated with the onset of puberty of the animals. Critical periods the synthetic activity of the exocrine pancreatitits have an evolutionary adaptation to changes in biological inhomogeneous systems of the whole organism. The obtained results can be used as a constant in the study of morphofunctional indices of the pancreas for research purposes, and to take into account the age of the animal performance in the selection of the pancreas for the production of enzymatic preparations. In veterinary practice used with the purpose of correct diagnosis in the evaluation of the damage of this organ in mammals.

Keywords: mammals, postnatal ontogenesis, pancreas, exocrine pancreatitis, zymogen.

Ферменты играют основную роль в процессах метаболизма всего организма, обеспечивая широкий спектр биохимических реакций в клетках. У млекопитающих гидролитические ферменты необходимы в процессе пищеварения. Они расщепляют жиры, белки, углеводы которые дают строительный материал для физиологической регенерации тканей и клеток организма. Основным органом выделяющих гидролитические ферменты является поджелудочная железа [1, С. 1-12] [2, С. 152] [3, С. 67]

Синтез гидролитических ферментов осуществляется в основном в рибосомах, и гранулированной эндоплазматической сети экзокринного панкреатоцита поджелудочной железы. В аппарате Гольджи осуществляются мембранные процессы, связанные с концентрированием ферментов в гранулах зимогена. Количественные и качественные изменения в ферментативном спектре поджелудочной секреции находятся в зависимости от потребностей пищеварения. Экзокринный панкреатоцит синтезирует и выделяет ферменты на протяжении двух или трех часов. Общий секреторный цикл ферментов может быть воспроизведен неоднократно в течение суток. Поджелудочная железа является органом с исключительно большой метаболической активностью [4, С.53-54] [5, С. 67].

В последнее время изучение панкреатических ферментов сводится к определению видовых различий в количественном содержании определенных ферментов в гранулах зимогена, а также к их физико-химическим характеристикам.

Однако исследования площади гранул зимогена в зависимости от вида, возраста и типа питания млекопитающих в настоящее время отсутствуют, что определило цель нашего изучения в экзокринных панкреатоцитах поджелудочной железы.

Материал и методы

Исследование проведено в Научно-диагностическом и лечебно-ветеринарном центре Ставропольского государственного аграрного университета.

В качестве объектов для исследования были выбраны домашние животные, из класса млекопитающие (Mammalia), которые были отобраны по роду потребляемой пищи – растительноядные травоядные, плотоядные хищники и всеядные. В группу растительноядных травоядных животных вошли: крупный рогатый скот (Bovinae) айрширской породы, овцы (Ovis aries) ставропольской породы. В группу плотоядных хищников вошли: собака (Canis lupus familiaris) немецкой породы и русской пегой гончей и кошка (Felis silvestris catus) тайской и британской пород. В группу всеядных вошла свинья (Suidae) крупной белой породы.

В работе была исследована поджелудочная железа млекопитающих. Всего было отобрано 300 самцов в разные периоды постнатального онтогенеза: 1-суточные, 1-, 3-, 6-месячные, 1 год и 3 года (по 10 животных в каждой возрастной группе). Отбор самцов продуктивных животных проводился с соблюдением Директивы 2010/63/EU Европейского парламента и Совета от 22 сентября 2010 года по охране животных, используемых в научных целях. Отбор непродуктивных животных проводили после их гибели, вследствие полученных травм несовместимых с жизнью и не связанных с патологией желудочно-кишечного тракта, с соблюдением этических норм «Директива 2010/63/EU Европейского парламента и Совета от 22 сентября 2010 года по охране животных, используемых в научных целях».

У каждого животного проводили отбор целой поджелудочной железы, которую фиксировали в 10% нейтральном забуференном формалине. В области головки железы вырезали кусочки размером 1см³. Материал проводили с использованием гистологического процессора замкнутого типа Tissue-Tek VIP™ 5 Jr (Sakura, Япония), а затем заливали в гистологическую среду «Гистомикс» (БиоВитрум, Россия) на станции парафиновой заливки Tissue-Tek® TEC™ 5 (Sakura, Япония). Из полученных блоков делали гистологические срезы толщиной 5 - 7 мкм, которые окрашивали гематоксилином и эозином.

Микроскопию срезов проводили на световом микроскопе Olympus BX45 со встроенным фотоаппаратом C 300 (Япония). Для микроскопии были использованы окуляры ×10, объектив ×100. С каждого препарата поджелудочной железы выполняли по 10 цифровых снимков (в формате jpg, размером 3136×2352 пикселей в палитре 24 бит) случайно выбранных полей зрения.

Морфометрические исследования проводили с использованием программы ВидеоТест-Мастер Морфология 4.0 для Windows. В гистологических препаратах для определения функциональной активности экзокринных панкреатоцитов проводили измерения площади гранул зимогена.

Полученные цифровые данные были анализированы с применением статистического метода однофакторного дисперсионного анализа и критерия множественных сравнений Ньюмена-Кейсела в программе Primer of Biostatistics 4.03 для Windows. Достоверными считали различия при $p \leq 0,05$.

Результаты исследований

Анализируя площадь гранул зимогена экзокринных панкреатоцитов поджелудочной железы у крупного рогатого скота установлено, что в первые сутки после рождения площадь их составляет $0,405 \pm 0,023$ мкм². К первому месяцу жизни значение данного показателя уменьшается на 35,45% ($p \leq 0,05$). К возрасту трех месяцев площадь гранул зимогена увеличивается на 37,79% ($p \leq 0,05$). К шестимесячному возрасту жизни животного значение данного показателя опять уменьшается на 72,39% ($p \leq 0,05$). Однако к одному году происходит увеличение площади гранул зимогена 22,18% ($p \leq 0,05$), и продолжает расти к возрасту морфофункциональной зрелости – три года на 15,07% (таблица 1).

У овец площадь гранул зимогена экзокринных панкреатоцитов в односуточном возрасте составляет $0,289 \pm 0,016$ мкм² и остается без изменений до одномесячного возраста. К возрасту трех месяцев жизни животного данный показатель уменьшается на 13,84%. С шестимесячного возраста и до трех лет постнатального онтогенеза овец площадь гранул зимогена постепенно увеличивается. К шести месяцам незначительно увеличивается на 6,72%, к годовалому возрасту – на 42,22% ($p \leq 0,05$), к трем годам жизни – на 19,79% ($p \leq 0,05$) (таблица 1).

Таблица 1 – Площадь гранул зимогена, мкм²

| Возраст | Вид животного | | | | |
|----------------|----------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | Крупный рогатый скот (M±m) | Овцы (M±m) | Свиньи (M±m) | Собаки (M±m) | Кошки (M±m) |
| 1 сутки (n=30) | $0,405 \pm 0,023$ | $0,289 \pm 0,016$ | $0,278 \pm 0,014$ | $0,294 \pm 0,014$ | $0,371 \pm 0,017$ |
| 1 мес. (n=30) | $0,299 \pm 0,066^*$ | $0,288 \pm 0,014$ | $0,268 \pm 0,014$ | $0,239 \pm 0,012^*$ | $0,331 \pm 0,014$ |
| 3 мес. (n=30) | $0,412 \pm 0,019^*$ | $0,253 \pm 0,014$ | $0,386 \pm 0,016^*$ | $0,260 \pm 0,013$ | $0,491 \pm 0,027^*$ |
| 6 мес. (n=30) | $0,239 \pm 0,013^*$ | $0,270 \pm 0,012$ | $0,285 \pm 0,015^*$ | $0,200 \pm 0,010^*$ | $0,334 \pm 0,017^*$ |
| 1 год (n=30) | $0,292 \pm 0,015^*$ | $0,384 \pm 0,019^*$ | $0,384 \pm 0,021^*$ | $0,197 \pm 0,013$ | $0,509 \pm 0,026^*$ |
| 3 года (n=30) | $0,336 \pm 0,020$ | $0,460 \pm 0,120^*$ | $0,429 \pm 0,018$ | $0,367 \pm 0,018^*$ | $0,318 \pm 0,018^*$ |

Примечание: статистическая значимость различий ($p \leq 0,05$) с более ранним возрастом обозначена * - ($p \leq 0,05$) обозначена по тексту

У свиней площадь гранул зимогена экзокринных панкреатоцитов в односуточном возрасте составляет $0,278 \pm 0,014$ мкм² и к одномесячному возрасту незначительно уменьшается на 3,73%. К трем месяцам жизни животного значение данного показателя увеличивается на 44,03% ($p \leq 0,05$). К шестимесячному возрасту регистрируется уменьшение площади гранул зимогена на 35,44% ($p \leq 0,05$). К возрасту одного года значение данного показателя увеличивается на 34,74% ($p \leq 0,05$) и продолжает повышаться до морфофункциональной зрелости организма на 11,72% (таблица 1).

Анализ площади гранул зимогена экзокринных панкреатоцитов поджелудочной железы собак показал, что в первые сутки их площадь составляет $0,294 \pm 0,014$ мкм². К одному месяцу жизни значение данного показателя уменьшается на 23,01% ($p \leq 0,05$). К трехмесячному возрасту регистрируется незначительное увеличение площади гранул зимогена на 8,78%. К шести месяцам жизни животного и до одного года опять происходит понижение данного на 30,00% ($p \leq 0,05$). Однако к трехлетнему возрасту регистрируется мощный скачок увеличения площади гранул зимогена на 86,29% ($p \leq 0,05$) (таблица 1).

У кошек площадь гранул зимогена экзокринных панкреатоцитов поджелудочной железы в односуточном возрасте составляет $0,371 \pm 0,017$ мкм². К одному месячному возрасту данный показатель уменьшается на 12,09%. К трехмесячному возрасту площадь гранул зимогена увеличивается на 32,35% ($p \leq 0,05$). К шестимесячному возрасту регистрируется уменьшение данного показателя на 47,01% ($p \leq 0,05$). К первому году жизни животного происходит увеличение площади гранул зимогена на 52,40% ($p \leq 0,05$). С одного года и до трех лет жизни данный показатель уменьшается на 60,06% ($p \leq 0,05$) (таблица 1).

Обсуждение полученных данных

При статистическом анализе полученных данных площади гранул зимогена было установлено, что имеется прямая зависимость между морфометрическими показателями и возрастным периодом изученных видов млекопитающих. Кроме того отмечается индивидуальная видовая зависимость в возрастном аспекте в зависимости от морфофункционального состояния организма.

У всех изученных групп животных регистрируются по нашему мнению два критических периода ферментативной активности экзокринных панкреатоцитов. Первый период - это один месяц постнатального онтогенеза самцов. В этом возрасте животным активно вводят прикорм, что отражается на функционально слабой активности гранул зимогена и перестройке синтетического аппарата экзокринных панкреатоцитов, которое заканчивается в трехмесячном возрасте, так как происходит увеличение площади гранул зимогена. Вторым периодом является шестимесячный возраст самцов. К этому возрасту у всех животных начинается период полового созревания, которое характеризуется выбросом гормональных индукторов направленных в первую очередь на реализацию физиологической перестройки организма, что приводит к снижению пищевой потребности особями и как следствие снижению синтеза ферментов.

К возрасту морфофункциональной зрелости организма происходит становление синтетического аппарата клетки и ее активной работе в связи в физиологической и по нашему мнению патологической регенерацией поджелудочной железы млекопитающих на протяжении постнатального онтогенеза.

Таким образом в поджелудочной железе млекопитающих в постнатальном онтогенезе синтетическая активность экзокринных панкреатоцитов имеет ярко выраженную эволюционную адаптацию на изменения биологически-неоднородных систем целого организма.

Список литературы / References

1. Брещенко Е. В. Выделение пептидов из панинестина и изучение их биологических свойств железы : дис. канд. биол. наук. – Краснодар. – 2003. – 148 с.
2. Доржин С. Ц. Исследования пищеварительной функции гомогената поджелудочной железы лошади // Вестник Бурятской ГСХА им. В. Р. Филиппова. – 2013. - № 3 (32). – С. 151 – 153.
3. Еропкина Е. М. Секреторная активность ацинозных клеток поджелудочной железы в разное время суток и последовательность процессов созревания секреторных гранул // Архив анатомии, гистологии и эмбриологии. 1983. - № 1. – Т. LXXXIV. – С. 67 – 71.
4. Можейко Л. А. О гетерогенности экзокринного отдела поджелудочной железы и его физиологических резервах // Журнал ГрГМУ. – 2009. - № 4. – С. 66 – 69.
5. Можейко Л. А. Основные закономерности становления экзокринного отдела поджелудочной железы в постнатальном онтогенезе // Журнал ГрГМУ. – 2004. - № 1. – С. 52 – 55.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Breschenko E. E. Vydelenie peptidov iz panintestina i izuchenie ih biologicheskikh svojstv zhelezy [Isolation of peptides from panintestina and the study of their biological properties of gland]: dis. of PhD Biology: 03.00.04 : defense of the thesis 16.02.03 / Breschenko Elena Evgenievna.. – Krasnodar, 2003. – 148 p [in Russian].
2. Dorzhin S. C. Issledovaniya pishhevaritel'noj funktsii gomogenata podzheludochnoj zhelezy loshadi [Research digestive function of the pancreas homogenate horse] / S. C. Dorzhin // Vestnik Burjatskoj GSHA im. V. R. Filippova [Bulletin of the Buryat State Agricultural Academy them. V. R. Filippov]. – 2013. - № 3 (32). – P. 151 – 153 [in Russian].
3. Yeropkina E. M. Sekretornaya aktivnost' acinoznykh kletok podzheludochnoj zhelezy v raznoe vremya суток i posledovatel'nost' processov sozrevaniya sekretornykh granul [The secretory activity of acinar cells of the pancreas at different times of the day and the sequence of processes of maturation of secretory granules] / E. M. Yeropkina // Arhiv anatomii, gistologii i jembiologii [Archives of Anatomy, Histology and Embryology]. - 1983. - № 1. – V. LXXXIV. – P. 67 – 71 [in Russian].
4. Mozheyko L. A. O geterogennosti jekzokrinного отдела podzheludochnoj zhelezy i ego fiziologicheskikh rezervah [On the heterogeneity of exocrine pancreatic department and its physiological reserves] / L. A. Mozheyko // Zhurnal GrGMU [Journal GrGMU]. – 2009. - № 4. – P. 66 – 69 [in Russian].
5. Mozheyko L. A. Osnovnye zakonornosti stanovleniya jekzokrinного отдела podzheludochnoj zhelezy v postnatal'nom ontogeneze [Basic laws of formation of exocrine pancreatic department in postnatal ontogenesis] / L. A. Mozheyko // Zhurnal GrGMU [Journal GrGMU]. – 2004. - № 1. – P. 52 – 55 [in Russian].

ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ НАУКИ / GEOGRAPHY

DOI: 10.18454/IRJ.2016.54.047

Комарова Н.А.Доцент, кандидат географических наук,
Северо-Осетинский государственный университет им. К.Л.Хетагурова**К КОНЦЕПЦИИ РАЗВИТИЯ ТУРКОМПЛЕКСА
В ЦЕЙСКОМ УЩЕЛЬЕ СЕВЕРНОЙ ОСЕТИИ****Аннотация**

Мониторинг рекреационно используемых площадей на современном этапе, в пределах Цейского туристско-экскурсионного комплекса (ТЭК) позволил выделить главную проблему, лежащую в основе постепенной утраты этой природной территории эстетической привлекательности – изначально стихийность в застройке и благоустройстве, что уже имело негативный результат – лесные природно-территориальные комплексы (ПТК) в 80-х гг. XX в. оказались в большей степени на крайних (4-5) стадиях рекреационной дигрессии (СРД). Поэтому мы предлагаем Проект «кольцевой» экотропы общего пользования, проходящей по периферии основной застройки на землях Туристско-экскурсионного комплекса (ТЭК) Цея, как вариант благоустройства, в виде экомаршрута по сосново-буковому лесу в обход рекреационных объектов, что позволит смягчить развитие рекреационной дигрессии леса и создать общую для всех туристов прогулочную зону отдыха. Приводится схема экотропы, которая может быть проложена по согласованию со всеми землепользователями.

Ключевые слова: Республика Северная Осетия-Алания, Центральный Кавказ, Цейское ущелье, стадия рекреационной дигрессии, экотропа.

Komarova N.A.Associate professor, PhD in Geography,
North Ossetian State University, Russia**THE CONCEPT OF ECOLOGICAL TOURISM DEVELOPMENT IN TSEY GORGE OF THE NORTH
OSSETIA REPUBLIC****Abstract**

Monitoring recreationally used areas within Tsey tourist-excursion complex allowed us to point out the main problem causing gradual loss of aesthetic attractiveness of this natural territory: unplanned and initially spontaneous development and construction. Because of this spontaneity forests were on 4-5th stages of recreational digression already by 1980s. Therefore we suggest a Project of “circular” ecological path for unlimited visiting going along the periphery of the main developed area of the Tsey tourist-excursion complex. This path will go through beech forest and will skirt main recreational objects. It will lessen recreational digression of the forest and create a general walking rest zone. A scheme of the ecological path is suggested which can be coordinated in agreement with all land-users.

Keywords: Republic of North Ossetia-Alania, Central Caucasus, Tsey gorge, stages of recreational digression, ecological pass.

Мониторинг рекреационно используемых площадей в пределах Цейского туристско-экскурсионного комплекса (ТЭК) позволил выделить главную проблему, лежащую в основе постепенной утраты этой природной территории эстетической привлекательности – это изначально стихийность в застройке и благоустройстве. Обследование проводилось с конца 70-х гг. XX в. по настоящее время маршрутным методом с описанием по ходу следования типичных площадок (местоположение, растительная ассоциация, состояние подстилки и подроста, наличие кострищ, замусоренность, тропиноподобная сеть и др.) [6].

Первые описания горной части Северной Осетии сделаны доминиканским миссионером Юлианом, который посетил Аланию (в настоящее время Республика Северная Осетия-Алания – РСО-А) в XIII веке (1235 г.) [2].

О Цейском ущелье, образованном Цейским и Кальперским хребтами, с господствующими вершинами Уилпата (4649 м) и Адайхох (4404 м) на перемычке соединяющей хребты, первыми узнали охотники на туров. Сочетание целебных свойств элементов природы позднее создало этой горной долине на северном склоне Адайхохского кристаллического массива (в горной группе соединения Главного и Бокового хребтов на Центральном Кавказе) славу народной здравницы, где жители близлежащих ущелий побеждали болезни дыхательных путей. Экспедиционные работы по изучению природных ресурсов горных районов республики начались с XVIII века. В XIX веке путешественник и зоолог Н.Я. Динник дал уже подробное описание ущелий Ардона и Цейдона и др. [2, 3, 4]. В конце XIX века курортные ресурсы изучались академиком Н.А. Вельяминовым, профессором О.А.Чечеттом, ученым-лесоводом В.В. Марковичем и др. К верхней части долины Цея (1500–2000 м н. у. м.) была проложена улучшенная тропа и построен девятикомнатный дом для больных и отдыхающих и др. (начало XX в.).

Застройка ТЭК и, как следствие, состояние природной территории в своем развитии перешагнули три этапа: советский (20–80-е гг.), переходный (90-е гг. XX в.) и современный (2001–2016 гг.). К особенностям советского периода можно отнести преобладание расширяющейся деревянной застройки над капитальной (без единого архитектурно-планировочного решения), массовые заезды туристов (середина 80-х гг.–37 тыс./чел год) и, как следствие, преобладание крайних (4 и 5) стадий рекреационной дигрессии (СРД) растительности под воздействием вытаптывания, а также образование в 1967 г. в ущелье Цейского участка Северо-Осетинского государственного природного заповедника (СОГПЗ). Последнее событие наложило ограничения на функционирование ТЭК, поскольку земли рекреационного назначения площадью 230 га к 1974 г. оказалась в окружении заповедных. Сначала они входили в их состав, что шло в противоречие со статусом заповедания.

Переходный период ознаменовался разграблением имущества и упадком в развитии, процветающих ранее объектов, сокращением потока туристов до 2 тыс/чел к 1992 г. (к началу 2000-х гг. поток увеличился до 5.5 тыс/чел. год) и восстановлением растительности до 3 и 4 СРД [7].

Современный этап развития ТЭК напрямую связан с, вступившим в силу в 2001 г., Земельным Кодексом РФ, когда у площади ТЭК к 2016 г. оказалась 11 землепользователей (в сравнении с одним – Рескомом профсоюзов до 2001 г.) [5]. К сожалению, реализация участков в собственность под застройку не сопровождается единым планом благоустройства территории. Каждый новый объект обносится забором и для отдыхающих остается все меньше свободной территории для прогулок. Полноценно это можно сделать только на двух экотропах по заповедным участкам за плату (100 руб. с взрослого человека).

Мониторинг состояния ТЭК (2011 г.), целью которого было выявление источников антропогенных воздействий на природно-территориальные комплексы (ПТК) заповедной и охранных зон СОГПЗ, для анализа влияния расширяющейся площади застройки на биоту заповедника, показал следующее. На территории Цейского ТЭК объектами отдыха занято около 2,83 га ПТК. Дорогами, тропами, расчищенными площадками охвачено 6,63 га. Растительность на площади 9,46 га находится на 4 и 5 СРД (лесо-луговая стадия), что составляет 4.1% от общей площади ТЭК – 230га. Среди лесо-луговой растительности изредка встречаются участки 4 и 3 СРД, находящиеся на переходной стадии – от лесо-луговой к лесной. Растительность на площади 21,46 га изменена незначительно и соответствует преимущественно 3 СРД, с участками 2 СРД (лесная стадия), что составляет 9.3%. На участках заповедника, граничащих с Цейским ТЭК, животные и растения испытывают беспокойство от постоянного присутствия людей.

Число объектов размещения (в совокупности действующих и недействующих) к 2016 г. возросло с 12-ти (2011 г.) до 15-ти и главной проблемой стало уже (в сравнении с массовым «наплывом» отдыхающих на ограниченную по площади горную территорию с последующим повреждением растительности) разрастание объектов при абсолютном невнимании к благоустройству.

Предлагаемый вариант благоустройства – в виде кольцевого экомаршрута по сосново-буковому лесу в обход рекреационных объектов в южной части ТЭК, будет иметь протяженность 2 км. Позволит решить две задачи: смягчить развитие рекреационной дигрессии леса и создать общую для всех туристов прогулочную зону отдыха – маркированную и вымощенную камнем, с перекидными мостиками через ручьи и поляны с лесной мебелью. С открытых пространств полян открываются захватывающие виды на сияющие вершины Цейской «подковы». Маршрут пройдет от молодежной базы «ГМИ» до второго моста через р. Цейдон и далее по автодороге сомкнется у «ГМИ» (Рис.1). Реализация этого проекта возможна с общего согласия всех землепользователей и выделения средств из республиканского бюджета.

Таким образом:

- посредством длительного мониторинга обозначена проблема постепенной утраты природной территорией Цей эстетической привлекательности за счет «стихийности» в застройке и благоустройстве ТЭК;
- исследовательские работы XVIII, XIX веков положили начало антропогенному освоению Цей;
- в своем развитии ТЭК прошел три этапа: *советский* (20–80-е гг.), *переходный* (90-е гг. XX в.) и *современный* (2001–2016 гг.), каждый из которых имеет характерные особенности;
- современный этап развития ТЭК напрямую связан с, вступившим в силу в 2001 г., Земельным Кодексом РФ;

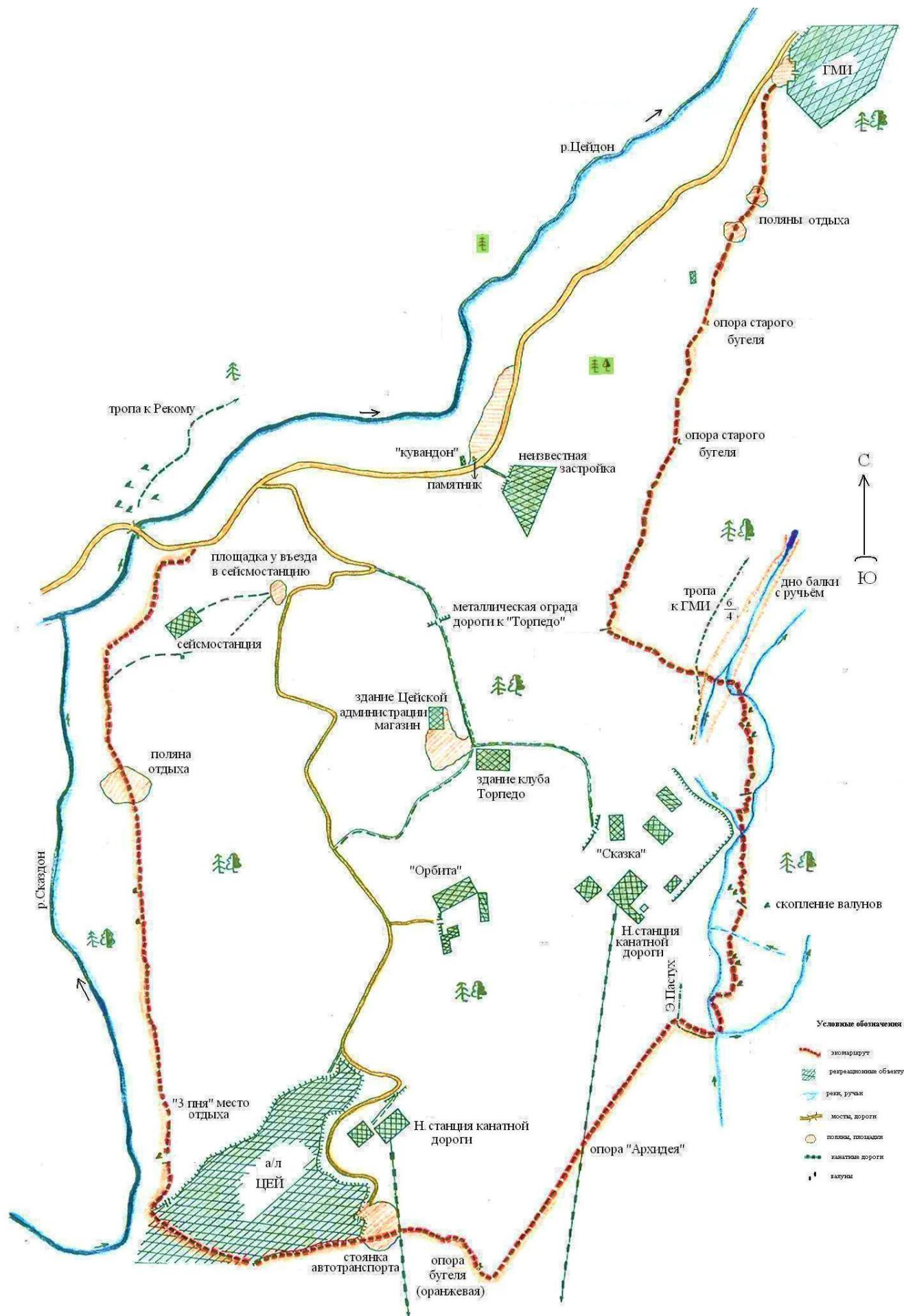


Рис. 1 – Кольцевой прогулочный экомаршрут по территории Цейского ТЭК (схема получена методом съёмки в природных условиях с помощью компаса)

– к 2016 г. главной проблемой стало разрастание объектов отдыха в ТЭЖ при абсолютном невнимании к благоустройству, в сравнении с массовым «наплывом» отдыхающих на ограниченную по площади горную территорию (и последующим повреждением растительности и др.) в советский период;

– вариант благоустройства, в виде кольцевого экомаршрута по сосново-буковому лесу в обход рекреационных объектов, позволит смягчить развитие рекреационной дигрессии леса и создать общую для всех туристов прогулочную зону отдыха;

– реализация проекта кольцевого экомаршрута возможна с общего согласия всех землепользователей и выделения средств из республиканского бюджета.

Список литературы / References

1. Бероев Б.М. Основные этапы формирования и особенности управления территориальными рекреационными системами горного типа (на примере Северо-Осетинской ТРС) : автореф. канд. диссерт. – 1982 – 21 с.

2. Бероев Б.М., Караева-Козырева Т.Х., Багаева З.А. История освоения рекреационных ресурсов РСО-Алания // Природные ресурсы Республики Северная Осетия-Алания: Рекреационные ресурсы. – Владикавказ, 2000. – С. 10–31.

3. Динник Н.Я. Горы и ущелья Терской области // Зап. Кавк. отд. Русск. геогр. о-ва. – 1884. – Кн. 13. – С. 1–48.

4. Динник Н.Я. Современные древние ледники Кавказа // Зап. Кавк. отд. Русск. геогр. о-ва. – 1890. – Кн. 14. – С. 282–416.

5. Земельный Кодекс Российской Федерации от 25.10.2001 № 136 ФЗ ред. от 28.12.2013 (с изменениями, вступившими в силу с 01.01.2014).

6. Казанская Н.С., Ланина В.В., Марфенин Н.Н. Рекреационные леса (состояние, охрана, перспективы). – М., 1977. – 96 с.

7. Комарова Н.А. Эколого-географический анализ состояния рекреационно освоенных горных территорий (на примере Северной Осетии Алания): автореф. канд. диссерт. – 2000. – 23 с.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Beroev B.M. Osnovnye jetapy formirovanija i osobennosti upravlenija territorial'nymi rekreacionnymi sistemami gornogo tipa (na primere Severo-Osetinskoj TRS) [The main stages of formation and management in the mountain type recreation systems (in the North Ossetia)]: abstract. cand. disser. – 1982. – 21 p. [in Russian].

2. Beroev B. M., Karaeva-Kozyreva T. Kh., Bagaeva Z.A. Istoriya osvoenija rekreacionnyh resursov RSO-Alanija [History of development of recreational resources of RNO-Alania] // Prirodnye resursy Respubliki Severnaja Osetija-Alanija: Rekreacionnye resursy [Natural resources of Republic of North Ossetia-Alania: Recreational resources]. – Vladikavkaz, 2000. P. 10-31 [in Russian].

3. Dinnik N.Ya. Gory i ushel'ja Terskoj oblasti [Mountains and gorges of the Tersky Oblast'] // Zap. Kavk. отд. Russk. geogr. o-va [Procs. Cauc. Dept. Russian Geogr. Soc]. – 1884. – Book 13. – P. 1-48 [in Russian].

4. Dinnik N. Ya. Sovremennye drevnie ledniki Kavkaza [Contemporary ancient glaciers of the Caucasus] // Zap. Kavk. отд. Russk. geogr. o-va. [Procs. Cauc. Dept. Russian Geogr. Soc.] – 1890. – Book 14. – P. 281-416 [in Russian].

5. Zemel'nyj Kodeks Rossijskoj Federacii ot 25.10.2001 № 136 FZ red. ot 28.12.2013 (s izmenenijami, vstupivshimi v silu s 01.01.2014) [Land Code RF (with changes from 01.01.2014)]

6. Kazanskaya N.S., Lanina V.V., Marfenin N.N. Rekreacionnye lesa (sostojanie, ohrana, perspektivy) [Recreational forests (status, conservation, prospects)]. – Moscow, 1977. – 96 p. [in Russian].

7. Komarova N.A. Jekologo-geograficheskij analiz sostojanija rekreacionno osvoennyh gornyh territorij (na primere Severnoj Osetii Alanija) [Ecological and geographical analysis of the recreational development of mountain areas (in North Ossetia, Alania)]: abstract. cand. disser. – 2000. – 23 p. [in Russian].



Международный научно-исследовательский журнал теперь индексируется в Agris.

Статьи, размещаемые в Agris, имеют статус публикаций ВАК.

AGRIS (International System for Agricultural Science and Technology) – это международная библиографическая база данных с более чем 7.5 млн структурированных библиографических данных по сельскому хозяйству и смежным дисциплинам.

DOI: 10.18454/IRJ.2016.54.248

Соколов С.Н.

ORCID: 0000-0001-5639-6620, Доктор географических наук,

Нижевартовский государственный университет

**СХОДСТВО РЕСУРСНЫХ ЦИКЛОВ ХАНТЫ-МАНСИЙСКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА
И РЕГИОНОВ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ****Аннотация**

Приведено применение теории ресурсных циклов, разработанной И.В. Комаром (1975 г.), для территории Западной Сибири. С помощью статистических методов исследовано сходство и различие структуры совокупности ресурсных циклов Ханты-Мансийского автономного округа – Югры с другими регионами Западной Сибири. Установлено, что наибольшее соответствие структуры данного региона с Ямало-Ненецким автономным округом, наименьшее – с Омской областью. Результаты исследований показали, что предложенная методика вполне работоспособна.

Ключевые слова: ресурсные циклы, сходство структуры, таксономическое расстояние, коэффициент согласия.

Sokolov S.N.

ORCID: 0000-0001-5639-6620, PhD in Geography,

Nizhnevartovsk State University

**SIMILARITY OF THE RESOURCE CYCLES OF THE KHANTY-MANSI AUTONOMOUS DISTRICT AND
WESTERN SIBERIA REGIONS****Abstract**

Given the application of the theory of resource cycles, developed by I. V. Komar (1975), for the territory of Western Siberia. Using statistical methods, we study the similarities and differences of the structure of aggregate resource cycles Khanty-Mansi Autonomous district – Yugra and other regions of Western Siberia. Established that the greatest similarity of the structure of this region from Yamalo-Nenets Autonomous district, the smallest – with the Omsk region. The results showed that the proposed technique is quite efficient.

Keywords: resource cycles, the similarity of structure, taxonomic distance, goodness of fit.

Использование природно-ресурсного потенциала (ПРП) региона приводит к обмену веществ между природой и обществом и, в конечном счете, к формированию и развитию тех или иных ресурсных циклов как последовательности преобразований вещества и энергии в процессе производства [1].

Как указывал И.В. Комар [2], под ресурсным циклом понимается совокупность превращений и пространственных перемещений определенного вещества или группы веществ, происходящих на всех этапах использования его человеком (включая его выявление, подготовку к эксплуатации и извлечение из природной среды, переработку, потребление, возвращение в природу) и протекающих в рамках общественного звена общего круговорота данного вещества или веществ на Земле.

Любой ресурсный цикл находится в тесной связи с соответствующим подразделением общественного производства, опирающимся на использование того или иного главного вида естественных ресурсов (энергетических, рудных, лесных и др.). Он обычно обрастает множеством сопутствующих производств на базе разностороннего использования этого ресурса и дополнительно вовлекаемых в производственный процесс природных веществ [2]. Ресурсные циклы, основывающиеся на использовании воспроизводимых природных ресурсов (например, почвенных или растительных), включают также стадию их возобновления, связанную с воздействием человека на звенья биологического круговорота веществ.

По нашему мнению, концепция ресурсных циклов не только не устарела, но она достаточно плодотворна, и, прежде всего, для характеристики ПРП и его структуры. На базе каждого ресурсного цикла развиваются свои энергопроизводственные циклы, выделенные еще в 1947 г. Н.Н. Колосовским [3] и ресурсные энергетические циклы, предложенные М.Д. Шарыгиным [4].

По нашему мнению, ресурсные циклы являются необходимой предпосылкой для оценки ПРП территории любого масштаба и развития на ней пространственно-временных воспроизводственных кластеров, созданных на базе циклы рыночной экономики [5]. При решении оптимизационных задач функционирования ресурсных циклов необходимо учитывать всю систему критериев, проявляющихся на стадии природопользования, производства, распределения, обмена, потребления, а также воздействия на окружающую природную среду.

Для территории Западной Сибири проведем сводную оценку развития ресурсных циклов и подциклов. И.В. Комар [2] в общественном производстве выявил 6 основных ресурсных циклов. Мы уточнили и расширили список подциклов. Классификация ресурсных циклов и подциклов будет выглядеть таким образом: 1) энергоресурсов и энергии (1а – энергетический, 1б – гидроэнергетический подцикл); 2) металлорудных ресурсов и металлов (2а – черных металлов, 2б – цветных тяжелых металлов, 2в – цветных легких металлов, 2г – драгоценных и редких металлов, 2д – коксохимический подцикл); 3) неметаллического ископаемого сырья (3а – горно-химический, 3б – минерально-строительных материалов, 3в – особо ценных и редких полезных ископаемых); 4) лесных ресурсов и лесоматериалов (4а – лесопромышленный, 4б – лесохимический подцикл); 5) почвенных и климатических ресурсов и сельскохозяйственного сырья (5а – растениеводческий, 5б – животноводческий); 6) ресурсов фауны и флоры (6а – подцикл, развивающихся на базе биологических ресурсов вод, 6б – ресурсов охотничьего хозяйства, 6в – полезных дикорастущих растений).

Рассмотрим, насколько соответствует структура ресурсных циклов ХМАО – Югры структуре других регионов Западной Сибири (табл. 1).

Таблица 1 – Структура ресурсных циклов ХМАО – Югры и других регионов Западной Сибири

| Регионы | Ресурсные циклы и подциклы | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|----------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | | 2 | | | | | 3 | | | 4 | | 5 | | 6 | | |
| | а | б | а | б | в | г | д | а | б | в | а | б | а | б | а | б | в |
| ХМАО-Югра | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Ямало-Ненецкий АО | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Тюменская область | 1 | | 1 | | 1 | 1 | | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Томская область | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Омская область | | | | | 1 | | | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Новосибирская область | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Алтайский край | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Республика Алтай | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Кемеровская область | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

Примечание: нумерация циклов и подциклов приведена выше в тексте.

Для установления сходства структуры используются многие показатели, но в связи с тем, что нет точных значений величины удельного веса циклов и подциклов в общей структуре хозяйства, такие показатели не подходят.

Для вычисления меры сходства (подобия) между объектами используются различные меры сходства, которые часто называют таксономическими расстояниями. Сходство или различие между объектами устанавливается в зависимости от метрического расстояния между ними и относится к задачам кластерного анализа. Кластеризация является логическим продолжением идеи классификации. Мера расстояния показывает, насколько объекты схожи или не схожи между собой. Объекты с меньшими расстояниями между собой более схожи, чем объекты с большими расстояниями. Существует несколько способов вычисления расстояния между двумя объектами [6]. Обзор многих опубликованных исследований, проводимых с помощью кластерного анализа, дал Дж. Хартиган [7]. Наиболее популярная мера сходства - это евклидово расстояние:

$$D_{ij} = \sqrt{\sum (a - b)^2} \quad (1)$$

где a – структура совокупности циклов i -го региона, b – структура совокупности циклов j -го региона.

Мы считаем, что для установления сходства и различия можно использовать среднее евклидово расстояние, или широко используемый линейный коэффициент корреляции Пирсона, если значения не заданы в качестве булевых переменных.

Кроме того, как мера различия объектов, задаваемых дихотомическими признаками, используется хэммингово расстояние, также называемое «манхэттенским» или «сити-блок» расстоянием. В большинстве случаев эта мера расстояния приводит к результатам, подобным расчетам евклидовых расстояний, но для этой меры влияние отдельных выбросов меньше, чем при использовании евклидова расстояния, поскольку здесь абсолютные значения оценок не возводятся в квадрат [8]. Оно равно числу несовпадений значений и используется для булевых переменных («да/нет»):

$$P_{ij} = \sum |a - b| \quad (2)$$

Такое расстояние можно использовать и для количественных признаков, при этом его называют расстоянием городских кварталов (или, в шутку, дистанцией манхэттенского таксиста), в этом случае данное расстояние – это не кратчайшее расстояние между двумя точками (евклидово), а «путь, который должен преодолеть таксист, чтобы проехать от одной точки до другой по городским улицам, пересекающимся, как в Манхэттене, под прямым углом» [9]. По нашему мнению, данный показатель можно использовать в виде среднего хэммингова расстояния:

$$P'_{ij} = \frac{\sum |a - b|}{n} \quad (3)$$

где n – количество признаков.

По нашему мнению, евклидово расстояние является аналогом стандартному отклонению, а хэммингово – аналог среднего линейного отклонения, в котором вместо средней арифметической взят эталон (т.е. регион, с которым идет сравнение).

Можно предложить для установления сходства коэффициент корреляции знаков Г. Фехнера, который основан на оценке степени согласованности направлений отклонений индивидуальных значений факторного и результативного признака от соответствующих средних. В нашем случае видоизменяем содержание данного коэффициента – определяет степень соответствия структуры совокупности циклов ХМАО – Югры и структуры совокупности циклов соседних регионов. Формула расчета видоизмененного коэффициента Фехнера, который назовем коэффициентом согласия, будет выглядеть так:

$$R_{ij} = \frac{n_a - n_b}{n}, \quad (4)$$

где n_a – совпадение в структуре совокупности циклов i -го и j -го региона, n_b – несовпадение в структуре совокупности циклов i -го и j -го региона.

Если данный коэффициент равен 1, то обнаруживается полное сходство структуры совокупности ресурсных циклов двух регионов, если коэффициент окажется равным – 1, то можно утверждать, что между двумя регионами абсолютно нет сходства структуры совокупности ресурсных циклов этих регионов.

Итак, заполним таблицу 2.

Таблица 2 – Метрические расстояния между регионами

| | Хэммингово расстояние | Среднее хэммингово расстояние | Коэффициент согласия |
|-----------------------|-----------------------|-------------------------------|----------------------|
| Ямало-Ненецкий АО | 1 | 0,059 | 0,882 |
| Тюменская область | 4 | 0,235 | 0,529 |
| Томская область | 4 | 0,235 | 0,529 |
| Омская область | 7 | 0,412 | 0,176 |
| Новосибирская область | 5 | 0,294 | 0,412 |
| Алтайский край | 6 | 0,353 | 0,294 |
| Республика Алтай | 4 | 0,235 | 0,529 |
| Кемеровская область | 5 | 0,234 | 0,412 |

Из таблицы можно видеть, что наибольшая степень соответствия структуры совокупности ресурсных циклов ХМАО – Югры характерна для Ямало-Ненецкого АО (коэффициент согласия 0,882, среднее хэммингово расстояние 0,059). Наименьшее соответствие структуры между ХМАО – Югрой и Омской областью (коэффициент 0,176, среднее хэммингово расстояние 0,412).

Таким образом, предложенный нами методика определения степени соответствия структуры вполне работоспособна.

Список литературы / References

1. Дмитриевский Ю.Д. Очерки социально-экономической географии: Развитие и проблемы / Ю.Д. Дмитриевский. – Л.: Наука, 1990. – 107 с.
2. Комар И.В. Рациональное использование природных ресурсов и ресурсные циклы / И.В. Комар. – М.: Наука, 1975. – 212 с.
3. Колосовский Н.Н. Производственно-территориальное сочетание (комплекс) в советской экономической географии / Н.Н. Колосовский // Вопросы географии. – 1947. Вып.6. – С.133-164.
4. Шарыгин М.Д. Региональная организация общества (теоретико-методологические проблемы совершенствования) / М.Д. Шарыгин. – Пермь: Изд-во Пермского ун-та, 1992. – 204 с.
5. Соколов С.Н. Циклы развития территории Западной Сибири / С.Н. Соколов // Научные труды Нижневартковского государственного гуманитарного университета. – Вып. 3. – 2007. – С. 171-185.
6. Бирюков В.А. Теория экономического анализа / В.А. Бирюков, П.Н. Шаронин. М.: МГУП им. Ивана Федорова, 2011. – 568 с.
7. Hartigan J. Perl extension for the stopping rule proposed by Hartigan J. / J. Hartigan // Clustering Algorithms. – NY: John Wiley and Sons, 1975.
8. Чубукова И.А. Data Mining / И.А. Чубукова. – Интернет-Университет Информационных Технологий, 2008. URL: <http://www.biznesbooks.com/2010-01-07-16-26-07/3207-ia-chubukova-data-mining> (дата обращения: 23.09.2016).
9. Калинина В.Н. Введение в многомерный статистический анализ / В.Н. Калинина, В.И. Соловьев. – М.: ГГУ, 2003. – 66 с.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Dmitrevskij Ju.D. Oчерki social'no-jekonomicheskoy geografii: Razvitie i problemy [Essays on the socio-economic geography: Development and problems] / Ju.D. Dmitrevskij. – L.: Nauka, 1990. – 107 p. [in Russian]
2. Komar I.V. Racional'noe ispol'zovanie prirodnyh resursov i resursnye cikly [Rational use of natural resources and resource cycles] / I.V. Komar. – M.: Nauka, 1975. – 212 p. [in Russian]
3. Kolosovskij N.N. Proizvodstvenno-territorial'noe sochetanie (kompleks) v sovetskoj jekonomicheskoy geografii [Production-territorial combination (complex) in Soviet economic geography] / N.N. Kolosovskij // Voprosy geografii [Geography questions]. – 1947. V. 6. – P.133-164. [in Russian]
4. Sharygin M.D. Regional'naja organizacija obshhestva (teoretiko-metodologicheskie problemy sovershenstvovaniya) [Regional organization of society (theoretical and methodological problems of improving)] / M.D. Sharygin. – Perm': Izdatelstvo Permskogo un-ta, 1992. – 204 ps. [in Russian]
5. Sokolov S.N. Cikly razvitiya territorii Zapadnoj Sibiri [The cycles of development of the territory of Western Siberia] / S.N. Sokolov // Nauchnye trudy Nizhnevartovskogo gosudarstvennogo humanitarnogo universiteta [Scientific proceedings of the Nizhnevartovsk state humanitarian University]. – V. 3. – 2007. – P. 171-185. [in Russian]
6. Birjukov V.A. Teorija jekonomicheskogo analiza [The theory of economic analysis] / V.A. Birjukov, P.N. Sharonin. M.: MGUP im. Ivana Fedorova, 2011. – 568 p. [in Russian]

7. Hartigan J. Perl extension for the stopping rule proposed by Hartigan J. / J. Hartigan // Clustering Algorithms. – NY: John Wiley and Sons, 1975.

8. Chubukova I.A. Data Mining / I.A. Chubukova. – Internet-Universitet Informacionnyh Tehnologij [Internet University Of Information Technologies]. 2008. URL: <http://www.biznesbooks.com/2010-01-07-16-26-07/3207-ia-chubukova-data-mining>. [in Russian]

9. Kalinina V.N. Vvedenie v mnogomernyj statisticheskiy analiz [Introduction to multivariate statistical analysis] / V.N. Kalinina, V.I. Solov'ev. – M.: GUU, 2003. – 66 p. [in Russian]

ГЕОЛОГО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ / GEOLOGY AND MINERALOGY

DOI: 10.18454/IRJ.2016.54.224

Дашко Р.Э.¹, Горская В.А.²

¹Доктор геолого-минералогических наук, ²аспирант,
Санкт-Петербургский Горный университет

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ МОРЕННЫХ ГРУНТОВ В ПОДЗЕМНОЙ СРЕДЕ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА ДЛЯ ОЦЕНКИ ИХ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ

Аннотация

В статье рассмотрена специфика преобразования моренных отложений в разрезе подземного пространства Санкт-Петербурга. Установлено, что морены в пределах загрязненных и/или заболоченных территорий в анаэробных условиях характеризуются отсутствием цементационных связей и пластическим характером деформирования, что доказывается результатами лабораторных исследований морен в условиях трехосного сжатия. Приведены примеры проектирования и строительства многоэтажных зданий на моренных грунтах, характеризующихся микробной пораженностью и высоким уровнем загрязнения, в том числе переход зданий в аварийное и предаварийное состояние.

Ключевые слова: морены; подземное пространство; наземные сооружения; контаминация; окислительно-восстановительные условия; микроорганизмы; физико-механические свойства; квазипластичная среда; несущая способность.

Dashko R.E.¹, Gorskaya V.A.²

¹PhD in Geology and Mineralogy Sciences, ²Postgraduate student,
St. Petersburg Mining University,

ENGINEERING GEOLOGICAL AND ENVIRONMENTAL ASPECTS OF MORaine SOILS TRANSFORMATION IN UNDERGROUND SPACE OF ST. PETERSBURG FOR EVALUATION OF THEIR BEARING CAPACITY

Abstract

In the article the specifics of moraine deposits transformation in profile of St. Petersburg underground space are considered. It is established that in polluted and/or boggy areas with anaerobic conditions moraines are characterized by absence of cement bonds and by plastic behavior, as evidenced by the results of moraines triaxial testing under laboratory conditions. Examples of multistory buildings design and construction on the moraine soils, characterized by microbial lesion and high level of contamination, including buildings transition to an emergency and pre-emergency state are presented.

Keywords: moraines; underground space; above-ground structures; contamination; redox conditions; microorganisms; physical-mechanical properties; quasi-plastic medium; bearing capacity.

Последние десятилетия строительство новых жилых комплексов, а также реконструкция и реставрация старинных сооружений и архитектурно-исторических памятников ведется, в основном, с использованием свайных фундаментов, несущим горизонтом для которых служит верхняя морена (осташковский горизонт). В пределах исторического центра города либо на застроенных территориях вне его применяются буронабивные сваи различных типов. Согласно нормативным документам, в том числе ТСН 50-302-2004, актуализированным 12 февраля 2016 года, в разделе 12 «Свайные фундаменты» (п. 12.2) указывается, что гляциальные (моренные) пески разной крупности средней плотности и плотные глинистые грунты (моренные, флювиогляциальные и кембрийские от твердой до тугопластичной консистенции) служат надежным несущим горизонтом для свайных фундаментов [4, С. 19]. Известно, что в пределах низкой Литориновой террасы Санкт-Петербурга с абсолютными отметками от 0 до 9,5-10,0 м осташковская морена перекрыта озерно-ледниковыми и озерно-морскими песчано-глинистыми водонасыщенными отложениями (рис.1).



Рис. 1 – Схематическая геолого-литологическая карта нижней (I) и верхней (II) Литориновой террасы

Особое внимание при анализе инженерно-геологических условий и оценке несущей способности свай следует обратить на наличие погребенных торфов под техногенными образованиями, а также грунтов озерно-морского генезиса, которые содержат органику в различных количествах, оказывающую негативное влияние на подстилающие грунты и на характеристику трения по боковой поверхности свай. Значительное содержание органики в верхней части разреза предопределяет формирование анаэробных условий в подземной среде, прежде всего, в моренных отложениях. Бескислородная обстановка может существовать и в условиях прямого отсутствия аэрации моренных грунтов при залегании на них более молодых глинистых образований. Наличие торфов и грунтов, содержащих органическое вещество, способствует обогащению нижележащих слоев органикой биотического и абиотического генезиса, к биотической следует относить микроорганизмы и продукты их метаболизма, в которых содержание микробного белка может превышать 50-60%. Наиболее негативное влияние на моренные отложения оказывает непосредственное поверхностное складирование хозяйственно-бытовых отходов, в которых присутствуют органические соединения различного генезиса.

Кроме того, при формировании состояния и свойств моренных отложений и соответственно их несущей способности принципиальное значение имеет степень контаминации разреза, в первую очередь, грунтовых вод, где водоупором служит глинистая морена, в толще которой достаточно часто встречаются изолированные линзы различных по гранулометрическому составу песков, а также крупнообломочных отложений, содержащих напорные воды, с давлением до 2 атм., иногда выше. Следует отметить, что напорные воды оказывают значительное и негативное влияние на несущую способность свай при восходящем их перетекании за счет снятия трения в контактной зоне: бетон – грунт. Результаты опробования подземных вод по скважинам режимной сети, пройденным с целью исследований их состава и состояния в пределах островов исторического центра и вне его, доказывают существование восстановительных условий в обводненной толще разреза, что подтверждается замерами окислительно-восстановительного потенциала ($E_h < 0$ мВ), величина которого во многих случаях принимает отрицательные значения [2]. Необходимо также указать, что при нисходящей фильтрации контаминированных грунтовых вод может происходить загрязнение не только водоупоров, но и водоносных линз в осташковской морене, что подтверждается результатами химического анализа на строительной площадке научно-лабораторного корпуса СПбГУ (Санкт-Петербургского Горного Университета). Однако, содержание органических соединений, определяемое по величине перманганатной окисляемости (грунтовые воды – 36 мг/О₂дм³, напорные воды в линзе осташковской морены – 6,4 мг/О₂дм³) и ХПК (грунтовые воды – 150 мг/О₂дм³, напорные воды в линзе – 19,4 мг/О₂дм³), различаются. Снижение этих показателей в напорных водах объясняется тем, что происходит сорбция органического вещества при нисходящей фильтрации. Это положение доказывается исследованием количества органического вещества в моренных отложениях, которое определялось по величине $S_{орг}$ методом мокрого сжигания и достигало 3%. Как известно, ледниковый генезис этих грунтов предполагает полное отсутствие органической компоненты.

Содержание органических соединений различного генезиса в моренных грунтах, а также окислительно-восстановительные условия в сочетании с физико-химическими процессами, протекающими в глинистых водоупорах, будут способствовать преобразованию их гранулометрического состава, прочности и деформационной способности, в значительно меньшей степени - их физического состояния по плотности и по консистенции.

Наличие восстановительных условий приводит к редукции трехвалентного железа, выступающего в роли активного коагулянта, при этом соединения трехвалентного железа формируют цементационные связи в морене. Переход Fe^{3+} в подвижную закисную форму (Fe^{2+}) влечет за собой деградацию структурных связей за счет растворения и выноса цементирующих веществ, диспергацию глинистых грунтов и соответственно повышение их гидрофильности, что переводит такие грунты в категорию более слабых и деформируемых [2].

Поступление органических соединений абиотического и биотического генезиса за счет природных и техногенных источников, создает благоприятные условия для активизации микробиологической деятельности. Результатом такого процесса является накопление биомассы – живых и мертвых клеток микроорганизмов, продуктов их метаболизма

белковой и небелковой природы, которые сорбируются на минеральных частицах дисперсных грунтов в виде биопленок – сложных в структурном плане динамических микробных сообществ, прикрепленных к поверхности и/или друг к другу. Установлено, что образование биопленок, развивающихся при наличии в поровой воде питательного субстрата, приводит к снижению сил взаимодействия между частицами, существенному уменьшению угла внутреннего трения, что отражается на составе и свойствах глинистых морен. При этом степень негативного влияния активизации микробной деятельности зависит от гранулометрического типа моренных отложений, которые могут быть условно разделены на три группы.

1. Близкие к оптимальным смесям: содержание песчаной фракции различного размера достигает 60-70%, небольшое количество пылеватых частиц, а глинистая фракция - менее 5-10%.

2. Супеси и суглинки с повышенным содержанием пылеватой фракции, количество которой превышает общее количество песчаной.

3. Глина пылеватая, где значения глинистой фракции превышает 30%, а количество пылеватых может варьировать в широких пределах, превосходя в отдельных случаях песчаные.

Наибольшее негативное воздействие органические соединения оказывают на грунты второй группы. В анаэробной зоне, где отмечается загрязнение ионом NH_4^+ прослеживаются чаще всего глинистые морены третьей группы. Ион NH_4^+ действует как диспергатор, разрушая устойчивые агрегаты пылеватоглинистых грунтов и способствуя увеличению содержания тонкодисперсных фракций, что усиливает их способность к пластическому характеру деформирования грунтов и длительному развитию больших и неравномерных осадков.

В качестве примера можно привести результаты исследований морены в разрезе площадки строительства учебно-лабораторного корпуса на Васильевском острове, территория которой испытала длительный период контаминации, насчитывавшей около 300 лет (размещение слободы в Галерной Гавани; существование частных домов, огородов и пастбищ для выпаса скота; размещение свалок хозяйственно-бытовых отходов; функционирование автопредприятия №4). Высокая степень загрязненности рассматриваемой территории подтверждается количеством микробной массы (ММ), которая определялась по содержанию микробного белка с использованием биохимического метода М. Бредфорда (табл.1). Значения ММ значительно превышают фоновые величины для незагрязненных моренных суглинков, составляющие менее <15 мкг/г. Исследования моренных отложений без жестких структурных связей и загрязненных органическими соединениями, в основном биотического происхождения, выполненные в условиях трехосного сжатия по схеме НН (неконсолидированно-недренированные испытания) в СПбГУ под руководством проф. Дашко Р.Э., свидетельствуют о пластическом характере деформирования тугопластичных моренных грунтов (рис.2). Как уже указывалось ранее, такие отложения в действующих ТСН 50-302-2004 отнесены к надежным грунтам при оценке их несущей способности для свайных фундаментов.

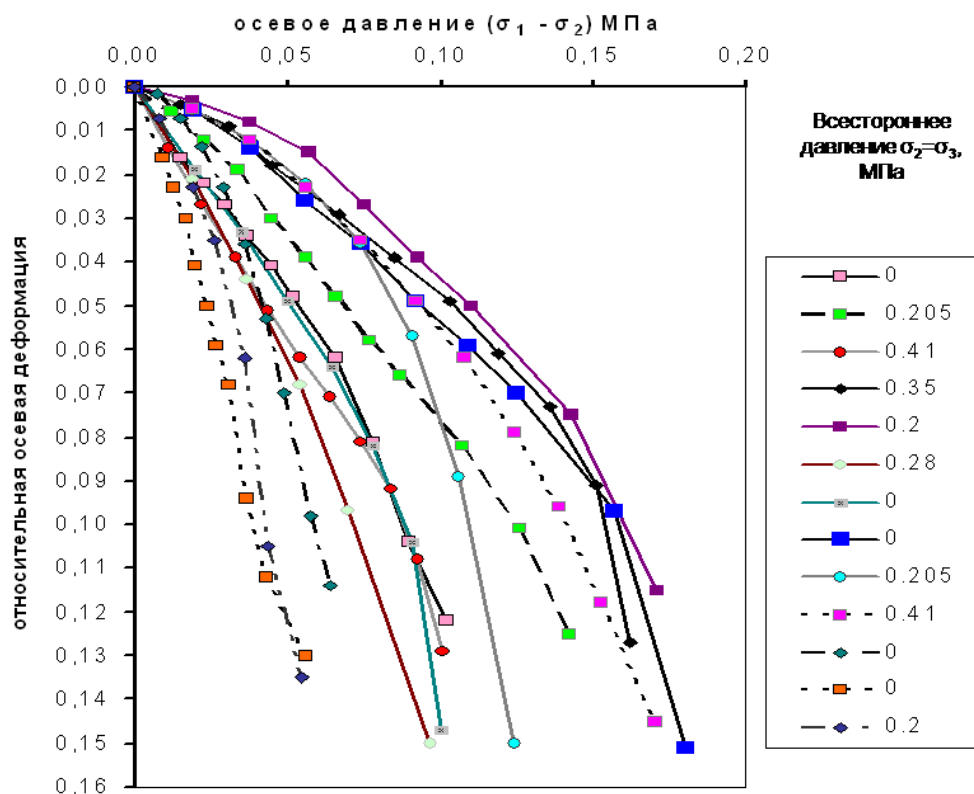


Рис. 2 – Развитие относительной осевой деформации тугопластичных моренных суглинков с площадки на углу ул. Нахимова и ул. Наличной в зависимости от осевого давления в условиях трехосного сжатия при различных значениях всестороннего давления. σ_2 и σ_3 – минимальные главные напряжения

Вместе с тем, при сохранении постоянной консистенции контаминированных моренных отложений снижается величина их сопротивления сдвигу и модуль общей деформации. Варьирование угла внутреннего трения определяется гранулометрическим типом моренного грунта. Сохранение достаточно высоких значений углов внутреннего трения

отмечается для 1 гранулометрического типа ($\varphi=21^\circ$) при самой высокой плотности и низкой влажности, наименьшие углы зафиксированы в грунтах 2 и 3 типов ($\varphi=3-4^\circ$), что связано с их повышенной пылеватостью и глинистостью в условиях увеличения естественной влажности. Модуль общей деформации в интервале осевого давления (от 0,1 до 0,05 МПа) во всех случаях меньше 5 МПа, что позволяет отнести такие грунты к отложениям с высоким уровнем их деформационной способности и возможностью развития больших и неравномерных осадков в основании сооружения (табл.1). При больших величинах осевого давления начинают развиваться незатухающие деформации, в таких условиях расчет модуля общей деформации выполнять нельзя.

Таблица 1 – Гранулометрический состав, показатели физико-механических свойств и содержание микробной массы в морене осташковского горизонта в разрезе строительной площадки учебно-лабораторного корпуса

| Группы, выделенные по гранулометрическому составу | Содержание фракций, в мм, % | | | ρ , г/см ³ | W, % | I_L | Параметры механических свойств | | E, МПа | ММ по Бредфорду, мг/г |
|---|-----------------------------|------------|--------|----------------------------|------|-------|--------------------------------|------------------|--------|-----------------------|
| | >0,05 | 0,05-0,002 | <0,002 | | | | c, МПа | φ , град | | |
| 1 | 69 | 21 | 10 | 2,34 | 10 | 0,30 | 0,025 | 21 | 3,2 | 99,0 |
| 2 | 11 | 66 | 23 | 2,07 | 22 | 0,41 | 0,024 | 4 | 2,0 | 108,0 |
| 3 | 1 | 69 | 30 | 2,0 | 26 | 0,42 | 0,04 | 3 | 1,7 | 82,0 |

Примечание: * ρ – плотность, W – влажность, I_L – показатель консистенции, φ – угол внутреннего трения, c – сцепление, E – модуль общей деформации, ММ – микробная масса

Более высокое значение сцепления для третьей группы морен объясняется наличием молекулярной связности, которая увеличивается с ростом содержания тонкодисперсных фракций ($d<0,002$ мм). Кроме того, на величину сцепления оказывает воздействие также присутствие техногенной органики, имеющей цепочечные структуры, прочность которых определяется наличием водородных связей.

Вышеприведенные морены (см. табл. 1) не были рекомендованы как несущий горизонт для свайного фундамента. Сваи были заглублены в верхнекотлинские глины верхнего венда как более прочные и мало деформируемые. Комплекс разноэтажных зданий, возведенных на таких сваях, успешно эксплуатируется: величина осадки не превышает 3-4 см. Вместе с тем, жилые и административные здания, построенные в различных районах города, где несущим слоем для свайных фундаментов были выбраны моренные отложения восстановительной зоны, дают длительные и медленно затухающие осадки в течение первых десяти лет эксплуатации, способствуя трещинообразованию в стенах, что переводит здания в предаварийное состояние. При строительстве зданий на моренных отложениях с использованием фундаментов неглубокого заложения (монолитные плиты) также необходимо учитывать возможность негативной трансформации грунтов, служащих основанием. Строительство одной из испытательных лабораторий 14 этажного корпуса размером 20*104 м и максимальным давлением под подошвой фундамента 0,52 МПа (с учетом заполнения водой гидроканала), было реализовано на сплошной плите, толщиной 1,2 м, разрезанной на три части для устройства осадочных швов в корпусе здания, основанием которого была морена осташковского горизонта [1]. Ранее на рассматриваемой территории свыше 50 лет существовала свалка хозяйственно-бытовых отходов одного из мясоперерабатывающих комбинатов, которая при инженерной подготовке площадки была удалена и заменена пятиметровым слоем привозного песка. Моренные грунты характеризовались небольшим диапазоном влажности (20-23%), плотности (1,98-2,02т/м³) показателем консистенции (0,62-0,63) и по гранулометрическому составу принадлежали ко второй группе. Для определения расчетного сопротивления на стадии проектирования были использованы показатели сопротивления сдвигу ($c=0,015$ МПа, $\varphi=25^\circ$), полученные в одноплоскостных сдвижных приборах по схеме КД (консолидированно-дренированная). Величина расчетного сопротивления (R) при указанных выше параметрах прочности, размерах плиты 20*104 м и ее заглубления 5,0 м, составила 0,68 МПа, что значительно выше давления под подошвой – 0,52 МПа [3]. Следовательно, был сделан вывод, что грунт в основании работает в зоне линейных деформаций в условиях их затухания во времени. Конечные осадки были рассчитаны с использованием модуля общей деформации, полученного по результатам компрессионных испытаний с учетом повышающего коэффициента И.А. Агисева, который составил 30-40 МПа. Соответственно проектная осадка не превышала 15 см. Проектирование сооружения по второму предельному состоянию с использованием параметров прочности по схеме КД и величины допускаемой осадке позволил сделать вывод о том, что его устойчивость может быть гарантирована. Однако еще на стадии строительства, когда давление от веса сооружения превысило половину проектной величины, началось интенсивное развитие деформаций, наблюдения за которыми велись более 14 лет и их максимальная величина достигала 58 см, а минимальная – 18 см. Поскольку за это время стабилизации осадок не отмечалось, то для оценки причин развития больших и неравномерных деформаций, и принятия решения для обеспечения устойчивости сооружения была пройдена скважина в его основании. Определение показателей плотности, влажности и консистенции моренных грунтов в разрезе этой скважины показало, что значения этих параметров находятся в тех же интервалах, что и до возведения сооружения. Следовательно, несмотря на высокие значения действующих давлений, консолидация пород в основании сооружения не наблюдалась, а осадка происходила за счет бокового распора грунта из-под плиты, принимая во внимание, что относительное заглубление фундамента (отношение глубины фундамента к его ширине) составляет только 0,25. Таким образом, параметры сопротивления сдвигу моренных суглинков должны определяться по схеме НН при давлениях, которые отвечают реальному напряженному состоянию грунтов в основании. Характеристики сопротивления сдвигу моренных

суглинков, определенные по такой методике в стабиллометрах при возможности бокового расширения грунта составили: $c=0,033$ МПа, $\varphi=5^\circ$. Определение расчетного сопротивления при полученных значениях c и φ при сохранении тех же значений плотности грунтов выше и ниже фундаментной плиты дает величину, равную $R=0,26$ МПа, которая в 2 раза меньше действующего давления от веса недостроенного сооружения ($p_c=0,43$ МПа) и означает, что при превышении давления $R=0,26$ МПа, грунт вступил в фазу интенсивного развития пластических деформаций [1, 3]. В связи с этим, учитывая небольшую глубину залегания плотных нижнекембрийских глин под моренными отложениями, был предложен один из наиболее эффективных вариантов устройства фундаментов с применением свай-стоек.

Приведенный пример наглядно свидетельствует, какую важную роль играет определение несущей способности морен Санкт-Петербурга с учетом условий их образования и изменения под действием различных факторов, а также корректного обоснования методики проведения испытаний для определения сопротивления сдвигу и деформационной способности в условиях отсутствия фильтрационной консолидации водонасыщенных грунтов.

На основании вышесказанного, оценка несущей способности и соответственно устойчивости проектируемых сооружений должна базироваться на анализе негативной трансформации состава и свойств глинистых морен с учетом физико-химических и микробиологических факторов, принимая во внимание исторический аспект специфики использования территории, предназначенной для строительства.

Список литературы / References

1. Дашко Р.Э. Инженерно-геологический анализ и оценка водонасыщенных глинистых пород как основания сооружений/Р.Э. Дашко. - СПб: Институт «ПИ Георекоконструкция», 2015. – 371 с.
2. Дашко Р.Э. Геотехника и подземная микробиота/Р.Э. Дашко, Д.Ю. Власов, А.В. Шидловская. - СПб: Институт «ПИ Георекоконструкция», 2014. – 269 с.
3. СП 22.13330.2011 Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83*. – М., 2011. – 166 с.
4. ТСН 50-302-2004. Проектирование фундаментов зданий и сооружений в Санкт-Петербурге. - СПб.: Правительство Санкт-Петербурга, 2004. – 58 с.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Dashko R.E. Inzhenerno-geologicheskij analiz i ocenka vodonasyshhennyh glinistyh porod kak osnovanija sooruzhenij [Engineering and geological analysis and evaluation of water-saturated clay rocks as the base facilities]/ R.E. Dashko. - SPb.: Institut «PI Georekonstrukcija», 2015. – 371 p. [in Russian]
2. Dashko R.E. Geotekhnika i podzemnaja mikrobiota [Geotechnics and underground microbiota]/ R.E. Dashko, D.Ju Vlasov, A.V. Shidlovskaja. - SPb.: Institut «PI Georekonstrukcija», 2014. – 269 p. [in Russian]
3. SP 22.13330.2011 Osnovanija zdaniy i sooruzhenij. Aktualizirovannaja redakcija [Foundations of buildings and structures. The updated edition] SNiP 2.02.01-83*. – M., 2011. – 166 p. [in Russian]
4. TSN 50-302-2004. Proektirovanie fundamentov zdaniy i sooruzhenij v Sankt-Peterburge [Design of foundations of buildings and structures in St. Petersburg]. - SPb.: Pravitel'stvo Sankt-Peterburga, 2004. – 58 p. [in Russian]



Получить актуальную информацию, задать вопросы и узнать свежие новости о Международном научно-исследовательском журнале Вы сможете на официальной странице ВКонтakte

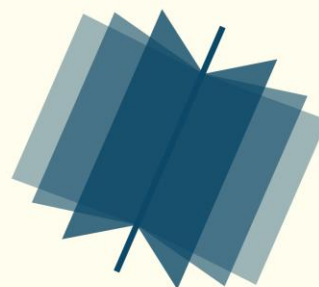
<http://vk.com/public43173774>

Опубликовать статью ВАК / Научный журнал

О компании:

Почта: editors@research-journal.org

МНИЖ предоставляет возможность опубликовать свои научные достижения аспирантам, преподавателям вузов, студентам, лицам, имеющим ученую степень, общественным деятелям, деятелям культуры и образования, политикам, экономистам России, стран СНГ и дальнего зарубежья.



DOI: 10.18454/IRJ.2016.54.117

Джумаян Н.Р.¹, Грановская Н.В.², Грановский Г.А.³¹Аспирант, ²доцент, кандидат геолого-минералогических наук, ³соискатель,

Южный федеральный университет

ТИПОМОРФНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ГРАНАТА И ИЛЬМЕНИТА ИЗ КИМБЕРЛИТОВ ТРУБКИ МОРКОКА (ЯКУТИЯ)**Аннотация**

Изучены индикаторные минералы кимберлитов низкопродуктивной трубки Моркока, расположенной в Далдыно-Алакитском алмазоносном районе Якутии. Гранат представлен пиропом лерцолитового и дунит-гарцбургитового парагенезисов. В большинстве проб пиропы установлены пониженные содержания Cr_2O_3 , повышенные содержания TiO_2 и CaO . Ильменит характеризуется умеренным количеством магния и повышенным содержанием титана. Зерна пиропы и ильменита имеют реликты магматогенной поверхности со следами растворения и келифитовые каймы. Несмотря на низкую продуктивность трубки Моркока, некоторые признаки индикаторных минералов указывают на их принадлежность к высокоалмазоносным ассоциациям, что повышает перспективы Моркокинского кимберлитового поля.

Ключевые слова: пироп, ильменит, кимберлитовая трубка.

Dzhumayan N.R.¹, Granovskaya N.V.², Granovsky G.A.³¹Postgraduate student, ²associate professor, PhD in Geology and Mineralogy,³postgraduate student, Southern Federal University**TYPOMORPHIC FEATURES OF GARNET AND ILMENITE FROM MORKOKA'S KIMBERLITE PIPE (YAKUTIA)****Abstract**

The kimberlite indicator minerals from the low productivity Morkoka pipe, which is located in Daldyno-Alakit diamondiferous region of Yakutia, were studied. Garnets are presented as pyrope from lherzolitic and dunite-harzburgite parageneses. The most pyrope samples contain lowered range Cr_2O_3 , enhanced range TiO_2 and CaO . Ilmenite is characterized by a moderate amount of magnesium and high titanium content. The pyrope and ilmenite grains have relicts of magmatic surface with traces of dissolution and kelyphite rims. Despite the low productivity of pipe Morkoka, some signs of indicator minerals indicate that they belong to high diamond associations, which increases the prospects of kimberlite field Morkoka.

Keywords: pyrope, ilmenite, kimberlite pipe.

Трубка Моркока, расположенная в Далдыно-Алакитском алмазоносном районе Якутии, была отнесена к убого алмазоносному кимберлитовому телу. Поэтому её геологическое изучение практически закончилось в середине XX века. Однако некоторые исследователи отмечали необычные для низкоалмазоносных трубок ураганные содержания пикроильменита, что возможно свидетельствует о несоответствии потенциальной и реальной алмазоносности трубки Моркока [2, С. 39], [3, С. 53].

Цель наших исследований – определение типоморфных свойств индикаторных минералов кимберлитов трубки Моркока для выяснения причин ее непродуктивности.

Методика исследований. Объектами изучения являлись гранаты (129 зерен) и ильмениты (21 зерно) из трубочных концентратов. Основное внимание уделялось внешним первичным морфологическим признакам и химическому составу индикаторных минералов, а также вторичным изменениям их зерен. Химические составы граната и ильменита из трубки Моркока сравнивались с составами соответствующих минералов из высокопродуктивных трубок. Для анализа результатов исследований использовались стандартные диаграммы в координатах: Cr_2O_3 – CaO , Al_2O_3 – FeO – MgO , MgO – TiO_2 , с полями минералов из различных источников и парагенезисов (пироксенитового, эклогитового, лерцолитового, дунит-гарцбургитового).

Исследования проводились в аналитической лаборатории Амакинской ГРЭ АК «АЛРОСА» и в Центре коллективного пользования научным оборудованием «Центр исследований минерального сырья и состояния окружающей среды» Южного федерального университета. Использовались бинокуляр LEICA MZ 12, растровый электронный микроскоп VEGA II LMU фирмы Tescan, система энергодисперсионного микроанализа INCA ENERGY 450/XT и волнодисперсионного микроанализа INCA WAVE 700 фирмы OXFORD Instruments Analytical.

Геологическая ситуация. Моркокинский кимберлитовый поле находится в центральной части Сибирского кратона вблизи границы Малоботуобинского и Далдыно-Алакитского кимберлитовых полей Якутской алмазоносной провинции. В геологическом строении исследуемой территории принимают участие кристаллические породы архея, карбонатные и терригенные отложения венда, кембрия, ордовика, силура, девона, карбона, перми, а также магматические образования.

Магматические породы представлены среднепалеозойскими кимберлитами Далдыно-Алакитского комплекса (трубками взрыва, жилами, дайками) и позднепалеозойскими – раннемезозойскими траппами. Трапповая формация на территории Моркокинского поля широко распространена. Это силлы, секущие инъекционные тела и дайки недифференцированных долеритов нормального ряда.

Трубка Моркока является единственным открытым кимберлитовым телом в пределах Моркокинского поля, которое по данным опробования по стандартной методике оценки алмазоносности отнесено к непромышленному объекту. Данное тело прорывает карбонатные породы раннего силура и имеет дайкообразную форму. В плане трубка вытянута в субширотном направлении на 325 м при ширине 80 м. На глубине 140 м её размеры в поперечнике уменьшаются до 275x20 м. Дайкообразная форма кимберлитового тела и отсутствие приповерхностного раструба, вероятно, свидетельствуют о его значительном эрозионном срезе. Кимберлиты отличаются железисто-титанистым составом с повышенным содержанием ильменита и с полным отсутствием хромитов. Преобладают автолитовые

кимберлитовые брекчии с ксеногенным материалом вмещающих пород и редкими ксенолитами мантийных пород. Содержание автолитов изменяется от 5 до 35 %. Порфировые кимберлиты слагают крупные блоки (до 60 м) в автолитовой брекчии. Порфировые вкрапленники представлены оливином, пикроильменитом, флогопитом, пиропом [1, С. 165–170].

Результаты исследований. На основании проведенных исследований установлены типоморфные особенности наиболее важных индикаторных минералов кимберлитов – граната и ильменита.

Гранат представлен красными, оранжевыми, розовыми и лиловыми разновидностями пироба. Зерна имеют изометричную форму, размеры от 2 до 7 мм. Поверхность гранатовых зерен – шероховатая, ямчатая и матированная. Некоторые зерна сохранили хорошую первичную огранку ромбодоэкаэдров (рис. 1а), часть граней которых в результате вторичной переработки, стала более округлой. У большинства зерен отмечаются реликты первичной поверхности кристаллов со следами растворения в виде углублений, каверн, ямок, размеры которых достигают 0,1–0,2 мм.

Часто наблюдаются келифитовые (реакционные) каймы с радиально-лучистым строением, занимающие до 20–40% объема зерен с мощностью до 5 мм (рис. 1б). Такие оторочки образуются при воздействии на минерал флюидонасыщенного кимберлитового расплава. Следует отметить, что келифитизация характерна только для гранатов мантийных парагенезисов. Причем келифитовые каймы обычны для магнезиальных гранатов ультрабазитов и не наблюдаются у магнезиально-железистых гранатов эклогитов и пироксенитов. То есть процесс келифитизации может косвенно указывать на тип мантийного источника гранатов.

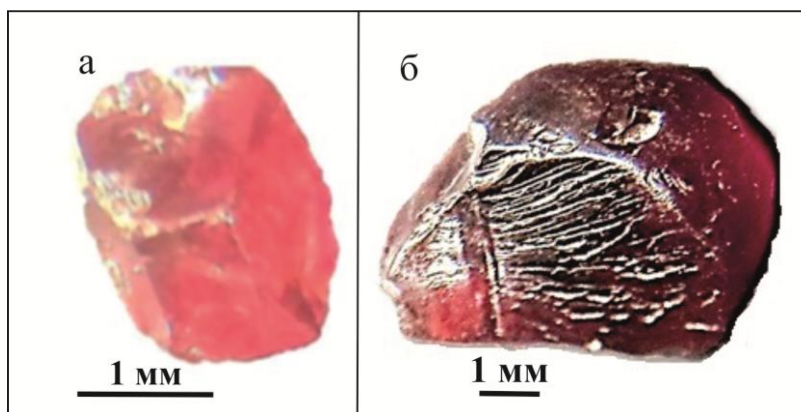


Рис. 1 – Гранаты из трубки Моркока:

а – зерно с гранями ромбодоэкаэдра, б – келифитовая кайма у зерна с округлой поверхностью

К разряду первичных признаков гранатов также относится наличие сетки неправильных трещин, разбивающих зерно на полигональные участки, которая свойственна только наиболее крупным зернам гранатов. Встречаются микротрещины, выполненные кальцитом, либо хромистым ульвитом. Наличие ульвита свидетельствует о насыщенности кимберлитовой магмы оксидными компонентами (оксидом титана) на поздних стадиях формирования трубки. Такие условия с повышением титана в магме могут стать причиной растворения мантийных кристаллов алмаза.

Все минералы группы граната представлены пиропом, что помимо их цвета и оптических свойств, подтверждается химическим составом. Микрозондовые исследования проведены по главным цветовым разностям граната. Все изученные образцы являются низкохромистыми с повышенным содержанием кальция, а лиловые, оранжевые и красные пиробы относятся к высокотитанистым (табл. 1). В лиловых гранатах содержится около 0,16 мас.% Na_2O , что может быть индикаторным признаком пироксенитовых и эклогитовых гранатов, ассоциирующих с алмазами.

Таблица 1 – Средний состав гранатов из трубки Моркока (в мас.%) по данным микрозондовых анализов

| Цвет гранатов | Содержание основных оксидов | | | | | | | | | Σ |
|---------------|-----------------------------|--------------------------------|------------------|------|------------------|--------------------------------|------|------|-------------------|--------|
| | MgO | Al ₂ O ₃ | SiO ₂ | CaO | TiO ₂ | Cr ₂ O ₃ | MnO | FeO | Na ₂ O | |
| Лиловые | 22,09 | 20,39 | 41,76 | 4,28 | 0,93 | 1,37 | 0,28 | 8,33 | 0,16 | 99,59 |
| Оранжевые | 22,35 | 22,42 | 41,93 | 3,39 | 0,61 | 0,59 | 0,31 | 8,17 | – | 99,77 |
| Красные | 22,58 | 21,89 | 42,30 | 4,23 | 0,48 | 1,65 | 0,37 | 6,86 | – | 100,36 |
| Розовые | 22,42 | 22,65 | 41,75 | 3,48 | – | 1,38 | 0,41 | 7,80 | – | 99,89 |

На бинарной диаграмме Н.В. Соболева в координатах Cr_2O_3 и CaO лиловые, красные и розовые гранаты попадают в поле лерцолитового парагенезиса, а оранжевые (оранжево-красные) – в пределы границ поля дунит-гарцбургитового ультраосновного парагенезиса (рис. 2).

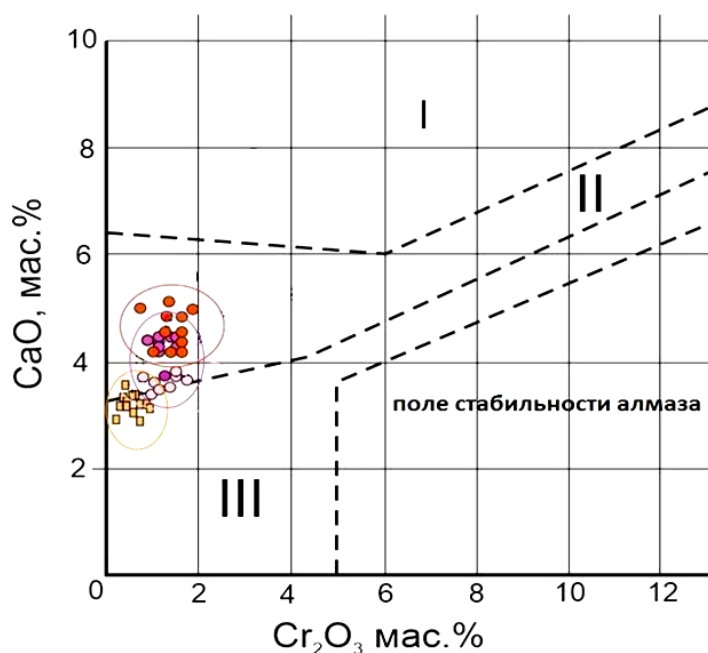


Рис. 2 – Положение фигуративных точек изученных гранатов из трубки Моркока на диаграмме Cr_2O_3 – CaO

Традиционные поля составов гранатов различных парагенезисов: I – верлитового; II – лерцолитового; III – дунит-гарцбургитового. Кругами показаны точки составов лиловых, оранжевых, красных и розовых гранатов трубки Моркока

На тройной диаграмме Al_2O_3 – FeO – MgO изученные оранжевые, розовые и красные гранаты оказываются в поле пироповых перидотитов, которые могут быть материнскими по отношению к алмазу.

Ильменит представлен зернами размером от 10 до 25 мм. Они имеют изометричную и неправильную форму, поверхность зерен ступенчато-слоистая, бугорчатая, шиповидная. Поликристаллическое строение зерен ильменита, вероятно, связано с процессами рекристаллизации, деформации, которые могли осуществиться непосредственно в кимберлите в магматогенную стадию. Характерной особенностью зерен является коррозионное изменение их краевых участков.

Микрозондовые анализы показали отсутствие в ильменитах Cr_2O_3 . На бинарной диаграмме в координатах MgO и TiO_2 изученные образцы ильменита не попадают в поле типичных алмазоносных кимберлитовых пикроильменитов за счет высокого содержания TiO_2 (52.85 мас%). Но по содержанию MgO (в среднем 6.24 мас.%) ильмениты трубки Моркока сходны с пикроильменитами таких алмазоносных трубок, как Мир и Зарница.

Выводы. По характерным свойствам индикаторных минералов трубка Моркока в современном срезе сходна с низкоалмазоносными кимберлитовыми телами. Это низкое содержание хрома и повышенное содержание кальция в гранатах, высокое содержание титана и отсутствие хрома в ильменитах. Однако по ряду признаков трубку Моркока можно отнести к потенциально продуктивной (высокие концентрации ильменита, ассоциации пиропов с алмазоносными перидотитами, типичное для высокопродуктивных трубок содержание оксида магния в ильменитах).

Присутствие гранатов с келифитовыми каймами, следы коррозии, рекристаллизации зерен индикаторных минералов свидетельствуют о повышенной температуре и химической активности кимберлитовой магмы. Несовпадение степени алмазоносности трубки и локализации в ней минералов, типичных для высокопродуктивных трубок, вероятно, связано с тем, что реальная алмазоносность кимберлитов снижена в результате растворения, окисления алмазов, вынесенных из мантийного первоисточника.

Приведенные факты говорят о том, что мантийные источники для формирования трубки Моркоки были высокоалмазоносные, но механизм ее формирования не способствовал сохранности алмазов. Это повышает перспективность Моркокинского кимберлитового поля. С учетом того, что трубка Моркока была перекрыта терригенными отложениями и ее не выявили при проведении геофизических работ, можно прогнозировать в Моркокинском поле новые скрытые кимберлитовые тела, которые могут оказаться промышленно алмазоносными.

Список литературы / References

1. Гаранин В.К. Микрокристаллические оксиды из кимберлитов России / В.К. Гаранин, А.В. Бовкун., К.В.Гаранин и др. – М.: ГЕОС, 2009. – 498 с.
2. Гаранин В.К. Минералогия оксидных минералов из кимберлитов трубки Моркока в связи с оценкой ее алмазоносности (Якутская алмазоносная провинция) / В.К. Гаранин, А.В. Звездин, Г.В.Округин // Вестник Московского университета. Серия 4, Геология. – 1998. – №4. – С. 39–46.
3. Хмельков А.М. Основные минералы кимберлитов и их эволюция в процессе ореолообразования (на примере Якутской алмазоносной провинции) / А.М. Хмельков. – Новосибирск: АРТА, 2008. – 252 с.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Garanin V.K. Mikrokrystallicheskie oksidy iz kimberlitov Rossii [Microcrystalline oxides from kimberlites of Russia] / V.K. Garanin, A.V. Bovkun., K.V.Garanin and others – M.: GEOS, 2009. – 498 p. [in Russian]
2. Garanin V.K. Mineralogija oksidnyh mineralov iz kimberlitov trubki Morkoka v svyazi s ocenкой ee almazonosnosti (Jakutskaja almazonosnaja provincija) [Mineralogy of oxide minerals of kimberlite pipe Morkoka in connection with the

assessment of its diamond (Yakutian diamondiferous province)] / V.K. Garanin, A.B. Zvezdin, G.V.Okrugin // Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 4, Geologiya [Bulletin of the Moscow university. Series 4. Geology]. – 1998. – №4. – P. 39–46. [in Russian]

3. Hmel'kov A.M. Osnovnye mineraly kimberlitov i ih jevoljucija v processe oreolobrazovanija (na primere Jakutskoj almazonosnoj provincii) [The main minerals of kimberlites and their evolution during the formation of halos (for example, the Yakutian diamondiferous province)]/ A.M. Hmel'kov. – Novosibirsk: ARTA, 2008. – 252 p. [in Russian]

DOI: 10.18454/IRJ.2016.54.038

Сметанников А.Ф.¹, Коротченкова О.В.², Оносов Д.В.³

¹ORCID: 0000-0002-9444-7748, Доктор геолого-минералогических наук,

²ORCID:0000-0001-5681-1599, кандидат геолого-минералогических наук,

³ORCID: 0000-0001-7136-7158, инженер,

Горный институт УрО РАН (ГИ УрО РАН)

К МЕТОДИКЕ ОБНАРУЖЕНИЯ И ДИАГНОСТИКИ КОСМИЧЕСКИХ ЧАСТИЦ В СОЛЯХ ВЕРХНЕКАМСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Аннотация

Обсуждается методика обнаружения и диагностики частиц космического происхождения в соляных породах на примере Верхнекамского месторождения солей. Приводятся традиционные методики обнаружения и идентификации космических частиц, в различных осадочных породах. Рассматривается роль различных методов обнаружения и идентификации космических частиц, приводятся эмпирически найденные закономерности их классификации.

Обосновывается капиллярный метод обнаружения и диагностики частиц внеземного происхождения в нерастворимом в воде остатке (Н.О.) соляных пород. Рассмотрены и обсуждены приемы и методы анализа, объединенные в методику применимую для извлечения и диагностики минералов микропримесей из измельченного материала горных пород и руд и продуктов их переработки.

Ключевые слова: Нерастворимый остаток, соляные породы, капилляры, космические частицы, минералы микропримеси, адсорбция, десорбция, матричные минералы, микрозондовый метод, испарительная концентрация, графит.

Smetannikov A.F.¹, Kopotchenkova O.V.², Onosov D.V.³

¹ORCID: 0000-0002-9444-7748, PhD in Geology and Mineralogy,

²ORCID:0000-0001-5681-1599, PhD in Geology and Mineralogy,

³ORCID: 0000-0001-7136-7158, engineer,

Mining Institute Ural Branch RAS

METHODS DETECTION AND DIAGNOSIS OF COSMIC PARTICLES IN SALTS VERKHNKAMSKOYE DEPOSIT

Abstract

We discuss methods of detection and diagnosis of the origin of cosmic particles in the salt rocks on the example of salt of Verhnekamskoye deposit. We give the traditional methods of detection and identification of cosmic particles in a variety of sedimentary rock. The role of different methods for detection and identification of space particles are empirically found regularities of their classification. Substantiates the capillary method for the detection and diagnosis of extraterrestrial particles in the water-insoluble residue (NO) salt rocks. Examined and discussed the techniques and methods of analysis in the combined method is applicable for the extraction of minerals, trace and diagnosis of ground material of rocks and ores and products.

Keywords: insoluble residue, salt rock, capillaries, cosmic particles, trace minerals, adsorption, desorption, the matrix minerals microprobe method, evaporative concentration, graphite.

Распределение космических частиц в осадках, методы исследования и генезис частиц, освещены в многочисленных исследованиях. Установлено, обязательное присутствие в их составе Fe, Ni, Cr и Co. Частицы с содержанием Ni до 5–6% отнесены к космической пыли, с содержанием Ni более 20%, связываются с метеоритами. Микрочастицы неправильной формы чаще относятся к космической пыли [1, С.68-75], [2, С. 149-154],[3,С.354-356], [4, С. 42-57]. Впервые космические частицы в солях обнаружены Н.П.Юшкиным [5, С.5-7].

Цель настоящей работы разработка методологии изучения поисков, извлечения, диагностики микрочастиц минералов, возможно имеющих внеземное происхождение, в толще солей Верхнекамского месторождения.

Соляные породы содержат нерастворимый в воде остаток (Н.О.) в количестве от 2 до 30%. В составе Н.О. присутствуют сульфаты кальция, карбонаты, кварц и полевые шпаты. В меньших количествах присутствуют магнезит, сульфиды Fe, Cu и др. минералы. Особый класс представляют минералы микропримеси, содержание которых оценивается в десятые, сотые и тысячные доли процента доли процента, представленные минералами редких, рассеянных элементов, тяжелых металлов, в том числе благороднометаллической минерализации [6, С.99-113]. Все эти минералы и минеральные фазы были извлечены из Н.О. т. наз. капиллярным методом и диагностированы микрорентгеноспектральным методом (далее МРС-анализ или микрозондовый метод).

Исследования по поиску космических частиц были проведены в рамках интеграционного проект РАН в 2012-2014 годах. В 2016 году было предпринято экспериментальное исследование по поиску частиц внеземного происхождения в соляных породах Верхнекамского месторождения [7, С.70-72]. Методически исследование было основано на

капиллярном методе извлечения микрочастиц. О сути капиллярного метода было доложено в 2014 году на минералогическом семинаре в г Сыктывкаре [8, С.177,178].

Исследования частиц космического происхождения включают отбор проб и их подготовку, которая заключается в измельчении, классификации материала и дальнейшей работе по выделению тяжелых фракций.

Используется выделение тяжелых фракций гравитационными методами и (или) выделение тяжелых фракций в тяжелых жидкостях (бромформирование). Далее следует фракционирование по свойствам (немагнитным, магнитным, электромагнитным) с выделением частиц для собственно аналитических исследований. Практиковался также термомагнитный способ регистрации частиц. Был накоплен солидный опыт и выявлены эмпирические закономерности по диагностике и ранжированию частиц космического происхождения. Из упомянутых выше работ, был заимствован аналогичный исследовательский цикл при исследовании соляных пород, включающий бромформирование и магнитную и электромагнитную сепарацию тяжелых фракций. Далее следовал микрозондовый анализ выделенных фракций. В силу специфики состава соляных пород вначале выделялся Н.О. и потом проводился цикл выделения тяжелых фракций из Н.О. описанным выше способом.

Исследование проводилось на двух пробах соляных пород, отобранных в низах соляной толщи Верхнекамского месторождения солей. Это пробы ПКС-1 (сод. Н.О. 0,46%) и ПКС-Г1 (сод. Н.О. 62%). Материал Н.О. делился на две части. Одна часть подвергалась вышеупомянутому комплексу исследований.

В магнитной фракции были обнаружены обособления сфероидальной формы размером 50–250 мкм (рис.1). В отдельных участках эти обособления содержания Ni составляли 0,61%, Fe-44,3%. Был сделан вывод о том, что «сферулы», скорее всего, являются агрегатами отдельных фаз, среди которых присутствует и Fe-Ni фаза.

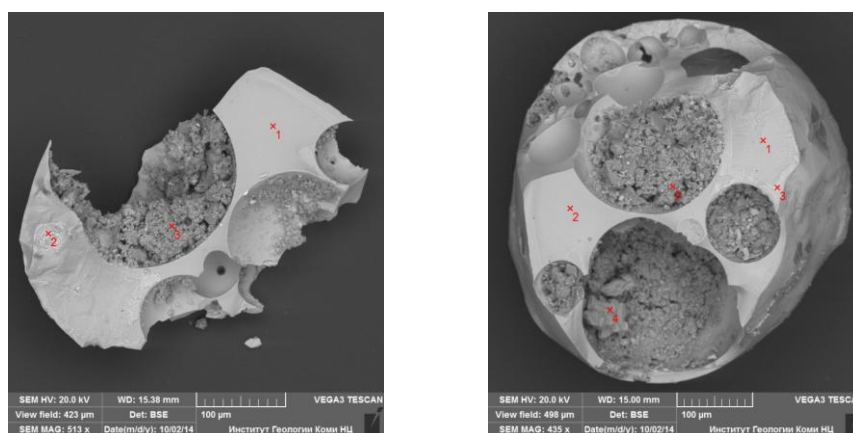


Рис. 1. [8] – Микрофото: а – сферула с включениями частиц; б – обломок

| Элемент | Ti | V | Mn | Fe | Si | Ca | Ni | Cu | Al |
|--|-------------|------|------|--------------|-------|------|-------------|-------------|------|
| Сфероидальное обособление с включениями металлических частиц | | | | | | | | | |
| 1 | 21,53 | 0,26 | 7,73 | 12,83 | | | | | |
| 2 | 25,76 | 0,37 | 8,51 | 9,3 | | | | | |
| 3 | 5,17 | | 1,47 | 45,2 | | | | | |
| 4 | 0,67 | | | 0,94 | 9,29 | 14,4 | | | |
| 5 | | | | 2,39 | 36,85 | | | | |
| Обломок сфероидального агрегата с включениями металлических частиц | | | | | | | | | |
| 1 | 25,87 | 0,37 | 8,93 | 9,63 | | | | | |
| 2 | 2,01 | | | 44,31 | | | 0,61 | 0,43 | |
| 3 | | | | 3,24 | 37,26 | 0,36 | | | 5,43 |

Ко второй части проб Н.О. был применен капиллярный метод выделения металлических частиц и минералов микропримесей из тонких фракций Н.О. соляных пород. Проводилась классификация материала Н.О. с выделением классов крупности -0,25, -0,1, -0,071 мм и приготовлением, суспензии на водной основе. Далее суспензия наносилась на подложку (капельным способом) в виде сферы.

Использовалась способность частиц суспензии размером меньше частиц матричных минералов на 1-3 порядка экстрагироваться в раствор, в силу того, что раствор в капиллярном пространстве, являясь агрессивной средой, способствует десорбции частиц адсорбированных на матричных минералах.

Далее происходит процесс "испарительной" концентрации раствора в капиллярном пространстве и экстрагированные в раствор частицы оседают на подложке. В качестве подложки использовались пластинки изостатического графита площадью 15х15 мм и толщиной 5 мм.

Способ (методика) получил название «капиллярный метод».

Технический результат достигался нанесением на пластинку графита капельным способом суспензии и выстаиванием до полного высыхания.

Далее сухая сфера смещалась, и на подложке оставался слой матричных минералов с высокой концентрацией микропримесей. В анализируемом слое представлены все матричные минералы и микропримеси присутствующие в исходной пробе. Далее проводилась диагностика металлических частиц под микрозондом. Стадии процесса подготовки исследуемой поверхности показаны на рис. 2.

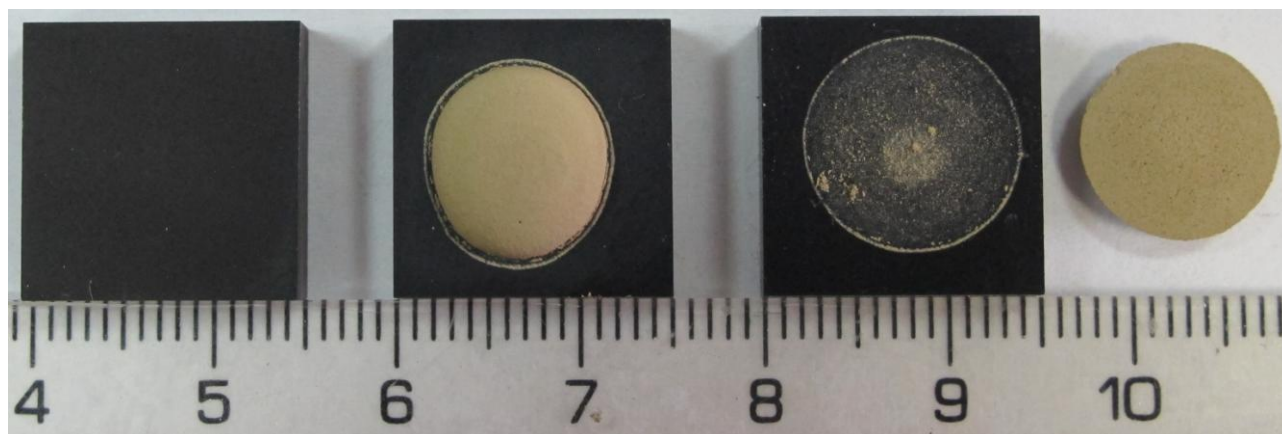


Рис. 2 – [8] Пластины графита: пустая; с высохшей сферой; со снятой сферой; снятая сфера (слева направо)

МРС-анализ исследуемых поверхностей позволил выявить идентифицировать и проанализировать большое количество минералов-микропримесей, неомогенных фаз металлических и полиметаллических частиц, ранее диагностированных при исследованиях Н.О. соляных пород.

На этом фоне поиск собственно космических частиц затруднен в связи с тем, что среди минералов-микропримесей, неомогенных фаз и полиметаллических частиц в их составе присутствуют те же элементы, что и в космических частицах. Анализ литературных данных позволил ограничить набор элементов характеризующих именно космические частицы, т.е. выделить группу элементов в них преобладающих (Cr, Mn, Fe, Ni).

Сравнительный анализ результатов позволил выделить четыре типа частиц, содержащих Cr, Mn, Fe, Ni, в ассоциации с другими элементами.

Первый тип – частицы, содержащие Cr, Mn, Fe, Ni, в количестве, характерном для космических частиц. Другие элементы присутствуют в переменных количествах (рис. 3а). Второй тип частиц также содержит Cr, Mn, Fe, Ni и до 70% углерода (рис. 3б). Присутствие углерода связано с захватом при анализе материала подложки. В третьем типе частиц, кроме железа и никеля, установлено присутствие кремния (рис. 4а). Эти частицы отнесены к силикатам железа. Четвертый тип – частицы, содержащие до 85% Ni, 4-6% Fe и 13% Cd (рис. 4б), представляет новый минерал для ВКМС.

Исходя из результатов анализа именно первый тип близок по составу космическим частицам (космической пыли).

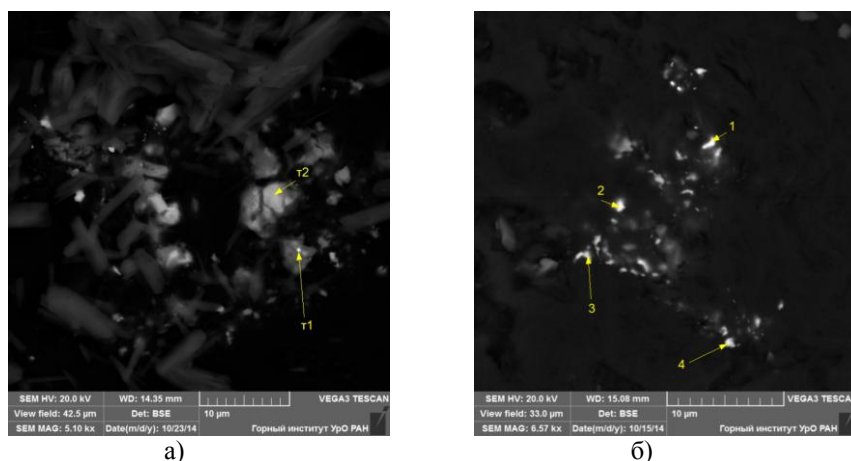


Рис. 3 – [7] Микрофото: а - образец 0,071 04; б - образец 0,071 07

| Элемент | O | F | Si | Al | Ca | Cr | Mn | Fe | Ni | C | Ti | V | Cd | Z |
|------------------|------|------|------|------|-------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|------|------|-----|-----|
| Образец 0,071 04 | | | | | | | | | | | | | | |
| T-1 | 1,16 | 1,45 | 0,65 | - | 0,38 | 16,62 | 0,99 | 70,42 | 8,33 | | | | | 100 |
| T-2 | 7,91 | - | 0,77 | 0,48 | 1,05 | 5,58 | 0,42 | 20,64 | 2,35 | | | | | 100 |
| Образец 0,071 07 | | | | | | | | | | | | | | |
| T-1 | | | - | | 0,112 | 1,94 | | 21,15 | 1,33 | 70,33 | 0,13 | 0,09 | 4,9 | 100 |
| T-2 | | | 0,75 | | 0,55 | - | | 21,48 | 4,48 | 72,32 | 0,12 | 0,07 | - | 100 |
| T-3 | | | 1,13 | | 0,09 | - | | 16,09 | 4,82 | 77,68 | - | 0,19 | - | 100 |
| T-4 | | | 1,27 | | 0,08 | - | | 19,46 | 5,68 | 73,51 | - | - | - | 100 |

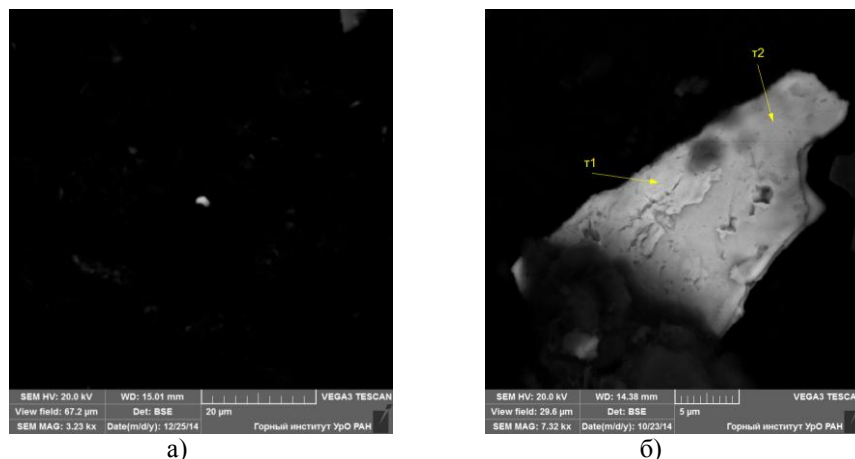


Рис. 4 – [7] Микрофото: а - образец 01.06; б - образец 0,071 к 07

| Элемент | O | Si | Cl | Ca | Mn | Fe | Ni | Al | S | Cd | Z |
|--------------------|------|--------------|-----|------|-------------|--------------|--------------|------|------|-------------|-----|
| Образец 01 06 | | | | | | | | | | | |
| 01 06 | 6,76 | 49,31 | 2,9 | 0,38 | 1,44 | 38,54 | 1,27 | | | | 100 |
| Образец 0,071 к 07 | | | | | | | | | | | |
| T-1 | 3,76 | 0,86 | | 0,5 | | 4,34 | 76,97 | 0,37 | 0,4 | 12,8 | 100 |
| T-2 | 4,22 | 0,31 | | 1,01 | | 3,62 | 85,59 | - | 0,59 | 4,66 | 100 |

ВЫВОДЫ

Таким образом, разработанная методика извлечения металлических микрочастиц позволила установить в основании разреза подстилающей каменной соли (ПдКС) Верхнекамского месторождения частицы, которые с учетом результатов предыдущих исследований можно отнести к частицам внеземного происхождения (космической пыли). Данная методика позволяет извлекать из суспензии любых пород и руд минералы микропримеси, которые не могут быть проанализированы в исходных пробах.

Список литературы / References

1. Печерский Д. М. Железо из космоса / Д. М. Печерский // Земля и Вселенная. – 2010. – № 6. – С. 68–75.
2. Цельмович В. А. Микроскопическая диагностика магнитных частиц в изверженных и осадочных породах / В. А. Цельмович // Палеомагнетизм и магнетизм горных пород; теория, практика, эксперимент. Материалы семинара. – Борок, 2006. – С.149–154.
3. Цельмович В. А. О возможном импактном событии, записанном в вулканических породах Южно-Синегорской Дивы / В. А. Цельмович, Ю. С. Бретштейн // Материалы II Всероссийской молодежной научной конференции "Минералы: строение, свойства, методы исследования". – Екатеринбург-Миасс : УрО РАН, 2010. – С. 354–356.
4. Грачев А. Ф. Космическая пыль и микрометеориты в переходном слое глины на границе мела и палеогена в разрезе Гамс (Восточные Альпы): морфология и химический состав / А. Ф. Грачев, О. А. Корчагин, В. А. Цельмович, Х. А. Коллманн // Физика Земли. – 2008. – №7. – С. 42–57.
5. Юшкин Н. П. Космические узники озера Ларнака / Н. П. Юшкин // Вестник Института геологии Коми НЦ РАН. – 1997. – № 8. – С. 5–7.
6. Сметанников А. Ф. Некоторые особенности минерального состава соляных пород и продуктов их переработки (на примере Верхнекамского месторождения солей) / А. Ф. Сметанников, В. Н. Филиппов // Проблемы минералогии, петрографии, металлогении. Чтения памяти П.Н.Чирвинского: сб. статей. Вып.13. – Пермь, 2010.– С. 99-113.
7. О внеземной природе частиц желез-никель-хромового состава в соляных породах Верхнекамского месторождения / А. Ф. Сметанников, О. В. Коротченкова, Д. В. Оносов, С. Н. Шанина, З. П. Двойникова, С. С. Шевчук. // Современные проблемы теоретической, экспериментальной и прикладной минералогии (Юшкинские чтения 2016). – Сыктывкар, 2016. – С 70-72.
8. Сметанников А. Ф. Капиллярный метод извлечения микро- и наночастиц минералов из тонких фракций / А. Ф. Сметанников // Юшкинские чтения – Сыктывкар, 2014. – С.177-178.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Pecherskiy D. M. Zelezo iz kosmosa [Iron from space] / D. M. Pecherskiy // Zemlya i Vselennaja [The Earth and the Universe] – 2010. – № 6. – P. 68-75. [in Russian]
2. Tselmovich V.A. Mikroskopicheskaya diagnostika mfgnitnich chastiz v izverzennich i osadochnich porodach [Microscopic diagnosis of the magnetic particles in igneous and sedimentary rocks] / V. A. Tselmovich // Paleomagnetizm i mfgnetizm gornich porod; teoriya, praktika, experiment. Materiali seminar [Paleomagnetism and magnetism of rocks; theory, practice, experiment. Proceedings of the seminar]. – Borok, 2006. – P.149–154. [in Russian]
3. Tselmovich V.A. O vozmozhnom impactnom sobitii, zapisannom v vulkanicheskich porodach Yuzno-Sinegorscoi Divy [On the possible impact events recorded in the volcanic rocks of the South Sinigorskaya Diva] / V. A. Tselmovich, Y. S. Bretshteyn // Materiali II Vserossiisoi molodeznoi nauchnoi konferencii "Minerali: stroenie, svoistva, metodi issledovaniya" [Materials of II All-Russian Youth Scientific Conference "Minerals: structure, properties, methods of investigation,"]. – Yekaterinburg Miass: UB RAS, 2010. – P. 354–356. [in Russian]
4. Grachev A. F. Kosmicheskaya pil i mikrometeoriti v perehodnom sloe glin na granice mela i paleogena v pasreze Gams (Vostochnie Alpi) morfologiya i ximicesciyu sostav [Cosmic dust and micrometeorites in the transitional clay layer at the Gams (Vostochnie Alpi) morphology and chemical composition] / A. F. Grachev, O. A. Korchagin, V. A. Tselmovich, H. A. Collmann // Fizika Zemli. – 2008. – №7. – S. 42–57.

Cretaceous-Paleogene boundary in the Gams section (Eastern Alps): morphology and chemical composition] / A. F. Grachev, O. A. Korchagin, V. A. Tselmovich, H. A. Kollmann // Fizika Zemli [Physics of the Earth]. – 2008. – № 7. – P. 42–57. [in Russian]

5. Yuskin N P Kosmicheskije uzniki ozero Larnaca [Space Prisoners of Lake Larnaca] / N. P. Yushkin // Vestnik Instituta Geologii Comi NZ RAN. [Bulletin of the Institute of Geology of Komi SC RAS]. –1997. – № 8. – P. 5–7. [in Russian]

6. Smetannikov A. F. Ntrnjhie osobtnosti mineralnogo n sostava soljanich porod I productov ich pererabotci (na primere Verkhnekamskouj mestoro;denija soleyu) [Some features of the mineral composition of salt rocks and their products (for example, salts Verkhnekamskoye deposit)] / A. F. Smetannikov, V. N. Filippov // Problemi mineralogy, petrografii, metallogeni. Chenija pamjati P.N.Chirvinskogo. sb. Wip.13 [Problems of mineralogy, petrography and metallogeny. Memory Reading P.N.Chirvinskogo: Collection of articles. Iss. 13] – Perm, 2010. – C. 99-113. [in Russian]

7. O vnesemnoi prirode chastiz zelee-nikel-chromovogo sostava v soljanch porodach Verkhnefmskogo mestorozdenia [About the nature of extraterrestrial particles of iron-nickel-chromium composition in salt rocks Verkhnekamskoye deposit] / A. F. Smetannikov, O. V. Korotchenkova, D. V. Onosov, S. N. Shanina, Z. P. Dvoynikova, S. S. Shevchuk // Sovremennye problem teoretichskoi, eksperimentalnoi I prikladnoi mineralogii (Yuchinskie chenia 2016) [Modern problems of theoretical, experimental and applied mineralogy (Yushkinskie reading 2016)]. – Syktyvkar 2016. – P 70-72. [in Russian]

8. Smetannikov A. F. Kapilljarnii metod ixvlechenia micro I nanochastic mineralov iz toncix fracciy [Capillary method of micro- and nanoparticles extract minerals from fines] / A. F. Smetannikov // Eyskinskie chtenia [Yushkinskie reading]. – Siktivkar, 2014. – P. 177-178. [in Russian]

НАУКИ О ЗЕМЛЕ / SCIENCE ABOUT THE EARTH

DOI: 10.18454/IRJ.2016.54.022

Атласов Р.А.¹, Николаева М.В.²

¹ORCID: 0000-0002-7268-8209, ²ORCID: 0000-0002-3972-1919,

Северо-Восточный федеральный университет, Институт проблем нефти и газа СО РАН
Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект №15-17-00026)
**ПРОЕКТЫ ТРУДНОИЗВЛЕКАЕМЫХ ЗАПАСОВ ПРИ ВЫСОКОЙ ВОЛАТИЛЬНОСТИ
МИРОВЫХ ЦЕН НА НЕФТЬ**

Аннотация

В статье проведен краткий обзор ситуации, возникшей вследствие высокой изменчивости мировых цен на нефть и того, как это отразилось на перспективах реализации проектов, связанных с добычей трудноизвлекаемых запасов (ТРИЗ) нефти из нетрадиционных источников. Представлены актуальные на 2016 год данные по разработке нетрадиционных месторождений на примере Ашальчинского месторождения сверхвязких нефтей - скважинный способ добычи, и месторождение Северной Альберты – карьерный способ добычи. Авторами сформулированы выводы по реализации программы импортозамещения в нефтегазовой отрасли в Российской Федерации.

Ключевые слова: нетрадиционные источники нефти, импортозамещение, тяжелая нефть, себестоимость добычи, Северная Альберта, Ашальчинское месторождение.

Atlasov R.A.¹, Nikolaeva M.V.²

¹ORCID: 0000-0002-7268-8209, ²ORCID: 0000-0002-3972-1919,

North-Eastern federal university, Institute of Oil and Gas problems of the Siberian Branch of the RAS
The study was supported by a grant from the Russian Science Foundation (project №15-17-00026)
PROJECTS OF HTR RESERVES AT WORLD OIL PRICES HIGH VOLATILITY

Abstract

The article gives a brief overview of the situation that has arisen due to the high volatility of world oil prices and how it has affected the prospects for the implementation of projects related to the extraction of HTR reserves from unconventional sources. Provides current data for 2016 on the development of non-conventional deposits on the example Ashalchinskoye field - borehole mining method and Northern Alberta field - mining extraction method. The authors formulated conclusions on the implementation of the import substitution program in the oil and gas industry in Russian Federation.

Keywords: non-conventional sources of oil, import substitution, heavy oil, the cost of production, Northern Alberta field, Ashalchinskoye field.

В существующем ценовом коридоре (рис. 1) все нефтедобывающие компании активизировали работу по снижению издержек при добыче нефти как из традиционных, так и нетрадиционных источников.

В данной работе проведен краткий обзор проектов по разработке и освоению месторождений трудноизвлекаемых тяжелых нефтей и битумов. При анализе данных учитывалась актуальная информация на текущий 2016 год.

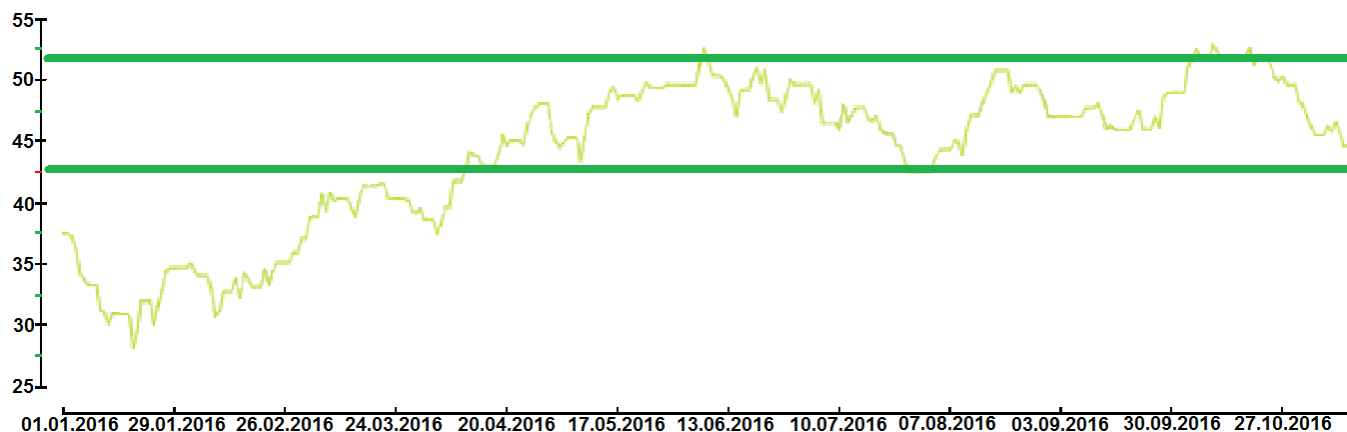
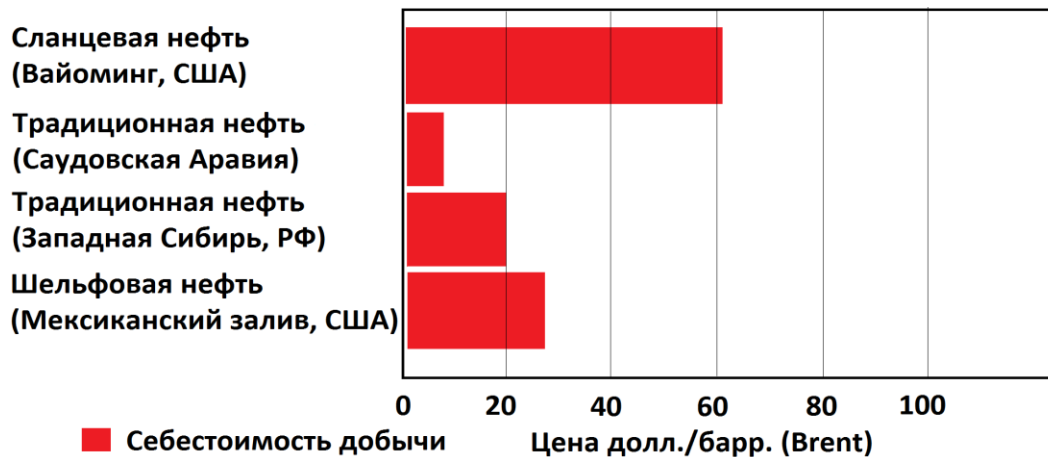


Рис. 1 – Динамика курса нефти Brent (Brent) дол./баррель за 2016г.

В 2013 году американскими производителями нефти была заявлена себестоимость одного барреля «нетрадиционной» нефти в штате Техас порядка 15 долларов, а также прогнозировалось снижение себестоимости еще вдвое. Однако эти оценки не учитывали льготную и дотационную политику США и, согласно оценкам аналитиков реальная стоимость находится в районе 60-80 долларов, что намного больше стоимости добычи обычной нефти [1, С. 4].



Источник "Эксперт" на основе EIA и данных компаний

Рис. 2 – Себестоимость добычи нефти на 2015г

Стремительное падение цен на нефть, начавшееся с 2014 года, нанесло серьезный удар по бюджету РФ, также добавились внешнеэкономические факторы.

Несмотря на избыточное предложение нефтяного сырья на мировом рынке, добыча нефти в России наращивает объемы, так, на конец 2016 года она достигнет нового рекордного значения – 539-540 млн. тонн. Связано это с тем, что ограничивать производство на большинстве разрабатываемых традиционных месторождений невыгодно, поскольку сам процесс ограничения добычи достаточно дорогой, кроме того, восстановление добычи на большинстве месторождений будет сопряжено с переходом значительного объема запасов в категорию неизвлекаемых. В мире лишь счетное количество месторождений не подвержены такому риску и крупнейшие из них принадлежат Саудовской Аравии (Saudi Aramco).

Что же касается нетрадиционных источников нефти, то в качестве примера рассмотрим проект разработки Ашальчинского месторождения ПАО «Татнефть» (рис.3).



Рис. 3 – Разработка и добыча СВН

Стоит отметить, что компания «Татнефть» всегда являлась научно-практическим полигоном для всей страны по отработке технологий добычи тяжелой нефти и битумов. В 2006 году на Ашальчинском месторождении впервые в России компанией были внедрены собственные технологии разработки на основе парогравитационного дренирования парными горизонтальными скважинами. С того времени было сооружено 109 горизонтальных скважин и 468 оценочных. Суточная добыча СВН на Ашальчинском месторождении составляла более 1300 тонн.

Объектом промышленного освоения СВН являлся шешминский горизонт уфимского яруса Черемшано-Бастрыкской зоны. Технологическая схема разработки месторождения спроектирована специалистами ТатНИПИнефть.

Для реализации проекта проведен большой комплекс технических мероприятий, включающих создание мощностей газо-, водо-, теплоснабжения, добычи, подготовки и транспортировки сверхвязкой нефти [2].

На февраль 2016 года объем добытой на Ашальчинском месторождении сверхвязкой нефти достиг 1 миллиона тонн, но уже в апреле этого года разработка месторождения была приостановлена. Высокая волатильность мировых цен на нефть, колебания курса национальной валюты не могли не отразиться на экономике предприятия, и было принято решение о временной консервации добычи. Разработка и добыча сверхвязкой нефти целесообразна для «Татнефти», начиная с 46 долларов за баррель.

Разумеется, со стороны правительства страны были предприняты меры по поддержке рентабельности разработки месторождений природных битумов. Так, в ответ на совместную инициативу «Татнефти» и «Лукойла» по созданию благоприятного налогового режима с 2007 года в соответствии с ФЗ №151-ФЗ от 27.07.2006 г. введена нулевая ставка НДС для горизонтов сверхвязкой нефти. А с 1.07.2012 г. этим компаниям предоставлены новые налоговые льготы – по экспортной пошлине, которые принято называть «10-10-10», т.е. для месторождений нефти вязкостью менее 10 тыс. сантипуаз в течение 10 лет будет действовать льготная ставка экспортной пошлины – 10% от обычной. Но даже этих мер оказалось недостаточно [3].

Помимо цены на нефть введенные против РФ международные санкции вынудили руководство инициировать программу импортозамещения в нефтегазовом комплексе России. И если не считать «Татнефть» и «Сургутнефтегаз», которые всегда являлись передовыми компаниями в области инноваций, то в целом картина представлена на Рис.4.



По данным МИНИСТЕРСТВА ЭНЕРГЕТИКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ на 2015г.

Рис. 4 – Соотношение структурных затрат и доли импортного оборудования по состоянию на 2015 г.

В то же время на другом континенте, в провинции Северная Альберта (Канада) - самом большом в мире месторождении тяжелой нефти, ряд крупнейших энергетических компаний заявил, что они не намерены снижать темпы разработки месторождения.



Рис. 5 – Карьерный способ разработки месторождения

В данной работе проводится только обзор состояния добычи на крупнейшем месторождении тяжелых нефтей, но не проводится сравнение возможностей и условий «Canadian Natural Resources» с капитализацией 35 млрд. долларов и ПАО «Татнефть» с 11,2 млрд. долларов ввиду некорректности сравнения.

Запасы провинции Альберта составляют порядка 100 млрд. тонн, способ добычи вырабатывался в США с 1910 годов и теперь разработка месторождения ведется карьерным способом (Рис.5). Это открытая добыча с применением экскаваторов и карьерных автомобилей, экстракции битуминозной массы в специальных сепараторах и центрифугировании промежуточного слоя.

С учетом особенностей технологического процесса «Canadian Natural Resources» на различных этапах уже вложилась в проект на сумму порядка 13 млрд. долларов, капитальные затраты в 2015 году составили 5,5 млрд. долларов и каждый год компания старается увеличить объем добычи. Так, благодаря первоначальным капитальным вложениям и росту добычи им удалось снизить операционные издержки до 31\$ за баррель против почти 80\$ в 2010 г. При этом компания в 2016 году сократила 13% рабочего персонала благодаря автоматизации процессов, а также получила ряд обвинений о невыполнении экологических мероприятий с тяжелыми последствиями (рис.6).



Рис. 6 – Экологические нарушения при добыче нефти из битуминозных песков методом фрекинга

Помимо «Canadian Natural Resources» в разработке месторождения принимают участие «Cenovus Energy», «Royal Dutch Shell», «Total», «Statoil», «Suncor Energy» и «Syncrude Canada» под управлением «ExxonMobil». Все эти компании прогнозируют, что при дальнейшем продолжении периода низких цен на нефть возможны заморозки долгосрочных проектов не только нефтеносных песков, но и глубоководного бурения и проектов Арктики [4].

В заключении обзора авторами приводятся следующие выводы, касающиеся эффективности программы импортозамещения в нефтегазовой отрасли в РФ:

1. Компании-производители не обладают достаточными финансовыми ресурсами, прежде всего, на НИОКР. Кроме этого, производители не имеют гарантий на приобретение уже произведенного оборудования;
2. Отсутствие спроса и заинтересованности со стороны нефтегазовых компаний в развитии производства и повышения конкурентоспособности производимого нефтегазового оборудования. Созданные при госкомпаниях инструменты недостаточно эффективны, о чем говорят реальные показатели уровня импортозамещения в отрасли;
3. Есть необходимость в появлении дополнительных законодательных норм, обязывающих предприятия закупать отечественное оборудование. Необходима дополнительная государственная поддержка российских инжиниринговых предприятий на тендерах, проводимых госкомпаниями, так как на сегодня в противовес существующим инструментам возникла практика ужесточенного отбора возможных отечественных поставщиков, включающая непосильные для малого и среднего бизнеса требования.

Список литературы / References

1. Мамахатов Т.М. Перспективы добычи сланцевой нефти за рубежом и в России // ИЭОПП СО РАН - 2014г.- С. 4.
2. Официальный сайт компании «Татнефть» [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.tatneft.ru> (дата обращения: 12.11.2016).
3. Прощай, битум: дешевый баррель вынудил «Татнефть» законсервировать добычу сверхвязкой нефти [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.realnoevremya.ru/articles/27641> (дата обращения: 12.11.2016).
4. Компании не намерены сворачивать разработку нефтеносных песков в Канаде [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.vedomosti.ru/business/articles/2015/01/13/kompanii-ne-namereny-svorachivat-razrabotku-neftenosnyh> (дата обращения: 12.11.2016).

Список литературы на английском языке / References in English

1. Mamahatov T.M. Perspektivy dobychi slancevoj nefti za rubezhom i v Rossii [Prospects for shale oil production in Russia and abroad]// IEHOPP SO RAN - 2014g.- P.4 [in Russian]
2. Oficial'nyj sajt kompanii «Tatneft» [Official website of the company «Tatneft»] [Electronic resource] - URL: <http://www.tatneft.ru> (accessed 12.11.2016). [in Russian]
3. Proshhaj, bitum: deshevyy barrel' vynudil "Tatneft" zakonservirovat' dobychu sverhvjazkoj nefti [Goodbye, bitumen: cheap barrel forced "Tatneft" mothball production viscous oil] [Electronic resource] – URL: <http://www.realnoevremya.ru/articles/27641> (accessed: 12.11.2016). [in Russian]
4. Kompanii ne namereny svorachivat' razrabotku neftenosnyh peskov v Kanade [The Companies don't intend to curtail the development of oil sands in Canada] [Electronic resource] – URL: <http://www.vedomosti.ru/business/articles/2015/01/13/kompanii-ne-namereny-svorachivat-razrabotku-neftenosnyh> (accessed: 12.11.2016). [in Russian]

DOI: 10.18454/IRJ.2016.54.019

Бабкин Р.С.¹, Абиев З.А.²^{1,2}Аспирант кафедры Взрывного дела,
Санкт-Петербургский Горный Университет;**СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ И ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ
НАПРАВЛЕННЫХ НА СНИЖЕНИЕ ПЫЛЕОБРАЗОВАНИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ
НА КАРЬЕРАХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ****Аннотация**

В работе рассмотрены различные известные методы решения задачи снижения образования мелкодисперсной пыли: изменение диаметра скважин, использование зарядов с воздушным промежутком, применение пеногелевых забоек и другие. Представлены зависимости интенсивности образования различных фракций пыли и ее плотности на разных интервалах от центра проведения взрыва применительно к условиям карьеров по добыче строительных материалов. Описаны методики лабораторных и экспериментальных испытаний, проводимые на территории РФ. Указаны основные вопросы, связанные с повышением точности проводимых исследований.

Ключевые слова: мелкодисперсная пыль, взрыв, диаметр заряда, забойка, буровзрывные работы.

Babkin.R.S.¹, Abiev Z.A.²^{1,2}Postgraduate student,
St. Petersburg Mining University**CURRENT TRENDS EXPERIMENTAL AND THEORETICAL RESEARCH AIMED AT REDUCING DUST
DURING BLASTING AT THE QUARRY BUILDING MATERIALS****Abstract**

The paper discusses the various known methods of solving the problem of reducing the formation of fine dust: changing the diameter of the wells, the use of charges with an air gap, the use of people as the tamping and others. Shows the dependences of the intensity of the formation of various dust fractions and their density at different intervals from the center of the explosion in relation to the conditions of quarries for extraction of construction materials. The techniques of laboratory and experimental tests carried out on the territory of the Russian Federation. Indicate the main issues related to the increase in the accuracy of the research.

Keywords: fine dust, explosion, diameter of charge, tamping, blasting work.

Буровзрывные работы предшествуют остальным технологическим процессам разработки (выпуску руды, экскавации, транспортированию и т.д.) и в значительной мере обуславливают производительность горнотранспортного оборудования, безопасность труда и экономичность работ в целом. Поэтому в настоящее время на предприятиях взрывные работы являются одним из важнейших технологических процессов.

При эксплуатации карьеров строительных материалов наиболее сильными источниками выделения пыли являются такие технологические процессы, как бурение, проведение массовых взрывов, погрузочные работы и транспортирование горной породы. На долю экскавации горной массы и проведения взрывных работ в итоге приходится порядка 60-80% от общей массы выбрасываемой мелкодисперсной пыли в атмосферу рабочей зоны карьера [1].

Экспериментальными и теоретическими исследованиями доказано [2], что наиболее негативными по признаку начального формирования пылегазового облака и выхода мелкодисперсной пыли являются буровзрывные работы. Доказано, что при бурении горных пород, в атмосферу выделяется 50-60% общего объема пыли, при проведении взрывных работ 30-40% и около 10% составляют остальные процессы (дробление негабаритов, транспортировка, погрузка горной породы и др.).

В настоящее время, практически на всех карьерах по добыче строительных материалов, основным способом дробления горной породы являются буровзрывные работы. Именно поэтому, проблема снижения пылеобразования является актуальной для горнодобывающей отрасли.

Для определения количества мелкодисперсной пыли, образовавшейся при проведении массовых взрывов, используется численная методика расчетов. Основу методики составляют основные параметры БВР: диаметр заряда, скорость детонации ВВ и его плотность, а также свойства взрывающегося блока. Данная методика основывается на кинетике накопления наведенной трещиноватости в горных породах при влиянии взрывных нагрузок [3]. Для подтверждения возможности использования данной методики в условиях карьеров по добыче строительных материалов Ленинградской области проводились промышленные эксперименты с использованием образцов горных пород [4]. Модель проведения лабораторных испытаний представлена на рисунке 1.



Рис. 1 – Схема расположения взрывающего блока во взрывной камере

В настоящее время в Ленинградской области одними из активно-эксплуатирующихся являются карьеры по добыче гранитов и гранито-гнейсов «Каменногорского Карьероуправления». Объем добычи составляет порядка $1282000 \text{ м}^3/\text{год}$, а удельный расход ВВ в среднем составляет $0,9 \text{ кг на } 1 \text{ м}^3$. С уверенностью можно сказать, что большие объемы производства буровзрывных работ при подготовке разрушенных горных пород к переработке приводят к негативному воздействию на окружающую среду.

Для оценки количества выделяемой пыли в условиях карьеров строительных материалов «Каменногорского Карьероуправления» был проведен расчет массы различных пылевых фракций, образующиеся от взрывов различных типов ВВ при разном диаметре скважин, на 1 п.м. удлинённого скважинного заряда [4]. Полученные данные показаны в таблице 1.

Таблица 1 – Массы пылевых фракций, образовавшихся при проведении взрывов различных типов ВВ в зависимости от скорости детонаций (D) и диаметров скважин ($d_{\text{скв}}$)

| Тип ВВ | Плотность ВВ кг/м^3 | $d_{\text{скв}}, 10^{-3} \text{ м}$ | D, м/с | Суммарная масса пыли, кг | | | Общая масса пыли, кг |
|-----------------|------------------------------|-------------------------------------|--------|--------------------------|-------------------|--------------------|----------------------|
| | | | | Фракция 0-40 мкм | Фракция 40-75 мкм | Фракция 75-150 мкм | Фракция 0-150 мкм |
| Аммонит №6 ЖВ | 950 | 252 | 4500 | 0,0005774 | 0,0067325 | 0,1963744 | 0,2036799 |
| | | 220 | | 0,0002094 | 0,0034388 | 0,1143124 | 0,1179494 |
| | | 130 | | 0,0002367 | 0,0043175 | 0,1378195 | 0,1423737 |
| | | 112,5 | | 0,0001916 | 0,0025991 | 0,0777295 | 0,0805201 |
| | | 75 | | 0,0000471 | 0,0004751 | 0,0158132 | 0,0158132 |
| | 1200 | 252 | 5300 | 0,0003921 | 0,0085637 | 0,2769413 | 0,2858973 |
| | | 220 | | 0,0001990 | 0,0052368 | 0,1619422 | 0,1673758 |
| | | 130 | | 0,0001917 | 0,0058285 | 0,1990324 | 0,2050524 |
| | | 112,5 | | 0,0001521 | 0,0035891 | 0,1112355 | 0,1149766 |
| | | 75 | | 0,0000382 | 0,0006925 | 0,0213606 | 0,0220913 |
| Граммонит 79/21 | 870 | 252 | 4300 | 0,0002678 | 0,0054901 | 0,1784975 | 0,1842553 |
| | | 220 | | 0,0001298 | 0,0032275 | 0,1032325 | 0,1065898 |
| | | 130 | | 0,0001167 | 0,0039925 | 0,1293182 | 0,1334273 |
| | | 112,5 | | 0,0001626 | 0,0024056 | 0,0723545 | 0,0747727 |
| | | 75 | | 0,0000188 | 0,0003935 | 0,0140392 | 0,0144513 |
| | 1200 | 252 | 4800 | 0,0003655 | 0,0075812 | 0,2275875 | 0,2355329 |
| | | 220 | | 0,0001737 | 0,0040551 | 0,1332862 | 0,1375149 |
| | | 130 | | 0,0002509 | 0,0052945 | 0,1623051 | 0,1667758 |
| | | 112,5 | | 0,0001292 | 0,0030121 | 0,0916806 | 0,0948216 |
| | | 75 | | 0,0000266 | 0,0006039 | 0,0178261 | 0,0184566 |
| Сибирит | 1000 | 252 | 5080 | 0,0003071 | 0,0085108 | 0,2516421 | 0,2604623 |
| | | 220 | | 0,0002035 | 0,0049103 | 0,1435513 | 0,1486651 |
| | | 130 | | 0,0002291 | 0,0056401 | 0,1570636 | 0,1629327 |
| | | 112,5 | | 0,0001223 | 0,0033461 | 0,1012376 | 0,1047061 |
| | | 75 | | 0,0000272 | 0,0006363 | 0,0195973 | 0,0202604 |
| | 1200 | 252 | 6000 | 0,0005466 | 0,0112704 | 0,3554861 | 0,3673031 |
| | | 220 | | 0,0003112 | 0,0066058 | 0,2077592 | 0,2146762 |
| | | 130 | | 0,0003944 | 0,0078848 | 0,2534563 | 0,2617354 |
| | | 112,5 | | 0,0002114 | 0,0043745 | 0,1418511 | 0,1464366 |
| | | 75 | | 0,0000301 | 0,0008988 | 0,0279278 | 0,0228567 |

Анализируя Таблицу 1, можно утверждать, что при уменьшении диаметра скважины линейно уменьшается количество образовавшейся мелкодисперсной пыли. Также, при применении ВВ с меньшей скоростью детонации, можно уменьшить пылеобразование на 15-20%.

Для установления распределения частиц пыли по размеру и изучения оседания различных пылевых фракций проводились промышленные эксперименты [4]. Данные эксперименты проводились по методике, которая основана на инструментальных измерениях концентрации пыли различной фракции у поверхности земли на различном расстоянии относительно места проведения взрыва.

В первом случае использовались удлиненные скважинные заряды с рассредоточенным воздушным промежутком. Испытание проводилось на карьере «Островский», блок №1. Тип используемого ВВ – граммонит 79/21, диаметр скважины равен 165мм [5]. Зависимость выхода массы пылевых фракций от расстояния показана на рис.2.

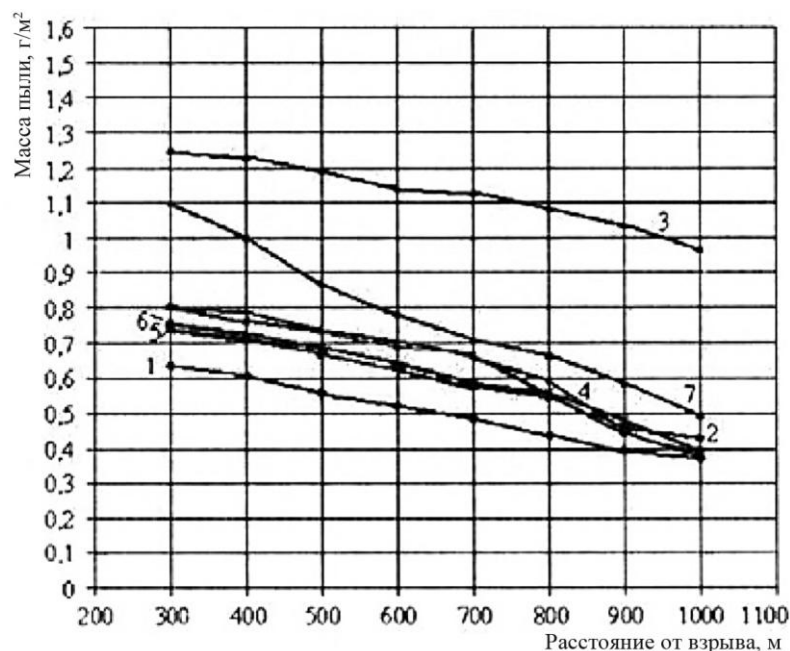


Рис. 2 – Распределение частиц пыли по размеру: 1 - 30 мкм, 2 – 30–70 мкм, 3 – 70–100 мкм, 4 – 100–140 мкм, 5 – 140–200 мкм, 6 – 200–300 мкм, 7 – 300–400 мкм

Во втором случае, при штатном взрыве, использовался сплошной колонковый заряд. Испытание проводилось на карьере «Каменногорский», блок №14. Тип используемого ВВ – граммонит 79/21, диаметр скважины равен 165мм, забойка из буровой мелочи [5]. Данные представлены на рис.3.

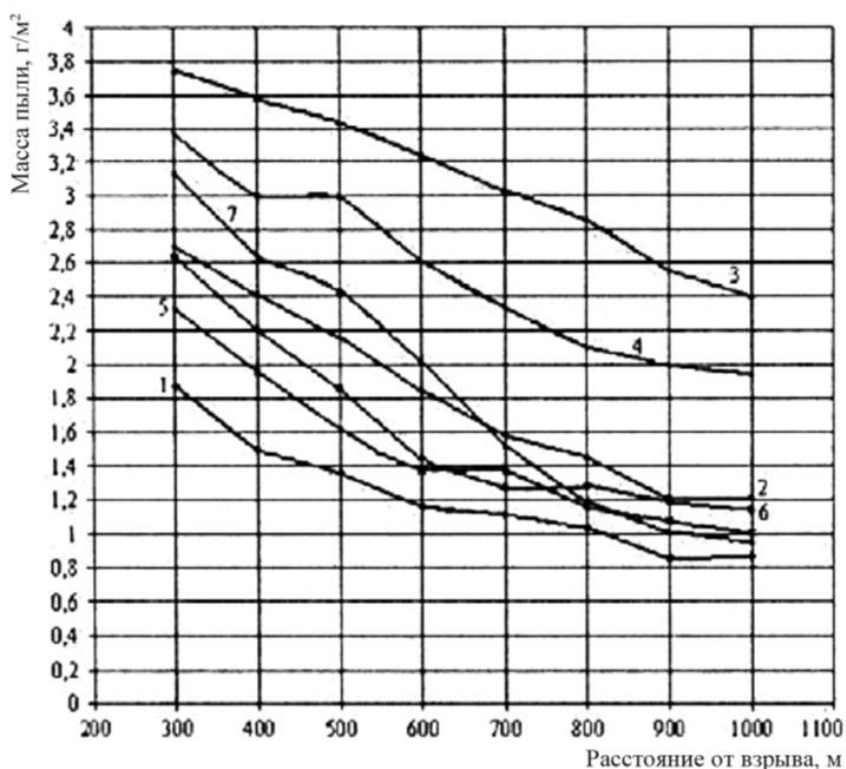


Рис. 3 – Распределение частиц пыли по размеру: 1 - 30 мкм, 2 – 30–70 мкм, 3 – 70–100 мкм, 4 – 100–140 мкм, 5 – 140–200 мкм, 6 – 200–300 мкм, 7 – 300–400 мкм

Анализируя рис. 1, 2 можно утверждать, что при применении зарядов с воздушным промежутком, пылеобразование снижается на 25-30%.

В одном ряду с изменением конструкции заряда, подбора типа ВВ, применении скважин меньшего диаметра, но реже используются забойки усиленного запирающего действия. Для снижения пылегазовых выбросов и повышения качества дробления горной породы при ведении взрывных работ одним из технически осуществимых методов является применение низкоплотных, многокомпонентных смесей - пеногелей.

Пеногель изготавливается из 1,5-3% водного раствора пеногелеобразующих веществ. Количество жидкости в данной забойке влияет на ее пылеподавляющие свойства. В момент взрыва, пеногелевая забойка выбрасывается в атмосферу вместе с продуктами взрыва в виде пузырьков и мелких капель, которые являются центрами коагуляции пыли.

Выбор длины участка скважины, который заполняется низкоплотным составом, определяется так, чтобы эффект запирания был ниже зоны интенсивной трещиноватости породы [6].

Для определения влияния типа забойки на образование ПГО при ведении взрывных работ на разрезе ОАО «Междуречье» были проведены экспериментальные массовые взрывы с двумя разными типами забоек: 1) с буровой мелочью 2) пеногелевой. Конструкции зарядов приведены на рис.4.

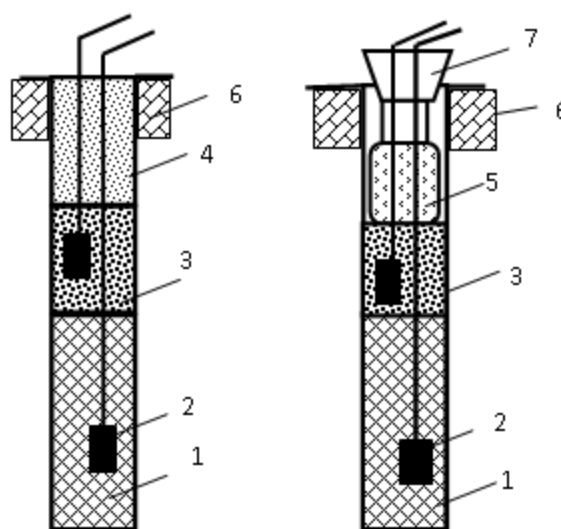


Рис. 4 – Конструкции зарядов: а – с буровой мелочью; б – с пеногелевой забойкой; 1 – заряд эмульгата ППВ-В; 2 – шашка; 3 – заряд гранулита ПС-2; 4 – буровая мелочь; 5 – пеногель в рукаве; 6 – зона интенсивной трещиноватости массива; 7 – воронка с рукавом

Тип взрывааемых пород: песчаники средней крепости $f=6-8$, глубина скважин 16м, диаметр 250мм.

После проведения экспериментальных взрывов было выявлено, что высота подъема облака при использовании забойки из буровой мелочи составляет 70-100м, а при использовании пеногелевой в 1,7-2 раза меньше. Величина удельной массы пыли, осевшей на расстоянии до 50 м от взрыва при пеногелевой забойке, составляет более 94 % всей мелкодисперсной пыли ($< 250 \text{ мкм}$), а при забойке из буровой мелочи это расстояние составляет около 90 м.

Анализируя влияние пеногелевой забойки на процесс распространения мелкодисперсной пыли, можно утверждать, что применение данного типа забойки позволяет уменьшить расстояние сноса пыли в 1,8 раза. Однако, данный способ основан на увеличении запирающего действия забойки, а не на уменьшении образования мелкодисперсной пыли в зоне переизмельчения. Также применение указанной конструкции заряда несколько усложняет технологический процесс, а при увеличении запирающего эффекта может увеличиться зона переизмельчения горной породы.

Таким образом, на данный момент, существующие способы борьбы с выбросами мелкодисперсной пыли при проведении массовых взрывов на карьерах строительных материалов основаны на ее нейтрализации различного рода растворами, пылесвязывающими добавками, применении различных типов ВВ, конструкций заряда и способов взрывания. Однако, несмотря на огромный объем исследований и достигнутые успехи внедрения различных способов снижения пылеобразования в настоящее время не существует научно-обоснованного подхода к определению рациональных параметров БВР, снижающих пылеобразование на начальной стадии взрыва.

Список литературы / References

1. Зыков Ю.Н. Выпадение пыли из газопылевого облака при массовом взрыве на карьере / Ю.Н.Зыков Л.М. Перник // Межвузовский сборник научных трудов «Вентиляция шахт и рудников». – Л.: Издательство ЛГИ, 1980. – №7. – С. 53-57.
2. Бересневич П.В. Оценка процесса взметывания осевшей пыли после массовых взрывов в карьерах / П.В. Бересневич // Межвузовский сборник научных трудов «Неделя горняка». – М.: Издательство МГГУ, 2001. С. 45-48.
3. Менжулин М.Г. Формирование пылевых фракций при взрывном разрушении горных пород / М.Г. Менжулин // Межвузовский сборник научных трудов «Взрыв». – А.: Издательство ИГД, 1997. С. 152-155.
4. Ларичев А.Ю. Влияние параметров буровзрывных работ на процесс образования пылегазового облака / А.Ю. Ларичев // Сборник Известия СПбГТИ (ТУ). – 2009. – № 6(32). – С. 60–62.

5. Ларичев, А.Ю. К вопросу влияния конструкции заряда на пылеобразование при производстве взрывных работ на карьерах / А.Ю. Ларичев // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2012. – № 5. – С. 352-357.
6. Катанов И.Б. Совершенствование конструкции скважинного заряда с пеногелевой забойкой / И.Б. Катанов // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2015. – №5. – С.43-46.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Zykov Yu.N. Vypadenie pyli iz gazopylevogo oblaka pri massovom vzryve na kar'ere [Loss of dust from the dust cloud at a mass explosion on career] / Yu.N. Zykov, L.M. Pernik // Mezhvuzovskij sbornik nauchnyh trudov «Ventiljacija shaft i rudnikov» [Interuniversity collection of scientific papers "Ventilation of mines"]. – L.: Izdatelstvo LGI, 1980. – №7. – P. 53-57. [In Russian]
2. Beresnevich P.V. Ocenka processa vzmetyvaniya osheshej pyli posle massovyh vzryvov v kar'erah [Evaluation process of cock settled dust after massive explosions in quarries] / P.V. Beresnevich // Mezhvuzovskij sbornik nauchnyh trudov «Nedelja gornjaka» [Interuniversity collection of scientific papers "Week of the miner"]. – M.: Izdatelstvo MGGU, 2001. – P. 45-48. [In Russian]
3. Menzhulin M.G. Formirovanie pylevyh frakcij pri vzryvnom razrushenii gornyh porod [Formation of dust fractions of explosive destruction of rocks] / M.G. Menzhulin // Mezhvuzovskij sbornik nauchnyh trudov «Vzryv» [Interuniversity collection of scientific papers "Explosion"]. – A.: Izdatelstvo IGD, 1999. – P. 152-155. [In Russian]
4. Larichev A.Yu. Vlijanie parametrov burov-zryvnyh rabot na process obrazovaniya pylegazovogo oblaka [Influence of parameters of drilling and blasting operations on the formation of dust and gas clouds] / A.Yu. Larichev // Sbornik Izvestija SPbGTI (TU) [Collection News of St. Petersburg Mining University]. – 2009. – №6 (32). – P. 60-62. [In Russian]
5. Larichev A.Yu. K voprosu vlijanija konstrukcii zarjada na pyleobrazovanie pri proizvodstve vzryvnyh rabot na kar'erah [To the question influence of construction charge on process of formation dust clouds at production of blasting works on quarry] / A.Yu. Larichev // Gornyj informacionno-analiticheskij bjulleten' [Mining informational and analytical bulletin]. – 2012. – №5. – P. 352-357. [In Russian]
6. Katanov I. B. Sovershenstvovanie konstrukcii skvazhinno go zarjada s penogelevoj zabojkoj [Improving the design of borehole charge with peoplewas the tamping] / I.B. Katanov // Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvenno go tehničeskogo universiteta [Bulletin of the Kuzbass State Technical University]. – 2015. – №5. – P.43-46. [In Russian]

DOI: 10.18454/IRJ.2016.54.014

Береговой Д.В.

ORCID: 0000-0001-8924-7074, Аспирант,

Санкт-Петербургский горный университет

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ТРИГОНОМЕТРИЧЕСКОГО НИВЕЛИРОВАНИЯ ПОВЫШЕННОЙ ТОЧНОСТИ

Аннотация

В статье на основе репрезентативных данных обосновывается методика тригонометрического нивелирования, которая повышает производительность труда по сравнению с государственным геометрическим нивелированием IV–II классов и не уступает ему в точности. Это возможно за счет того, что размер плеч может достигать 250 м, а в комплексных работах используется лишь один прибор. Приводится пример расчета инструментальной точности тахеометра Sokkia SET1130.

Ключевые слова: тригонометрическое нивелирование, тахеометр, высота, методика, повышенная точность, высокая производительность труда, превышение.

Beregovoi D.V.

ORCID: 0000-0001-8924-7074, Postgraduate student,

Saint-Petersburg Mining University

RESEARCH AND DEVELOPMENT OF THE METHODS OF PRECISION TRIGONOMETRIC LEVELING

Abstract

On the basis of representative data based method of trigonometric leveling, which increases productivity compared with the national geometrical leveling IV-II class and is not worse than it exactly. This is possible, because distances between stations can be 250 m, it need only one instruments for complex survey and also this method haven't main error of standard trigonometric leveling. An example of the calculation of instrumental precision of total station Sokkia SET1130.

Keywords: trigonometric leveling, total station, height, technique, high accuracy, high productivity, relative height.

Тригонометрическое нивелирование – это процесс определения превышений между точками местности наклонным лучом [2, С. 91].

Классический метод тригонометрического нивелирования был придуман достаточно давно и с тех пор несколько не изменился. Стоит обратиться к любому учебнику или инструкции, и там не будет ни слова, посвященного тригонометрическому нивелированию, которое бы рассматривалось наравне с геометрическим. В специализированной геодезической литературе [1, С. 35-41] приведены сведения о применении тригонометрического нивелирования при выполнении точных работ, но эти данные не систематизированы (не существует единой методики). Однако активное внедрение в производство современных электронных тахеометров позволяет выполнить нивелирования наклонным лучом с высокой точностью [3, С. 17].

Предлагаемая методика повышения точности тригонометрического нивелирования предусматривает возможность замены им государственного геометрического нивелирования IV–II классов точности.

Актуальность исследования не вызывает сомнения, поскольку, во-первых, длина плеч в тригонометрическом нивелировании может достигать 250 м, а, следовательно, значительно сокращается время работы. Во-вторых, при комплексных съемках нет необходимости использовать несколько приборов – все измерения производятся тахеометром. И, в-третьих, в настоящее время существуют инструкции [5, С. 20] запрещающие использование тригонометрического нивелирования, отдавая предпочтение техническому геометрическому, несмотря на то, что в современных условиях тригонометрическое не уступает, и даже превосходит техническое.

Классический метод тригонометрического нивелирования имеет целый ряд источников грубых ошибок. Это:

- неточность определения высот прибора и визирования;
- неточный учет поправок за влияние рефракции и кривизны Земли;
- перефокусировка трубы, вследствие разных расстояний от прибора до рейки на станциях [2, С. 109-112].

Предлагаемая же методика позволяет свести влияние большинства ошибок к минимуму.

Перейдем к описанию методики (рис. 1): тахеометр устанавливается примерно посередине между двумя точками, превышение которых нужно определить. На пункты устанавливаются рейки. Далее трубу тахеометра выставляют так, чтобы зенитное расстояние было равно 90° , после чего наводятся на ближайший целый штрих рейки. В данном методе не нужно измерять высоты прибора и визирования, в связи с тем, что методика аналогична геометрическому нивелированию: превышение между пунктами находится как разность превышений от первого пункта до тахеометра, и от него до второй точки. Следовательно, исключаются основные недостатки классического способа.

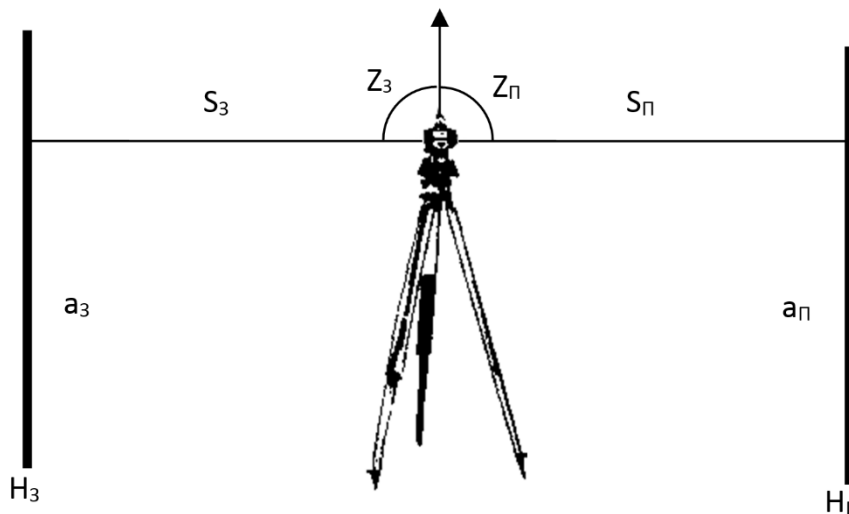


Рис. 1 – Схема методики тригонометрического нивелирования

Все измерения выполняют в определенной последовательности. Берут отсчеты по:

- Задней рейке при КЛ;
- Передней рейке при КЛ;
- Передней рейке при КП;
- Задней рейке при КП.

Перечисленные действия повторяются при другом горизонте прибора или по дополнительной шкале рейки. Следовательно, на каждой станции должно быть выполнено как минимум два приема.

При переходе на следующую станцию передняя рейка остается на месте (становится задней), а задняя переносится на следующую точку (становится передней).

После завершения прямого хода, для повышения точности рекомендуется сделать обратный.

Рассмотрим, какие допуски необходимо соблюдать в тригонометрическом нивелировании для достижения точности геометрического II, III и IV классов.

В предложенной методике по замене IV класса геометрического нивелирования основные требования в практически полностью совпадают с приведенными в инструкции государственного геометрического нивелирования IV класса. Исключение составляет только длина плеч, которая предрасчитывается. При правильном выборе инструмента, она может достигать до 250 м, что значительно больше, в сравнении с геометрическим нивелированием IV класса – 100 м.

III класс. Методика аналогична изложенной выше. Значение длины плеч предрасчитывается и разность плеч может достигать до 5 м, а накопления до 10 м. В геометрическом же нивелировании допуски гораздо строже – 2 и 5 м соответственно. Это стало возможно в связи с тем, что отпадает необходимость строгого соблюдения равенства плеч из-за отсутствия влияния угла i , который у нивелира искажает отсчет по рейке, а при использовании тахеометра отсчет мог бы быть искажен из-за места зенита, но данная ошибка компенсируется наведением при двух кругах. Следовательно, можно более грубо (глазомерно) определять середину между точками. Остальные требования аналогичны приведенным в государственной инструкции.

II класс. Разность плеч и накопление их тоже достигают 5 и 10 м соответственно, что позволяет не использовать фал, который необходим согласно государственной инструкции (допуск на разность плеч 1 м, а накопления 2 м). Длина плеч также как и выше предрасчитывается. Остальные требования аналогичны приведенным в государственной инструкции.

Предрасчет точности выполняется перед полевыми работами. Его главная задача – обосновать методику измерений, выбрать правильный прибор и рассчитать необходимую точность.

Формула (1) для нахождения превышения содержит в себе две составляющие: инструментальную ошибку и ошибку внешних факторов:

$$m_h^2 = m_{\text{инстр}}^2 + m_{\text{внеш}}^2 \quad (1)$$

Инструментальная ошибка может быть рассчитана по формуле (2):

$$m_{h \text{ инстр}}^2 = m_s^2 \cdot \cos^2 z + S^2 \cdot \sin^2 z \cdot \frac{m_z^2}{\rho^2} \quad (2)$$

Остаточная ошибка внешних факторов зависит от выбранной методики. Инструментальная точность была рассмотрена на примере тахеометра Sokkia SET1130r3 [4].

Исходя из того, что согласно методике, на пункте сначала устанавливают значение зенитного расстояния равным 90° , а далее наводят на ближайший целый штрих, то вертикальное смещение луча от горизонтали составит не более $\frac{1}{2}$ цены деления рейки, например, для РН-05 половина цены деления составляет 2,5 см, а значит отклонение горизонтального угла для расстояния 100 м составит менее $1''$ ($\delta_{\text{max}} = 1''$). Следовательно, это максимальное значение отклонения от горизонтали, которое может получиться при измерении предложенным методом для данной рейки. На таких достаточно малых отклонениях, влияние рефракции можно принять таким же, как и для горизонтального луча.

Подставляя в формулу (2) значения S равным 100 м, $z = 90^\circ - \delta_{\text{max}} = 89^\circ 59'$, $\rho = 206\,265''$ и $m_s = 3 + 2 \cdot 0,1 = 3,2$ мм и $m_z = 1''$ согласно паспорту прибора, получим значения инструментальных ошибок измерения превышения на станции от тахеометра до рейки $m_h = 0,49$ мм и значение на км двойного хода – $1,1$ мм.

Максимальное значение инструментальной ошибки на км двойного хода для II класса геометрического нивелирования составляет $1,5$ мм. Таким образом эта ошибка для тахеометра Sokkia Set 1130r3 при измерении превышений с длинами плеч до 100 м удовлетворяет требованиям геометрического нивелирования II класса.

Для изучения методики и подтверждения, приведенных ранее теоретических положений, был проложен замкнутый ход. Анализ полученных результатов полностью подтвердил теорию: получено значительное повышение производительности труда при сохранении точности государственного геометрического нивелирования IV–II классов.

В завершение можно выделить несомненные достоинства метода:

- возможность использования тригонометрического нивелирования взамен государственного геометрического нивелирования;
- использование одного прибора для комплексных измерений. В качестве примера можно привести создание плано-высотного обоснования для разбивочных работ в строительстве;
- можно предрасчитать предельное значение зенитного расстояния на станциях исходя из заданной точности, что может позволить применять данный метод в холмистой и низкорослой местности;
- в тригонометрическом нивелировании можно использовать более длинные плечи, тем самым работы выполняются быстрее.

Список литературы / References

1. Карлсон А.А. Руководство по натурным наблюдениям за деформациями гидротехнических сооружений и их оснований геодезическими методами. – М.: Энергия. 1980. – С. 35–41.
2. Корнилов Ю.Н. Геодезия. Топографические съемки / Санкт-Петербург. горный ин-т. – СПб. 2009. – С. 91, 109–112.
3. Никонов А.В., Рахымбердина М.Е. Исследование точности измерения превышений электронным тахеометром высокой точности в полевых условиях // Вестник СГГА. – 2013. – № 1 (21). – С. 16–26.
4. Руководство пользователя. Электронный тахеометр Sokkia SET1130r3. С. 182.
5. СП 11-104-97. Свод правил «Инженерно-геодезические изыскания для строительства. Основные положения». Введен 01.01.2001 г. Госстрой России. М.: ПНИИИС. Госстрой России, – 2000. Часть II, раздел 5.2.28. С. 20.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Karlson A.A. Rukovodstvo po naturnym nabludeniya za deformatciyami gidrotekhnicheskikh sooruzheniy i ikh osnovaniy geodezicheskimi metodami [Guidance on field observations for deformations of hydraulic structures and its foundations using geodetic methods]. – М.: Energiya. 1980. – P. 35–41. [in Russian]
2. Kornilov Y.N. Geodeziia. Topograficheskie s'emki [Geodesy. Topographic surveys] / Sankt-Peterburg gornyi in-t. – SPb. 2009. – P. 91, 109–112. [in Russian]
3. Nikonov A.V., Rakhymberdina M.E. Issledovanie tochnosti izmereniya prevysheni elektronnyim takheometrom vysokoy tochnosti v polevykh usloviyakh [Research of accuracy of relative height measurement using precision electronic total station in the field works] // Vestnik SGGA. – 2013. – № 1 (21). – P. 16–26. [in Russian]
4. Operator's manual. Reflectorless total station Sokkia SET1130r3. P. 182.
5. SP 11-104-97. Svod pravil «Inzhenerno-geodezicheskie izyskaniya dlya stroitel'stva. Osnovnye polozheniya» [Rulebook "Topographical survey for construction. Fundamentals]. From 01.01.2001. Gosstroy Rossii. M.: PNIIS. Gosstroy Rossii, – 2000. Chapter II, section 5.2.28. P. 20. [in Russian]

DOI: 10.18454/IRJ.2016.54.226

Гайдукова Е.В.

ORCID: 0000-0002-3547-5538, Кандидат технических наук,

Российский государственный гидрометеорологический университет (РГГМУ), г. Санкт-Петербург

ЗАДАНИЕ ПАРАМЕТРОВ МЕТОДА ФРАКТАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ РЯДОВ, ОСНОВАННОГО НА КОРРЕЛЯЦИОННОМ ИНТЕГРАЛЕ**Аннотация**

При разработке математических моделей гидрологических процессов используется метод фрактальной диагностики, позволяющий определить дробную размерность временных рядов. Для оптимизации алгоритма определения фрактальной (корреляционной) размерности рассмотрены вопросы задания значений временной сдвиги и параметра корреляционного интеграла (числа диапазонов). Исследованы зависимости указанных характеристик от коэффициента автокорреляции и среднеквадратического отклонения временного гидрологического ряда. Получено, что для ряда с малым значением среднеквадратического отклонения следует назначать большее число диапазонов.

Ключевые слова: гидрология, анализ временных рядов, корреляционная размерность, ряды расходов воды, ряды скоростей потока.

Gaidukova E.V.

ORCID: 0000-0002-3547-5538, PhD in Engineering,

Russian State Hydrometeorological University (RSHU), Saint-Petersburg

SETTING THE PARAMETERS OF THE FRACTAL METHOD OF DIAGNOSIS OF HYDROLOGICAL SERIES BASED ON THE CORRELATION INTEGRAL**Abstract**

In the development of mathematical models of hydrological processes a method of fractal diagnosis is used, allowing to determine the fractional dimension of the time series. To optimize the algorithm for determining the fractal (correlation) dimension the issues about the values of time shift and the parameter of the correlation integral (number ranges) are considered. The dependence of these characteristics from the autocorrelation coefficient and standard deviation hydrological series are investigated. It was found that for series with low-value standard deviation should be given a greater ranges number.

Keywords: hydrology, time series analysis, correlation dimension, series of water discharge, series flow rates.

Введение

Для нахождения числа фазовых переменных гидрологических систем используется метод фрактальной диагностики, основанный на корреляционном интеграле. Этот метод является наиболее подходящим (по сравнению с методами, основанными на оценке амплитудной вариации и на R/S-анализе) при составлении математических моделей. Он показывает, сколько переменных участвует в изучаемом процессе, тем самым предоставляет необходимую информацию для надежных прогнозов. У этого метода есть и недостатки: он сложнее остальных, более трудоемок, а так же требует продуманного подбора расчетных параметров [1].

В данном методе последовательность измерений (например, расхода воды Q), взятая с временной сдвижкой τ ($Q(t), Q(t + \tau), Q(t + 2\tau), \dots$), рассматривается в качестве компонент вектора, описывающего систему. По рядам со сдвигами строятся псевдоаттракторы ($Q(t) = f(Q(t + \tau))$ и т. д.), для каждого из которых определяется нарастающий (стремящийся к единице) корреляционный интеграл $C(r)$ (или корреляционная сумма – отношение числа точек, расстояния между которыми меньше заданных расстояний r , к общему числу точек), входящий в выражение для вычисления фрактальной (корреляционной) размерности [2]: $D = \lim_{r \rightarrow 0} (\ln C(r) / \ln r)$. Результатом

вычисления является неизменяющееся значение размерности при последовательных сдвигках τ , т. е. кривая насыщения становится прямой. Фрактальные размерности позволяют оценить минимальное число фазовых переменных (целое число, непосредственно следующее за фрактальной размерностью), необходимое для надежного моделирования и прогнозирования изучаемых процессов.

В данном исследовании ставится задача определения зависимостей, которые позволили бы оптимизировать процесс задания числа сдвижек (τ) и числа диапазонов (r) при расчете корреляционной размерности.

Исходные данные

Для решения вышеуказанной задачи были отобраны ряды наблюдений за расходами воды (табл. 1) и ряды скоростей открытого потока (табл. 2):

1. Были взяты репрезентативные бассейны для Европейской территории России. Выбирались посты, замыкающие зональные площади водосборов, с продолжительностью рядов наблюдений, позволяющей при необходимости применить метод гидрологической аналогии для восстановления и удлинения рядов. Период наблюдений для всех станций составляет не менее 40 лет, в среднем до 1990 года. Площади водосборов находятся в диапазоне от 1500 до 50000 км².

2. Для связи предполагаемого числа фазовых переменных с коэффициентом автокорреляции были отобраны самые продолжительные ряды наблюдений за расходом воды по всему миру. Использовался источник «Расходы воды избранных рек мира» [3], который также продублирован на Интернет-сайте [4], содержащем более длинные ряды наблюдений по некоторым речным бассейнам.

3. Для построения графика зависимости числа диапазонов при определении корреляционной размерности от среднеквадратического отклонения ряда расходов воды было взято в рассмотрение несколько малых рек.

Таблица 1 – Выбранные речные бассейны

| Река | Станция | F , км ² | h , мм | Продолжительность, годы |
|---|---------------|-----------------------|----------|-------------------------|
| Водосборы Европейской территории России | | | | |
| Цильма | Трусово | 20900 | 340 | 44 |
| Пеза | Игумново | 12000 | 324 | 45 |
| Пижда | Боровая | 4890 | 298 | 62 |
| Пинега | Кулогоры | 36700 | 314 | 56 |
| Яренга | Тохта | 4930 | 276 | 42 |
| Печора | Якша | 9620 | 493 | 57 |
| Чепца | Глазов | 9750 | 216 | 44 |
| Утроя | Большая Губа | 2970 | 176 | 49 |
| Уфа | Красноуфимск | 14200 | 214 | 59 |
| Ай | Лаклы | 6440 | 231 | 68 |
| Угра | Товарково | 15300 | 181 | 61 |
| Сызранка | Репьевка | 4380 | 108 | 53 |
| Цна | Княжево | 13600 | 106 | 74 |
| Самара | Елшанка | 22800 | 64 | 52 |
| Оскол | Старый Оскол | 2060 | 100 | 51 |
| Мировые водосборы | | | | |
| Susquehanna (США) | Harrisburg | 62419 | 490 | 92 |
| Massena (США) | Massena | 764600 | 283 | 122 |
| Elbe (Чехия) | Decin | 51104 | 187 | 133 |
| Vuoksi (Финляндия) | Imatra | 61275 | 303 | 137 |
| Loire (Франция) | Blois | 38240 | 300 | 116 |
| Loire (Франция) | Montjean | 110000 | 239 | 116 |
| Danube (Румыния) | Drobeta-Turnu | 576232 | 298 | 148 |
| Vannern (Швеция) | Vanersborg | 46830 | 358 | 177 |
| Niagara (Канада) | Queenston | 686000 | 251 | 108 |
| Columbia (США) | Columbia | 613830 | 8 | 95 |
| Унжа (РФ) | Макарьев | 18500 | 33 | 98 |
| Тихвинка (РФ) | Горелуха | 3910 | 157 | 98 |
| Водосборы малых рек | | | | |
| Кайнар | Севирово | 814 | 51 | 49 |
| Когильник | Хынчешть | 179 | 46 | 51 |
| Малый Чулук | Теленешты | 566 | 33 | 59 |
| Реут | Бельцы | 1080 | 41 | 60 |
| Ягорлык | Дойбаны | 1220 | 25 | 56 |

4. В Российском государственном гидрометеорологическом университете на кафедре гидрофизики и гидропрогнозов были проведены эксперименты по фрактальному диагностированию открытых потоков в гидравлическом лотке, в результате которых получены ряды скоростных пульсаций [5, С. 61]. Некоторые ряды были использованы и в данном исследовании, характеристика которых приведена в табл. 2. Кроме лабораторных данных были использованы и результаты натурных измерений (осредненные скоростные ряды) при проведении исследований на р. Тверце [6] (см. табл. 2). В 1959 году на ней были проведены обширные натурные исследования неустановившегося движения, которое вызывалось специально организованными пусками с Новотверецкой ГЭС. Некоторые створы были оборудованы вертушками, проводившими непрерывную регистрацию скорости. Выбирались те створы, на которых влияние пусков на скоростной режим незначительно, т. к. фрактальная диагностика дает более достоверные результаты, полученные по статистически стационарным рядам.

Таблица 2 – Характеристика рядов пульсации скоростей и рядов скоростей течения р. Тверцы

| Эксперимент / опыт | Продолжительность ряда | Вертикаль / дата | Продолжительность ряда / $V_{ср}$, м ³ /с |
|--------------------|------------------------|-----------------------|---|
| 4 / 1 | 2600 | 3 / 05.08 22:06–00:06 | 60 / 0,83 |
| 4 / 2 | 3078 | 3 / 08.08 12:34–14:34 | 60 / 0,62 |
| 4 / 3 | 3056 | 3 / 10.08 7:10–9:10 | 60 / 0,97 |
| | | 3 / 13.08 00:06–2:06 | 60 / 1,26 |
| | | 5 / 13.08 00:06–2:06 | 60 / 1,18 |
| | | 5 (17.08 2:04–4:04) | 60 / 0,48 |

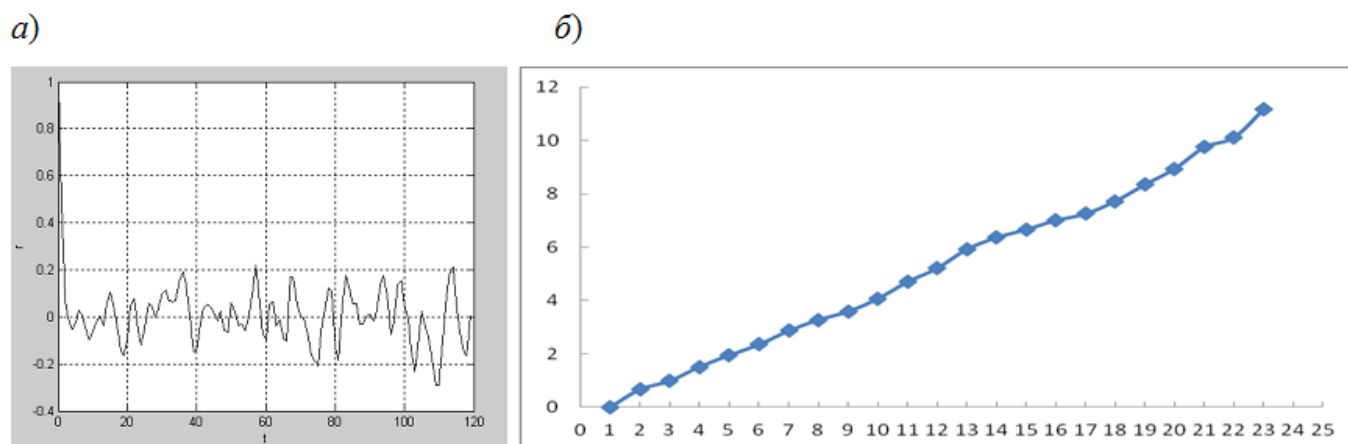
Зависимость числа сдвижек (τ) от степени автокоррелированности ряда

В источнике [7, С. 89] по рассматриваемой задаче написано следующее: простейший способ задать число сдвижек – выбрать τ близким к первому нулю автокорреляционной функции исследуемого ряда. При неправильно подобранных τ существует вероятность недостатка/избытка информации, т. е. может иметь место вытягивание кривой насыщения, следовательно, выявляется множество ложных фазовых переменных.

Для рядов экономических характеристик рекомендация выбирать сдвижку, близкую к первому нулю автокорреляционной функции ряда [8], может работать, но для гидрологических рядов функция колеблется возле нуля уже для второго лага, т. е. данная рекомендация не подходит. Надо учесть, что корреляционная размерность характеризует связанность группировок членов временного ряда тесно связанных между собой, поэтому вопрос следует рассматривать, с точки зрения, значимости коэффициентов автокорреляции.

Значимость коэффициентов автокорреляции можно оценить по формуле $\varepsilon(s) = (1 - r_s^2) / (\sqrt{n-1-s})$, где $\varepsilon(s)$ – погрешность определения коэффициента автокорреляции; r_s – коэффициент автокорреляции; s – временная сдвигка ряда; n – число членов ряда.

Для продолжительных рядов расходов воды и рядов пульсации скоростей были сосчитаны число значимых коэффициентов (τ_1) и число положительных значимых коэффициентов (τ_2) автокорреляции. Пример автокорреляционной функции и кривой насыщения представлен на рис. 1.

Рис. 1 – Пример автокорреляционной функции (а) и кривой насыщения (б) (р. Vannern – п. Vanersborg), $\tau = \tau_2 = 22$

Не во всех случаях получаются результаты, удовлетворяющие практическому опыту (см. табл. 3), в основном – слишком большое число τ (равное либо τ_1 , либо τ_2), не дающее кривой насыщения выходить на прямую (см. рис. 1, б), т. е. кривая насыщения не имеет стабилизационного участка. При таком подходе, вероятно, выявляются все составляющие системы, которые «зашумляют» основные фазовые переменные.

Таблица 3 – Значимые коэффициенты автокорреляции

| Река | Пост | τ_1 | τ_2 | Река | Пост | τ_1 | τ_2 |
|-------------|------------|----------|----------|----------|---------------|----------|----------|
| Susquehanna | Harrisburg | 21 | 8 | Danube | Drobeta-Turnu | 31 | 16 |
| Massena | Massena | 69 | 18 | Vannern | Vanersborg | 44 | 22 |
| Elbe | Decin | 37 | 20 | Niagara | Queenston | 31 | 18 |
| Vuoksi | Imatra | 46 | 23 | Columbia | Columbia | 34 | 18 |
| Loire | Blois | 26 | 13 | Унжа | Макарьев | 31 | 17 |
| Loire | Montjean | 24 | 10 | Тихвинка | Горелуха | 31 | 17 |

Примечание: τ_1 – число значимых коэффициентов автокорреляции; τ_2 – число положительных значимых коэффициентов автокорреляции.

Зависимость числа диапазонов (r) от среднеквадратического отклонения ряда

Было замечено, что чем меньше изменчивость гидрологического ряда, тем больше требуется диапазонов при расчете корреляционного интеграла. Это связано с тем, что при малом числе диапазонов численное значение корреляционного интеграла может стремиться к единице уже в первом интервале. Для подтверждения эмпирического вывода в качестве исходных данных были взяты ряды с различными среднеквадратическими отклонениями: ряды пульсации скоростей, ряды расходов воды зональных рек и малых рек. По рядам рассчитывалась фрактальная размерность при задании различного числа диапазонов, и выбиралось то число, при котором кривая насыщения имела четко выраженный стабилизационный участок.

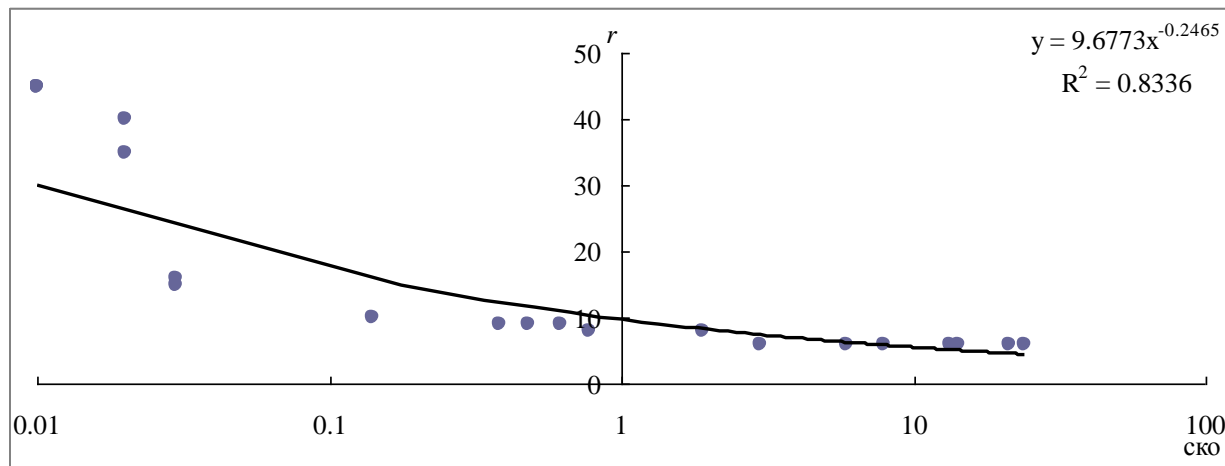


Рис. 2 – Зависимость числа диапазонов от среднеквадратического отклонения ряда (ось x в логарифмическом масштабе)

На рис. 2 показана зависимость числа диапазонов и среднеквадратического отклонения (ско). Видно, что с увеличением ско число диапазонов уменьшается по степенной зависимости (коэффициент детерминации равен 0,83). Подобный результат сделает задание параметров при вычислении корреляционной размерности более обоснованным.

Выводы

Рассмотрены вопросы о числе сдвижек и числе диапазонов при расчете корреляционной размерности с целью оптимизации процесса фрактальной диагностики временных гидрологических рядов. Была найдена зависимость числа диапазонов от среднеквадратического отклонения ряда; зависимость числа сдвижек от коэффициента автокорреляции не была подтверждена.

Список литературы / References

1. Гайдукова Е. В. Сравнительный анализ методов фрактальной диагностики гидрологических рядов / Е. В. Гайдукова // Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета. – 2016. – № 42. – С. 9 – 14.
2. Коваленко В. В. Моделирование гидрологических процессов / В. В. Коваленко, Н. В. Викторова, Е. В. Гайдукова. – СПб.: изд. РГГМУ, 2006. – 559 с.
3. Расходы воды избранных рек мира. Издано в 1993 для ЮНЕСКО. – СПб., Париж: Гидрометеиздат, 1993. – 600 с.
4. The Global River Discharge Database (RivDIS v1.1) [Электронный ресурс] / Oak Ridge National Laboratory Distributed Active Archive Center. 1998. – URL: <http://www.rivdis.sr.unh.edu/> (дата обращения 18.03.2014).
5. Коваленко В. В. Метаморфоз понятий частично инфинитной гидрологии в контексте деструкции онтологии М. Хайдеггером / В. В. Коваленко. – СПб.: изд. РГГМУ, 2015. – С. 61–72.
6. Исследование неустановившегося движения воды на реках Тверце и Оредеж / Под ред. Н. Е. Кондратьева и В. А. Урываева. – Л.: Гидрометеиздат, 1961. – 288 с.
7. Лоскутов А. Ю. Анализ временных рядов [Электронный ресурс] / А. Ю. Лоскутов // Физический факультет МГУ. 2008. – С. 89–90. URL: http://chaos.phys.msu.ru/loskutov/PDF/Lectures_time_series_analysis.pdf (дата обращения 10.03.2015).
8. Peters E. Fractal Market Analysis: applying chaos theory to investment and economics / E. Peters. – John Wiley & Sons, Inc., 1994. – 167 p.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Gaidukova E. V. Sravnitel'nyy analiz metodov fraktal'noy diagnostiki gidrologicheskikh ryadov [Comparative analysis of methods of fractal diagnosis of hydrological series] / E. V. Gaidukova // Uchenyye zapiski Rossiyskogo gosudarstvennogo gidrometeorologicheskogo universiteta [Scientific notes of Russian State Hydrometeorological University]. – 2016. – № 42. – P. 9 – 14. [in Russian]
2. Kovalenko V.V. Modelirovaniye gidrologicheskikh protsessov [Modelling of hydrological processes] / V. V. Kovalenko, N. V. Victorova, E. V. Gaidukova. – Spb., izd. RGGMU. 2006. 559 p. [in Russian]
3. Raskhody vody izbrannykh rek mira. Izdano v 1993 dlya YUNESKO [Water discharge selected rivers of the world. Published in 1993 for UNESCO]. – SPb., Parizh: Gidrometeoizdat, 1993. – 600 p. [in Russian]
4. The Global River Discharge Database (RivDIS v1.1) [Electronic resource] / Oak Ridge National Laboratory Distributed Active Archive Center. 1998. – URL: <http://www.rivdis.sr.unh.edu/> (accessed: 18.03.2014).

5. Kovalenko V. V. Metamorfoz ponyatiy chastichno infinitnoy gidrologii v kontekste destruktzii ontologii M. Khaydeggerom [Metamorphosis concepts partially infinite Hydrology in the context of the destruction of the ontology of M. Heidegger] / V. V. Kovalenko. – SPb., izd. RGGMU. 2015. – P. 61–72. [in Russian]

6. Issledovaniye neustanovivshegosya dvizheniya vody na rekakh Tvertse i Oredezhe / edited by N. Ye. Kondrat'yeva, V. A. Uryvayeva. [A study of unsteady flow of water in rivers Tvertsa and Oredezh]. – L.: Gidrometeoizdat. – 1961. 288 p. [in Russian]

7. Loskutov A. Yu. Analiz vremennykh ryadov [Time Series Analysis] [Electronic resource] / A. Yu. Loskutov // Fizicheskiy fakul'tet MGU [Faculty of Physics, Moscow State University]. 2008. – P. 89–90. URL: http://chaos.phys.msu.ru/loskutov/PDF/Lectures_time_series_analysis.pdf (accessed: 10.03.2015) [in Russian]

8. Peters E. Fractal Market Analysis: applying chaos theory to investment and economics / E. Peters. – John Wiley & Sons, Inc., 1994. – 167 p.

DOI: 10.18454/IRJ.2016.54.112

Иошпа А.Р.¹, Коломойченко А.Е.²

¹ORCID: 0000-0003-4573-4393, Кандидат географических наук, доцент,
Южный федеральный университет,

²ORCID: 0000-0001-8831-9128, Кандидат филологических наук, доцент,
Днепропетровский национальный университет им. О. Гончара

ОЦЕНКА ДИСКОМФОРТНОСТИ КЛИМАТА АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация

Тепловое состояние человека (переохлаждение, перегрев), сопровождающееся сильным и чрезмерным напряжением систем терморегуляции, требует безотлагательных мер для его улучшения и может выступать ведущим показателем снижения эффективности производства работ на открытом воздухе в зависимости от неблагоприятного воздействия климата. Проведенные исследования позволили впервые оценить биоклиматический потенциал Астраханской области.

Ключевые слова: индекс патогенности, теплый сезон, холодный сезон, метеотропность.

Ioshpa A.R.¹, Kolomoichenko O.E.²

¹ORCID: 0000-0003-4573-4393, MD, Associate Professor, Southern Federal University

²ORCID: 0000-0001-8831-9128, MD, Associate Professor, Oles Honchar Dnipropetrovsk National University

ASSESSMENT OF CLIMATE UNEASE IN ASTRAKHAN REGION

Abstract

People thermal condition (hypothermia, overheating), accompanied by strong and excessive thermoregulation systems voltage, requires urgent actions to improve it and can be as a leading indicator of the effectiveness decline of outdoors work production depending on the adverse effects of climate changing. Studies allowed to evaluate photovoltaic capacity of Astrakhan region for the first time.

Keywords: pathogenicity index, a warm season, a cool season, meteodependent.

Comfort (unease), which objectively reflects the thermal conditions of the person, is one of the main criteria of the climate quality. It is a critical thermal condition of the person (hypothermia, overheating), accompanied by a strong and excessive tension of thermoregulation system that requires urgent measures for its improvement and can be a leading indicator of decline of work production efficiency outdoors, depending on the adverse impact of climate. The reaction link of the human body with the intensity impact of the environment parameters is shown in the classification of weathers moment by V.I.Rusanov the most successfully [7] which takes into account that the voltage of thermoregulation systems in the area of environmental tolerance (the interval between the upper and lower critical points - overheating and overcooling) varies from comfortable to excessive. The particularities of light and ultraviolet modes, the sharp fluctuations of weather and favorable warm period are also very important for human life.

Five rises (0.5, 11, 16, 20, 24 hours) and five recessions (2, 9, 14, 18, 22 hours) are recorded in the human daily physiological tonus [5]. The coincidence of the rise and recession periods of biological rhythms with the coming weather changes can enhance or weaken the meteorolability effect.

Meteorotropic reactions occur not only during a sharp change in the weather, but also during an enhanced stability of the same type of weather with a distinct influence of some meteorological quantities, usually it is typical for the Astrakhan region an increased pressure with high temperatures in summer. In addition to deterioration of health in this case "weather-mental" stresses, meteorological disadaptation neuroses may occur. [3] As a result, we can face with the weakened attention, an increase in the number of accidents at work, etc.

The research allowed us to evaluate the bioclimatic potential of the Astrakhan region for the first time. We used the method based on the calculation of the clinical index of the weather for the bioclimatic assessment of weather conditions [1]. The index of pathogenicity is defined as a mathematical function of the weather parameters. Meteorological, helio- and geophysical factors are considered as external perturbations affecting the people at the same time with the factors of the internal environment of the human body. A comprehensive index of pathogenicity (CIP) is the sum of the partial indices of pathogenicity, each of them reflects the dynamics of the weather according to a change of air temperature, humidity, wind speed, cloudiness, day to day changes in atmospheric pressure and so on. The optimal meteorological parameters, when there is a minimum of meteoropathic reactions: temperature + 18 ° C, relative humidity 50%, wind speed 0 m / s, cloudiness 0 points, the variability of pressure 0 mb / d, the variability of temperature 0 ° C / day.

It should be emphasized that the total index of pathogenicity does not indicate the nature of the changes in the weather, but only to the degree of its irritating effect on the human body. The risk of negative meteoropathic reactions in human at annoying weathers is twice more than the optimal, and at incisive is three times more than at the annoying. A bioclimatic assessment of weather conditions was carried out taking into account the seasonal changes in meteorological characteristics [5].

According to the calculations the index of weather pathogenicity in the Astrakhan region is 13.2 points in the average during the year, it means that in this area the weather conditions are evaluated as annoying throughout the year. The maximum value occurs in January in Kapustin Yar area ($I = 30,1$), a minimum is in Liman, Bir.Kosa ($I = 4,4$) in August. The optimal month from the standpoint of the pathogenicity index of the meteorological situation out of all the months is August [4].

We conducted regionalization of Astrakhan region using the index of pathogenicity for warm (Figure 1) and cold (Figure 2) periods on the basis of the synthesis of significant indicators of the impact intensity of meteorological parameters on the human, the influence of their duration on the degree of favorability of residence [4].



Fig. 1 – Regionalization in the Astrakhan region according to pathogenicity index in the warm season [4]

The seasonal distribution of the year (Figure 3) showed that the weather conditions in the period from May to September are optimal and comfortable. The most optimal weather conditions remain in the coastal areas of the Astrakhan region: Liman, Karaul'noye, and Bir.Kosa Zelenga from April to October.

The warm season of the year in Astrakhan region is increasingly characterized by comfortable or close to them bioclimatic conditions in almost all indicators, including index of pathogenicity of the meteorological situation [4].

The cold season of the year is characterized by extreme activity of synoptic processes and local circulation as a whole, which causes bioclimatic discomfort according to all selected indicators, as well as to index of pathogenicity.

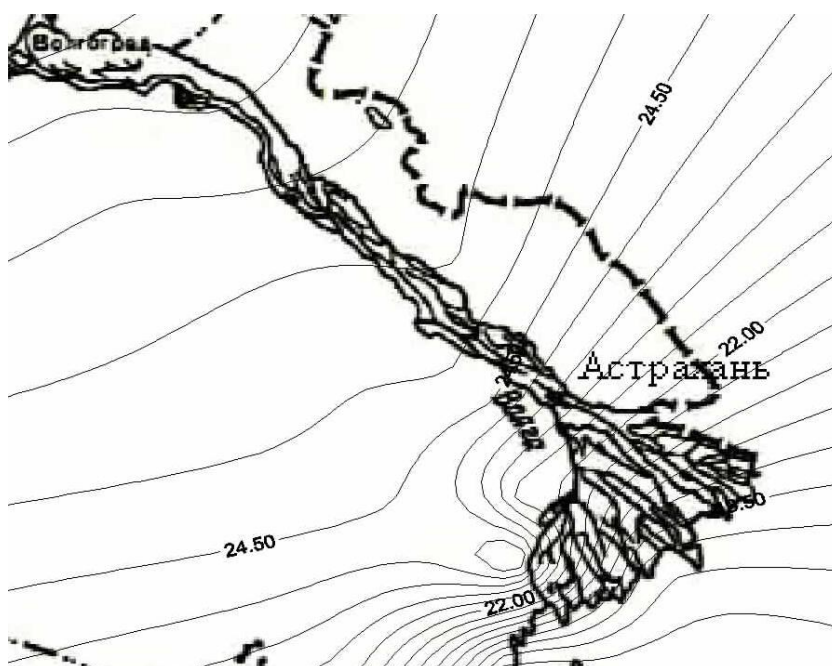


Fig. 2 – Regionalization in the Astrakhan region according to pathogenicity index in the cold season [4]

It is characterized by a sharp jump in the pathogenicity index of the meteorological situation towards increasing for the cold period (frost), a period when the average temperature according to long-term observations less than 0° C. All this period is characterized as incisive (over 24 points), except for Liman, and where there are no strong weather conditions and index of pathogenicity is less than 22 points throughout the year (Figure 2) [4].

The annual course of index of pathogenicity (Figure 3) shows that the most "annoying" effect of weather conditions is observed during the winter. According to E.G.Golovina [2] and V.I.Rusanov [7] more dramatic value of the index of pathogenicity of the meteorological situation combines with unfavorable shifts in geodynamic parameters of the body (blood pressure, stroke and minute heart rate), lower average values of electrical membrane permeability (EMP) of blood, and lower incidence of sudden death. A high rank correlation coefficient for the latest situation confirms the high link between index of pathogenicity and meteoropathic reactions.

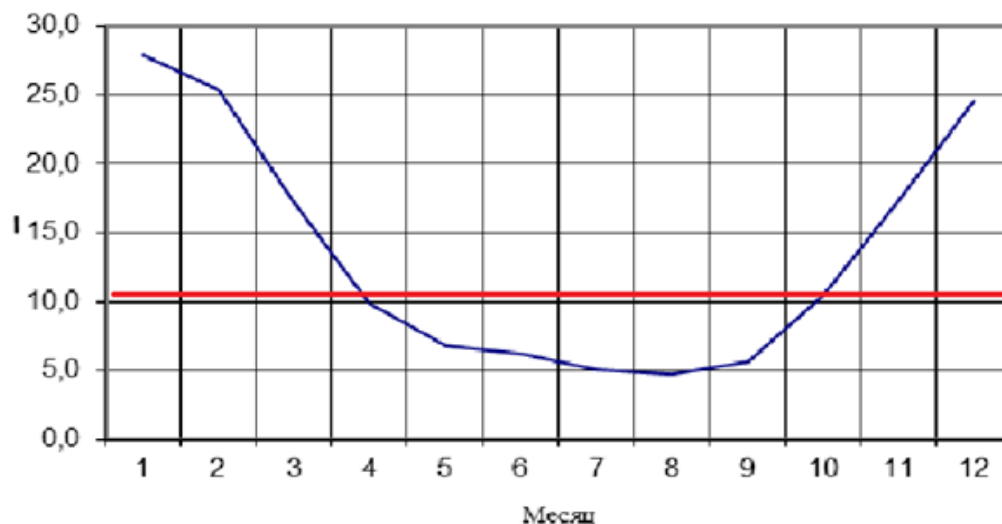


Fig. 3- The annual course of index of pathogenicity [4]

The human living conditions may get worse significantly under the anthropogenic influence in the process of industrial development in all subzones. Taking into account that recently in Astrakhan region has considerably worsened the environmental situation and there is a constant increase in population morbidity, which is associated with the launch of the Astrakhan gas condensate plant [6].

Список литературы / References

1. Бокша В.Г., Богуцкий Б.В. Медицинская климатология и климатотерапия.- Киев: Здоровье, 1980.- 264с.
2. Головина Е.Г., Трубина М.А. Методика расчетов биометеорологических параметров (индексов) - СПб, 1997. 23 с.
3. Данишевский Г.М. Акклиматизация человека на севере. - М.: Медгиз, 1955.-358 с.
4. Иощпа А.Р. Особенности биоклиматического режима региона на примере Астраханской области: дис. ... канд. географ. наук: 25.00.30: защищена 29.12.05 : утв. 14.04.06 / Иощпа Александр Рувимович. – Санкт-Петербург: РГГМУ., 2005. – 148 с.
5. Исаев А.А. Экологическая климатология.-М.:Научный мир, 2003.- 472с.
6. Малхазова С.М. Медико-географический анализ территорий: картографирование, оценка, прогноз.- М.: Научный мир, 2001.- 240с.
7. Русанов В.И Методы исследования климата для медицинских целей.- Томск.: Изд-во ТГУ,1973.-191с.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Boksha V.G., Bogutskiy B.V. Medicinskaja klimatologija i klimatoterapija [Medical climatology and Climatotherapy].-Kiev:Zgorov'e,1980.-264p. [in Russian]
2. Golovina E.G.,Trubina M.A.Metodika raschetov biometeorologicheskikh parametrov (indeksov)[Method of calculation of biometeorological parameters (indexes)]- S.-Pb., 1997.-23 p. [in Russian]
3. Danishevskiy G.M.. Akklimatizacija cheloveka na severe [Acclimatization of human in the north].-M.:Medgiz,1955.-358p. [in Russian]
4. Ioshpa A.R. Osobennosti bioklimaticheskogo rezhima regiona na primere Astrahanskoi oblasti [Particular bioclimatic mode region on the example of the Astrakhan region].: dis. ... of PhD in Geography: 25.00.30 : defense of the thesis 29.12.05 : approved 14.04.2006 / Ioshpa Aleksander Ruvimovsh. – S.-Pb: RGGMU, 2005. – 159p. [in Russian]
5. Isaev A.A. Jekologicheskaja klimatologija [Ecological climatology]. - M.: Nauchnyi mir,2003.-472p. [in Russian]
6. Malkhazova S. M. Mediko-geograficheskii analiz terrtorii: kartografirovanie, ocenka, prognoz [Medical and geographical analysis of areas: mapping, assessment, prognosis].- M.: Nauchnyi mir,2003.-240p. [in Russian]
7. Rusanov V.I. Metody issledovanija klimata dlja medicinskih celeja [Methods of climate research for medical purposes]. - Tomsk: Izd-vo TGU,1973.-191p. [in Russian]

DOI: 10.18454/IRJ.2016.54.194

Кипкеева П.А.¹, Волосухин Я.В.², Иванкова Т.В.³, Потапенко Ю.Я.⁴¹ORCID: 0000-0002-7910-5926, Кандидат географических наук, доцент,

Карачаево-Черкесский государственный университет имени У.Д. Алиева,

²Генеральный директор, Институт безопасности гидротехнических сооружений,³Научный сотрудник, Институт безопасности гидротехнических сооружений,⁴Доктор геолого-минералогических наук,

Карачаево-Черкесский государственный университет имени У.Д. Алиева

ЛАНДШАФТНО-ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД**К ОБОСНОВАНИЮ МОНИТОРИНГА РЕЧНЫХ БАСЕЙНОВ ГОРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ****Аннотация**

В Северном Приэльбрусье Большого Кавказа субмеридиональная речная сеть рассекает субширотные горные хребты на отдельные сегменты. Такая геоморфология современного рельефа создает условия для чрезвычайно неравномерного распределения летних осадков. С целью выявления условий возникновения локальных ливневых паводков использован ландшафтно-гидрологический подход. Проведено сравнительное изучение речных бассейнов 1-4 порядка, расположенных в разных морфоструктурах. Такие факторы как геологическое строение, морфология русел и др. не влияют на формирование речного стока. Установлено, что наиболее благоприятны для выпадения ливневых осадков речные бассейны, приуроченные к северным наветренным склонам отдельных сегментов хребтов длиной 10 км и более. Локальные паводки возникали при высокой интенсивности ливней, значительно превышающей интенсивность дождя, вызвавшего региональный паводок в июне 2002 г. Потенциально паводковые бассейны следует в первую очередь оснастить автоматическими водомерными приборами.

Ключевые слова: горный рельеф, речные бассейны, ландшафтно-гидрологические исследования, мониторинг, сеть водомерных установок.

Kipkeeva P.A.¹, Volosuhin Ja.V.², Ivankova T.V.³, Potapenko Ju.Ja.⁴¹ORCID: 0000-0002-7910-5926, PhD in Geography, Associate professor,

Aliyev Karachay-Cherkessia State University,

²General Director, Institute of hydraulic structures safety³Research fellow, Institute of hydraulic structures safety⁴PhD in Geology and Mineralogy, Aliyev Karachay-Cherkessia State University**LANDSCAPE-HYDROLOGICAL APPROACH TO THE JUSTIFICATION OF MONITORING OF RIVER BASINS OF MOUNTAIN AREAS****Abstract**

In the Northern Elbrus Greater Caucasus submeridional river network dissecting sublatitudinal ridges into separate segmenty. Such geomorphology modern topography creates conditions for an extremely uneven distribution of summer rainfall. For the identify the conditions of localized flash floods used landscape-hydrological approach. Comparative study of the river basins 1-4 orders are located in different morfostruktura. Such factors as geological structure, morphology and other channels do not affect the formation of river drain. It is established that are most favorable for heavy rainfall river basins, confined to the northern windward slopes of the individual segments ranges of 10 km in length and over. Local flooding occurred at high intensity rainfall, much higher than the intensity of the rain, caused by regional flooding in June 2002. Potentially flood pools should first stop the automatic water, measuring devices.

Keywords: mountainous terrain, river basins, landscape and hydrological researches, monitoring, network of water-measuring installations.

Введение

Ландшафтно-географическое обеспечение в СССР проводилось при разработке планов освоения крупных регионов (БАМ, Западная Сибирь) [9], в рамках особо охраняемых природных территорий (ООПТ) и административных районов [4], в границах речных бассейнов (бассейновая концепция). Существует много вариантов специализированных, целевых исследований, например, ландшафтно-гидрологическое изучение бассейнов с целью обоснования сети мониторинга и управления [8].

Цель проведенного исследования – выявление особенностей пространственного положения и структуры речных бассейнов горной зоны Северного Кавказа, влияющих на режим стока и возникновение ливневых паводков. Для достижения поставленной цели требовалось решить следующие задачи: 1) определить главные факторы формирования ливневого стока, 2) выявить внутрибассейновую геоморфологическую структуру, 3) предложить модель формирования локальных ливневых паводков.

Объекты и методы исследования

В основу работы легли результаты: 1) сравнительного анализа речных бассейнов, расположенных в разных морфоструктурах Северного Приэльбрусья; 2) многолетних наблюдений руслового режима р. Малый Ессентучек; 3) сравнительного изучения на опорных объектах последствий регионального катастрофического паводка 2002 года и ряда локальных ливневых паводков.

Результаты и их обсуждение

На Северном Кавказе расположены бассейны трех главных рек – Кубани, Кумы и Терека (табл. 1), включающие горные, предгорные и равнинные территории.

Таблица 1 - Параметры главных рек Северного Кавказа

| Река | Длина, км | Площадь бассейна, тыс. км ² | Средний расход м ³ /сек |
|--------|-----------|--|------------------------------------|
| Кубань | 870 | 54,9 | 425 |
| Кума | 780 (802) | 33,5 | 12 |
| Терек | 623 | 43,2 | 305 |

Равнины Предкавказья, расположенные между Азовским и Каспийским морями, относятся к степной зоне. Она интенсивно освоена, первичные фитоценозы замещены агроландшафтами. С запада на восток возрастает сухость климата и недостаток осадков компенсируется густой сетью каналов, вода в которые поступает из горных бассейнов Кубани и Терека.

Горная и предгорная территории Северного Кавказа имеют густую и сложно разветвленную эрозионную сеть. По отношению к геологическим структурам и горным хребтам речные русла разделяются на консеквентные и субсеквентные. Порядок русел и соответствующих им водосборов варьирует в пределах 1-6 [2], [3], [10]. Вследствие глубокого эрозионного вреза главных речных долин ландшафтная структура бассейнов в средне- и высокогорье характеризуется наличием высотной поясности, выраженной закономерной сменой первичной растительности. По этой причине подходы к оценке и управлению водными ресурсами гор [1], [3], [5-7] имеют существенные отличия от равнинных вариантов [8]. В горах ландшафтная составляющая бассейнов значительно сложнее, чем на равнине. В то же время не следует переоценивать роль отдельных компонентов ландшафта в формировании речного стока. Как показано [11], их роль заметно меняется в зависимости от используемой временной шкалы.

Паводки последних лет на территории Западного Кавказа (р. Адагум, районы Туапсе и Сочи) охарактеризованы достаточно подробно как в научных публикациях, так и в средствах массовой информации. В данной статье мы ограничимся рассмотрением проблемы локальных ливневых паводков на территории Северного Приэльбрусья и Кавказских Минеральных Вод.

Поскольку ливни – кратковременное природное явление, вслед за [11], нами приняты стабильными состояния таких факторов водосборных бассейнов как: рельеф, геологическое строение, климат, морфология речной сети и склонов.

Верхняя Кубань с истоками Уллу-Кам и Учкулан и её крупные притоки в пределах Карачаево-Черкесской республики (КЧР) – типичные горные реки, большая часть которых берет начало из ледников и снежников. Сток рек имеет максимум в летний период, его хозяйственное использование незначительное, в основном для водоснабжения местного населения. Исключение составляют реки Маруха и Аксаут, на которых построены плотины с небольшими водохранилищами. Часть стока этих рек из водохранилищ по гидротехническим сооружениям сбрасывается в р. Кубань для Зеленчукской ГЭС. В долине р. Кубань близ г. Усть-Джегута с 1962 г. функционирует Усть-Джегутинский гидроузел, включающий плотину, водохранилище и головное сооружение Большого Ставропольского канала.

Катастрофический региональный паводок 2002 года был вызван дождем, продолжавшимся 20-21 июня, когда в течение 26 часов в ряде мест выпало более 150 мм осадков. Паводок принес большой материальный ущерб и выявил массу недочетов и нарушений в использовании ресурсов горных рек Северного Кавказа и рассматриваемой территории. Разрушение и затопление жилых объектов и инженерных сооружений наблюдались там, где человек сузил русло, вторгся на пойму и низкую надпойменную террасу, т.е. в природные составные части речных русел, которые обычно включаются в водоохранную зону. Так, в руслах истоков Кумы, Подкумка и Эшакон (правый приток Подкумка) не зафиксировано существенных изменений после паводка 2002 года. Катастрофические последствия обнаруживаются сразу ниже плотины Эшаконского водохранилища и в пределах первых поселков в долине Подкумка (Терезе и Учкеекен). Далее зона разрушений мостов, размыва берегов и прибрежных построек прослеживалась по долине Подкумка через пос. Подкумок, Головка, Белый Уголь, город Эссентуки, пос. Скачки, город Пятигорск. Показательно, что сразу ниже Пятигорска, где сохранилась незастроенная пойма реки, никаких признаков катастрофы не наблюдалось – после прохождения паводка там сохранились не только деревья, но и травяной покров. Аналогичная ситуация зафиксирована и вдоль русла р. Бугунта (левый приток р. Подкумок). За пределами города Эссентуки русло и устье сохранили свою естественную допаводковую морфологию. В городской же черте, где речка зажата между заборами частных дворов, паводковый поток натворил много бед: разрушил мосты, затопил множество домов и улиц, на одной из них погиб офицер МЧС. При пересечении железной дороги из-за малого сечения водопропуска р. Бугунта размыва железнодорожную насыпь, прервав движение поездов на отрезке Эссентуки – Кисловодск.

Региональный паводок 2002 г. относится к весьма редким природным явлениям, но практически ежегодно в горах происходят паводки локального масштаба, вызываемые выпадением интенсивных летних ливней в пределах отдельных речных бассейнов.

На изученной территории расположены (с юга на север): высокогорные Главный и Передовой хребты, среднегорная Северо-Юрская депрессия, куэсты Скалистого и Пастбищного хребтов.

В качестве примеров приведем сведения о трех бассейнах, принадлежащих к хребтам, различающимся высотой и составом литогенной основы.

Бассейн р. Кол-Тебе, левого притока р. Кубань, расположен в двух морфоструктурах – его южная часть охватывает северный склон высокогорного Передового хребта с максимальной высотой гребня 3411 м, а северная часть – фрагмент морфоструктуры Северо-Юрской депрессии. Площадь водосбора 218 км², отметка устья 1040 м. До 70% площади бассейна покрывают лиственные и хвойные леса, выше расположены субальпийские и альпийские луга, используемые в качестве летних пастбищ. Летом 1978 г. водный поток р. Кол-Тебе, впадающий в р. Кубань под

прямым углом, после интенсивного дождя на некоторое время буквально остановил течение р. Кубань. Произошло затопление автомобильной дороги Карачаевск-Учкулан.

Р. Корсунка является левым самым верхним притоком р. Подкумок. Её водосборный бассейн находится на северном склоне Скалистого хребта в пределах горно-лугового пояса. Площадь бассейна 61 км², максимальная высота гребня хребта 2313 м, отметка устья 1250 м. Паводок (лето 1980 г.) вызвал подъем воды в устье на 2,5 м, вследствие чего был разрушен дом лесника, погибли два человека, а долине р. Подкумок был смыт пойменный лес на протяжении 2 км.

Р. Малый Ессентучек (правый приток р. Большой Ессентучек) вследствие малой водности следует относить к категории ручьев. Водосборный бассейн площадью 33 км² расположен на пологом северном склоне Боргустанского хребта (сегмент Пастбищного хребта) в зоне лесостепной растительности. Помимо преобладающих естественных фитоценозов имеются лесопосадки и участок пашни площадью около 2 км². Максимальная отметка гребня хребта 1202,7 м, отметка устья ручья 670 м. Ливневый паводок июля 2011 г. привел в нижнем течении к подъему воды на 1,6 м (во время регионального катастрофического паводка 2002 г. максимальный подъем не превышал здесь 0,8 м). Судя по размерам сечения водного потока, водность ручья в паводок превысила межень в 300 раз. Ручей размыв насыпь асфальтированной автомобильной дороги, отрывал от дна русла и передвигал плиты известняков весом до 500 кг [1].

Анализ пространственного положения охарактеризованных паводковых бассейнов показал, что они расположены на северных наветренных склонах субширотных хребтов. Как указывалось выше, эти хребты разделены на отдельные сегменты крупными субмеридиональными долинами. Протяженность сегментов варьирует в пределах 10-30 км, в единичных случаях сужается до 2 км (например, сегмент Скалистого хребта между реками Подкумок и Эшакон).

Во время выпадения локальных ливней Северный Кавказ не находился во власти крупных атмосферных фронтов, подобных июньскому 2002 года. Главную роль в формировании интенсивных осадков выполнял орографический фактор: там, где сегменты субширотных хребтов имели протяженность 10 км и более, влажные массы воздуха поднимались вдоль северных склонов. При достижении уровня конденсации влаги образовывались типичные кучевые облака Cumulus и их разновидности Fractocumulus, Altocumulus castellatus и др. Дожди были локальными и кратковременными, но интенсивность их превышала интенсивность дождя 20-21 июня 2002г. в несколько раз.

Заключение

Главными факторами формирования локальных ливневых паводков в Приэльбрусье являются рельеф (орографический фактор) и активная атмосферная циркуляция влажных воздушных масс. Интенсивное выпадение осадков происходит там, где дождевые тучи встречают препятствие в виде наветренного склона хребта.

Горная территория Северного Кавказа, являющаяся «донором» водных ресурсов для предкавказских равнин, характеризуется чрезвычайно неравномерным распределением атмосферных осадков. В горных бассейнах необходимо создание сети автоматических стоковых, воднобалансовых и инфильтрационных установок. Они должны быть размещены в первую очередь в паводково-опасных бассейнах 2-4 порядка, расположенных на северных склонах субширотных хребтов.

Список литературы / References

1. Волосухин Я.В. Река Кума. Комплексная характеристика бассейна. - Новочеркасск: Лик, 2013. - 440 с.
2. Иванкова Т.В., Кипкеева П.А. Ландшафтные структуры горных бассейновых систем Северного Приэльбрусья как основа оптимизации природопользования // Экологический вестник научных центров Черноморского экономического сотрудничества. - 2016, №3. - С. 23-28.
3. Иванкова Т.В., Кипкеева П.А., Потапенко Ю.Я. Факторы стабильности населения в горных регионах (на примере Северного Кавказа) // Успехи современного естествознания. - 2016. № 8-0. - С. 178-182.
4. Исаченко А.Г. Ландшафтные исследования для территориальных планировок // Изв. ВГО. - 1972. Т. 104. Вып. 2. - С. 139-141.
5. Кипкеева П.А., Потапенко Ю.Я. Геоморфологические особенности днища долины р. Теберда (Северный Кавказ) // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки. - 2016. № 2 (190). - С. 100-104. DOI: 10.18522/0321-3005-2016-2-100-104
6. Кипкеева П.А., Потапенко Ю.Я. Геоэкологическая ситуация в пределах днища долины р. Теберда (Северный Кавказ) // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Серия «Естественные и точные науки» Т. 10. № 3. - 2016. - С. 108-112.
7. Коновалов Б.Т., Кипкеева П.А., Дежнева А.А., Потапенко Ю.Я. Потепление климата в регионе Кавминвод и первоочередные меры противодействия его негативным последствиям // Успехи современного естествознания. 2016. № 8-0. С. 183-187.
8. Косолапов А.Е., Кувалкин А.В., Мордвинцев М.М., Магомедзагиров З.М. Ландшафтно-гидрологический подход к обоснованию сети мониторинга и управления малым водосбором // Мелиорация и водное хозяйство. - 1995, № 6. - С. 25-26.
9. Михеев В.С. Ландшафтно-географическое обеспечение комплексных проблем Сибири. Новосибирск: Наука, 1987. - 207 с.
10. 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» № 1 (34), 2016. - С. 104-110
11. Schumm S.A., Lichty R. W. Time, space and causality in geomorphology // American Journal of Science, 1965, 263. - P. 110-119.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Volosukhin Ya.V. Reka Kuma. Kompleksnaya kharakteristika basseyna [River Kuma. Complex characteristic of the pool] / Ya.V. Volosukhin. - Novocherkassk, Lik, 2013. - 440 P. [in Russian]

2. Ivankova T.V. Ekologicheskiy vestnik nauchnykh tsentrov Chernomorskogo ekonomicheskogo sotrudnichestva [Basin systems of Elbrus region as ekologo-geomorfologicheskiy framework of rational environmental management] / T.V. Ivankova, P.A. Kipkeeva. // Jekologicheskiy vestnik nauchnykh centrov Chernomorskogo jekonomicheskogo sotrudnichestva [Ecological bulletin of research centers of the Black Sea economic cooperation] – 2016/ - №3. - P. 23-28. [in Russian]
3. Ivankova T.V. Faktory stabil'nosti naseleniya v gornykh regionakh (na primere Severnogo Kavkaza) [Factors of stability of the population in mountain regions (on the example of the North Caucasus)] / T.V. Ivankova, P.A. Kipkeeva, Yu.Ya. Potapenko // Uspehi sovremennogo estestvoznaniya [The successes of modern natural science] - 2016. - № 8-0. - P. 178-182. [in Russian]
4. Isachenko A.G. Landshaftnye issledovaniya dlya territorial'nykh planirovok [Landscape researches for territorial plannings] / A.G. Isachenko // Izv. VGO. - 1972. -V. 104. Vyp. 2. - P. 139-141. [in Russian]
5. Kipkeeva P.A. Geomorfologicheskie osobennosti dnishcha doliny r. Teberda (Severnnyy Kavkaz) [The Geomorphological features of of Teberda river valley bottom (North Caucasus)] / P.A. Kipkeeva, Yu.Ya. Potapenko. Izvestiya vysshih uchebnykh zavedenij. Severo-Kavkazskij region. Seriya: Estestvennye nauki.[News of higher educational institutions. North Caucasus region. Series: Natural sciences] – 2016. - № 2 (190). - P. 100 - 104. DOI: 10.18522/0321-3005-2016-2-100-104 [in Russian]
6. Kipkeeva P.A. Geoekologicheskaya situatsiya v predelakh dnishcha doliny r. Teberda (Severnnyy Kavkaz) [Geoecological situation within the bottom r. Teberda (North Caucasus)] / P.A. Kipkeeva, Yu.Ya. Potapenko // Izvestiya Dagestanskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta. Seriya «Estestvennye i tochnye nauki» [News of the Dagestan state pedagogical university. Natural and Exact Sciences] - V. 10. - № 3. - 2016. - P. 108-112. [in Russian]
7. Konovalov B.T. Poteplenie klimata v regione Kavminvod i pervoocherednye меры protivodeystviya ego negativnym posledstviyam [Warming of the climate in the region of Caucasion Mineral Waters and the short – term priority measures to counter its negative effects] / B.T. Konovalov, P.A. Kipkeeva, A.A. Dezhneva, and others // Uspehi sovremennogo estestvoznaniya [The successes of modern natural science] - 2016. - № 8-0. - P. 183-187. [in Russian]
8. Kosolapov A.E. Magomedzagirov Z.M. Landshaftno-gidrologicheskikh podkhod k obosnovaniyu seti monitoringa i upravleniya malym vodosborom [Landscape and hydrological approach to justification of network of monitoring and management of a small reservoir] / A.E. Kosolapov, A.V. Kuvalkin, M.M. Mordvintsev, and others. // Melioraciya i vodnoe hozjajstvo [Melioration and water management]. – 1995. - № 6. - P. 25-26. [in Russian]
9. Mikheev V.S. Landshaftno-geograficheskoe obespechenie kompleksnykh problem Sibiri [Landscape and geographical providing complex problems of Siberia] / V.S. Mikheev. - Novosibirsk: Nauka, 1987. - 207 P. [in Russian]
10. Potapenko Yu.Ya. Vliyanie struktury rechnykh basseynov na razvitie obshchestvenno-territorial'nykh sistem (na primere Priel'brus'ya) [The influence of the river basins structure on the development of the socio-territorial systems (on the Elbrus region example)] / Yu.Ya. Potapenko, P.A. Kipkeeva // Izvestiya Dagestanskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta. Seriya «Estestvennye i tochnye nauki» [News of the Dagestan state pedagogical university. Natural and Exact Sciences]. - № 1 (34). - 2016. - P. 104-110. [in Russian]
11. Schumm S.A., Lichty R. W. Time, space and causality in geomorphology. American Journal of Science, 1965, 263. - P. 110-119.



*Международный научно-исследовательский журнал включен в базу научного цитирования **Google Scholar**.*

Google Scholar – поисковая система по полным текстам научных публикаций всех форматов и дисциплин. Наличие статей в **Google Scholar** увеличивает возможность цитируемости, не только в России, но и за рубежом.

DOI: 10.18454/IRJ.2016.54.048

Коровин К.В.¹, Печерин Т.Н.²¹Кандидат технических наук, Тюменский индустриальный университет,²кандидат технических наук, ГП ХМАО-Югры «Научно-аналитический центр рационального недропользования»**АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЛУАТАЦИИ СКВАЖИН ИЗ ОТЛОЖЕНИЙ БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЫ НА ТЕРРИТОРИИ ХМАО-ЮГРЫ****Аннотация**

В данной работе проведен анализ показателей эксплуатации скважин на месторождениях, разрабатывающих отложения баженовской свиты на территории Ханты-Мансийского автономного округа-Югры (ХМАО-Югра). Представлен анализ факторов, влияющих на выработку запасов, проведена статистическая оценка фонда скважин в зависимости от профиля скважин. Дана оценка степени эффективности данных технологических решений. На основании статистического анализа выявлены два типа скважин с различным механизмом выработки запасов.

Ключевые слова: баженовская свита, фонд скважин, динамика дебита.

Korovin K.V.¹ Pecherin T.N.²¹PhD in Engineering, Tyumen Industrial University, Tyumen²PhD in Engineering, SE Khanty-Ugra "Scientific-analytical center of rational subsoil use"**ANALYSIS OF RESULTS OF OPERATION OF WELLS OF BAZHENOV FORMATION DEPOSITS IN THE KHAMAO-UGRA**

In this work an analysis of wells operating in the fields of developing deposits of the Bazhenov Formation in the Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug-Yugra (Khanty-Ugra). Presents an analysis of the factors influencing the development of reserves conducted by the statistical evaluation of wells, depending on the profile of the wells. The estimation of the degree of effectiveness of these technological solutions. On the basis of statistical analysis revealed two types of wells with different mechanism of production of reserves.

Keywords: bazhenov formation, wells, oil production dynamics.

Уникальность и своеобразие баженовских отложений заключается в том, что баженовская свита представлена породой, в которой не завершены процессы преобразования органического вещества (керогена) в углеводороды.

Добыча нефти из баженовской свиты ведется с 1960-х годов, когда были получены промышленные притоки на Салымской площади. По состоянию на 01.01.2016 года на территории Ханты-Мансийского автономного округа-Югры (ХМАО – Югры) на отложениях баженовско-абалакского комплекса имеется опыт добычи из 368 скважинами на 39 месторождениях. Наибольшее количество скважин эксплуатируется на шести месторождениях – Ай-Пимском, Гаяновском, Западно-Сахалинском, Краснотенинском, Салымском и Средне-Назымском. На остальных разработка пластов баженовской свиты осуществляется одиночными скважинами.

В 2015 году на пластах баженовско-абалакского нефтегазового комплекса работало 188 скважин со средним дебитом по нефти 13.40 т в сутки, по жидкости – 16.90 т в сутки. За год отобрано 0.60 млн. т нефти. Накопленная добыча нефти на конец 2015 года составила порядка 8.54 млн. т. Более 60% добычи нефти и порядка 60,0 % действующих скважин приходится на месторождения ОАО «Сургутнефтегаз» [1].

Проектно-технологическими документами на разработку баженовско-абалакских объектов рекомендуются следующие решения:

- . естественный режим;
- . редкая сетка эксплуатационных скважин (порядка 800-1000 м);
- . использование в качестве технологий воздействия на пласт ГРП и бурения скважин сложного профиля.

Разработка объектов баженовской свиты без заводнения обусловлена гидрофобностью коллекторов, а также смешанным характером проводимости. В образцах нефтесодержащих пород баженовской свиты выделены признаки трещинной и кавернозной пустотности, что затрудняет вытеснение из них нефти водой.

На выработку запасов баженовских пластов основное влияние оказывают энергетические факторы (пластовое давление, давление насыщения, газосодержание, режим работы скважины), а также механические свойства нефтесодержащих пород, что обуславливает неэффективность интенсификации отборов за счет увеличения депрессий. Гидроразрыв пласта дает непродолжительный эффект в объеме созданной и приобращенной трещинной пустотности. В обоих случаях ускорение отборов сопровождается снижением пластового давления в призабойной зоне пласта (прежде всего – в трещинах), что, в свою очередь, приводит к уменьшению раскрытости трещин и отрицательно сказывается на продуктивности скважины в целом.

Для анализа влияния трещиноватости баженовских пластов на выработку запасов, скважины, имевшие опыт добычи из отложений баженовской свиты, были разделены на две группы, различающиеся особенностями динамики добычи жидкости.

Дебиты скважин первой группы имеют относительно устойчивую тенденцию к снижению и подчиняются экспоненциальному закону Била-Льюиса [2]. Темп снижения позволят оценить объем дренируемых запасов нефти и площадь (рис. 1 а).

По скважинам второй группы выделить какую-то тенденцию или продолжительное стабильное поведение дебитов не представляется возможным. Для этой группы характерны чередующиеся повышения и снижения дебита жидкости в результате изменения эффективного давления внутритрещинной пустотности и, соответственно, коэффициента продуктивности (рис. 1 б).

По двум группам скважин был проведен статистический анализ, включающий в себя оценку объема потенциально извлекаемых (дренируемых) запасов, площади дренирования и отработанному времени, а также входным и текущим дебитам по нефти. Результаты анализа представлены в таблицах 1-2, с разделением как по принятым выше группам, так и в зависимости от профиля скважин (сложный или обычный).

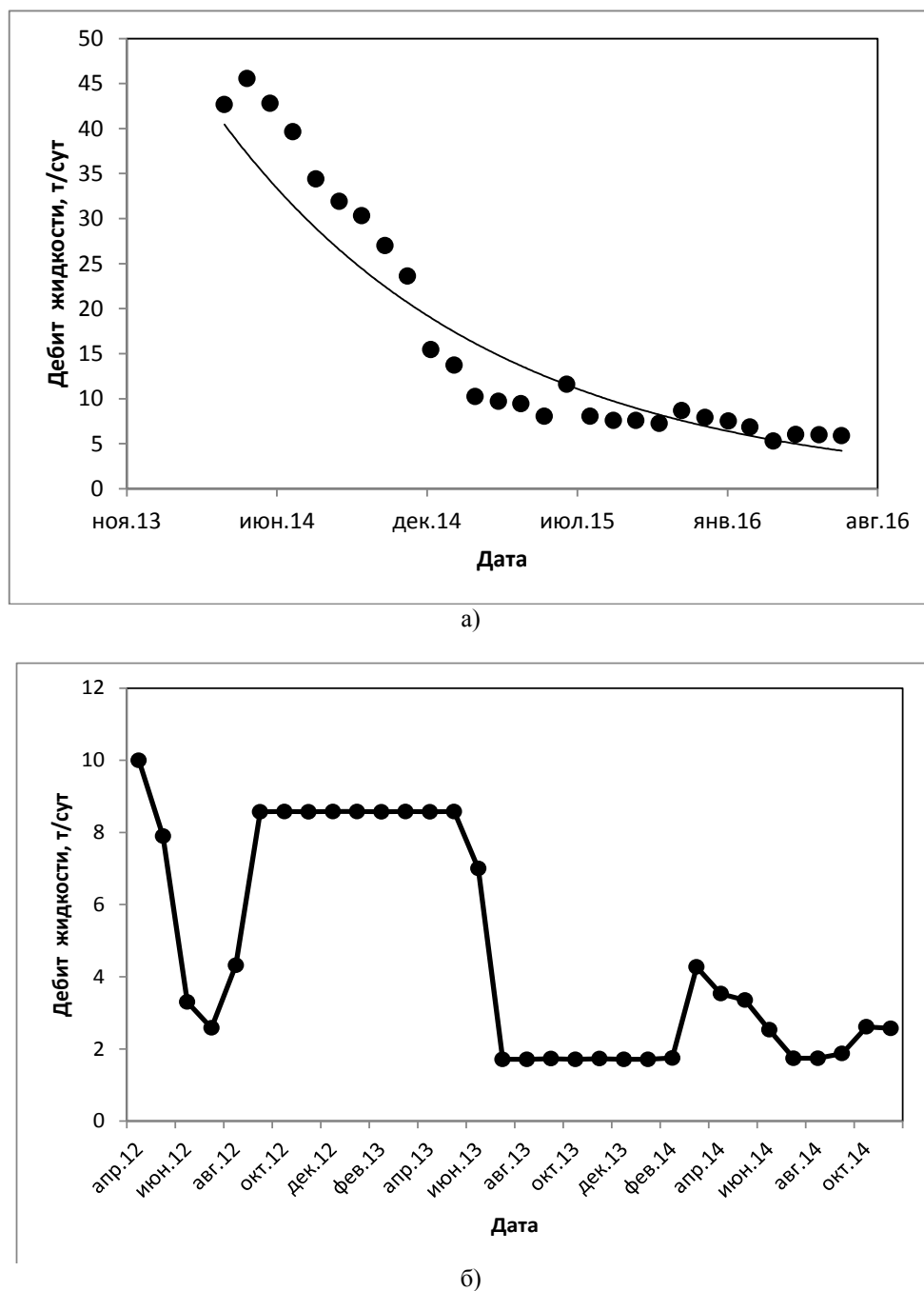


Рис. 1 – Пример динамики дебита жидкости скважины первой (а) и второй группы (б)

По результатам проведенного анализа к первой группе отнесено 117 скважин обычного профиля, ко второй группе – 132 скважины. Еще 65 скважин, осуществлявших добычу из баженовской свиты, выбыли из работы до 1996 года, в связи с чем проведение анализа по ним не представляется возможным. Из скважин сложного профиля к первой группе отнесены 32 ед., ко второй группе – 22 ед.

Статистические показатели распределения позволили выявить существенное различие между первой (табл. 1) и второй (табл. 2) группами, в том числе в зависимости от профиля скважины

Таблица 1 – Основные статистические показатели по скважинам обычного профиля, эксплуатирующим пласты баженовской свиты

| Параметр | Среднее | Медиана |
|----------------------------------|---------|---------|
| Дренируемые запасы, тыс. т | 43.9 | 14.2 |
| В т.ч. первая группа | 36.8 | 9.0 |
| В т.ч. вторая группа | 50.3 | 20.7 |
| Площадь дренирования, га | 140.9 | 42.1 |
| В т.ч. первая группа | 102.3 | 27.5 |
| В т.ч. вторая группа | 174.8 | 63.9 |
| Отработанное время, сут | 1121 | 801 |
| В т.ч. первая группа | 1217 | 948 |
| В т.ч. вторая группа | 1039 | 592 |
| Накопленная добыча нефти, тыс. т | 22.9 | 7.8 |
| В т.ч. первая группа | 18.8 | 5.5 |
| В т.ч. вторая группа | 26.6 | 9.1 |
| Начальный дебит по нефти, т/сут | 20.1 | 11.1 |
| В т.ч. первая группа | 24.8 | 17.0 |
| В т.ч. вторая группа | 12.7 | 9.8 |
| Текущий дебит по нефти, т/сут | 10.0 | 6.3 |
| В т.ч. первая группа | 8.5 | 5.0 |
| В т.ч. вторая группа | 11.5 | 8.0 |

Так, по скважинам первой группы накопленная добыча нефти и начальные дебиты скважин сложного профиля существенно превышают соответствующие показатели скважин обычного профиля. Медианные значения дренируемых запасов и накопленной добычи больше почти в 2 раза, начального дебита – на 38,3%. По скважинам второй группы наблюдается обратное соотношение: медианное значение дренируемых запасов по горизонтальным скважинам в 2.3 раза меньше, чем по наклонно-направленным, накопленной добычи нефти – в 2.1 раза, начального дебита нефти – в 3 раза.

Таблица 2 – Основные статистические показатели по скважинам сложного профиля, эксплуатирующим пласты баженовской свиты

| Параметр | Среднее | Медиана |
|----------------------------------|---------|---------|
| Дренируемые запасы, тыс. т | 34.1 | 12.8 |
| В т.ч. первая группа | 40.5 | 17.8 |
| В т.ч. вторая группа | 24.7 | 9.1 |
| Площадь дренирования, га | 73.8 | 30.6 |
| В т.ч. первая группа | 78.4 | 32.7 |
| В т.ч. вторая группа | 67.1 | 18.5 |
| Отработанное время, сут | 1377 | 1375 |
| В т.ч. первая группа | 1640 | 1630 |
| В т.ч. вторая группа | 994 | 784 |
| Накопленная добыча нефти, тыс. т | 24.3 | 8.1 |
| В т.ч. первая группа | 30.6 | 11.3 |
| В т.ч. вторая группа | 15.2 | 4.3 |
| Начальный дебит по нефти, т/сут | 27.8 | 18.5 |
| В т.ч. первая группа | 41.4 | 23.5 |
| В т.ч. вторая группа | 8.0 | 3.2 |
| Текущий дебит по нефти, т/сут | 8.2 | 5.2 |
| В т.ч. первая группа | 7.5 | 5.2 |
| В т.ч. вторая группа | 9.0 | 5.9 |

Скважины первой группы входили в работу с более высокими дебитами, чем скважины второй группы: по скважинам обычного профиля медиана выше в 1.7 раза, по скважинам сложного профиля – в 7.3 раза.

Исходная низкая продуктивность в скважинах второй группы и обусловила применение на ней мероприятий по интенсификации отборов. В условиях естественного режима эффект интенсификации неустойчив, чем и объясняется отсутствие долговременных трендов в динамике дебитов скважин второй группы.

В целом, фактический опыт эксплуатации скважин баженовской свиты и результаты его анализа позволяет охарактеризовать принимаемые при проектировании технологические решения как малоэффективные. Область дренирования большинства скважин оценивается на уровне менее 30-40 га, что ниже проектной размерности сетки скважин около 64-100 га. Естественный режим разработки не позволяет даже в пределах ограниченной дренируемой области обеспечить высокий коэффициент извлечения нефти, вследствие чего дренируемые запасы на скважину оцениваются на низком уровне 20 тыс. т при пороге минимальной рентабельности 30 тыс. т на скважину. Применение технологий строительства горизонтальных скважин не гарантирует получения приемлемой технологической эффективности.

Список литературы / References

1. Шпильман А.В., Коровин К.В., Савранская М.П. Перспективы освоения ТРИЗ В ХМАО-ЮГРЕ // В сборнике: НЕФТЬГАЗТЭК. Материалы 6 Тюменского международного инновационного форума. Правительство Тюменской области Комитет по инновациям Тюменской области. Тюмень. – 2015. – С. 461-464..

2. Медведский Р.И. Оценка извлекаемых запасов нефти и прогноз уровней добычи по промысловым данным / Р.И. Медведский, А.А. Севастьянов. – Санкт-Петербург: Недра, 2004.- 192 с.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Shpil'man A.V., Korovin K.V., Savranskaja M.P. Perspektivy osvoenija TRIZ V HMAO-JuGRE [Prospects of development of TRIZ in KhMAO-UGRA] / A.V. Shpil'man, K.V. Korovin, M.P. Savranskaja // V sbornike: NEFT"GAZTJeK. Materialy 6 Tjumenskogo mezhdunarodnogo innovacionnogo foruma. Pravitel'stvo Tjumenskoj oblasti komitet po innovacijam Tjumenskoj oblasti. Tjumen' [NEFTGAZTEK. Materials 6 Tyumen international innovation forum. The Government of Tyumen region innovation committee of the tyumen region. Tyumen.]. – 2015. – P. 461-464. [in Russian]

2. Medvedskij R.I. Ocenka izvlekaemyh zapasov nefi i prognoz urovnej dobychi po promyslovym dannym [Estimation of recoverable oil reserves and forecast production levels for field data] / R.I. Medvedskij, A.A. Sevast'janov. – Sankt-Peterburg: Nedra, 2004.- 192 P. [in Russian]

DOI: 10.18454/IRJ.2016.54.131

Кузнецова Э.А.¹, Махмутов Э.И.²

¹Кандидат географических наук, ²магистрант,
Нижневартковский государственный университет

ИССЛЕДОВАНИЕ СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ СНЕЖНОГО ПОКРОВА САМОТЛОРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Аннотация

В статье представлены результаты исследований степени загрязнения снежного покрова в зоне интенсивного освоения Самотлорского месторождения. Авторами построена карта концентрации нефтепродуктов в снежном покрове. Установлена высокая степень загрязненности западной части территории. Среди загрязняющих веществ основными явились железо, марганец, хром, нитраты. Приведенные данные позволят провести детальный мониторинг состояния нарушенных территорий и разработать проекты природоохранных зон вдоль нефтегазовых объектов на зимний период.

Ключевые слова: снежный покров, степень загрязнения, Самотлорское месторождение, антропогенные ландшафты.

Kuznetsova E.A.¹, Mahmutov E.I.²

¹PhD in Geography, ²master, Nizhnevartovsk State University

SNOW COVER LEVEL OF POLLUTION AT SAMOTLOR FIELD

Abstract

The article presents the results of research of snow cover level of pollution in the zone of intensive development of the Samotlor field. The authors constructed a map of petroleum products concentration in snow cover. The high degree of contamination was determined in the western part of the territory. Among the main pollutants were iron, manganese, chromium, nitrates. These data will allow to run the detailed monitoring of the state of disturbed areas and to develop nature conservancy zones projects along the areas of oil and gas facilities in the winter.

Keywords: snow cover, level of pollution, Samotlor field, anthropogenic landscape.

Определение степени загрязнения снежного покрова является одним из главных факторов в принятии решений по рекультивации и оценке нарушенных территорий. Это обстоятельство особенно актуально для Самотлорского месторождения, где интенсивно ведется нефтедобыча.

Объектом исследования является территория цеха добычи нефти и газа № 2 (ЦДНГ-2) Самотлорского нефтегазового месторождения, которое расположено в Нижневартковском районе Ханты-Мансийского автономного округа - Югры Тюменской области. Территория ЦДНГ-2 представляет собой озерно-аллювиальную равнину, сложенную преимущественно среднесуглинистыми покровными отложениями, представленными озерно-слоистыми глинами, легкосуглинистыми алевролитами и песчаными толщами. Рельеф местности слабо пересеченный и представляет собой пониженную слаборасчлененную и слабо дренированную моренную равнину, занятую обширными труднопроходимыми болотами и множеством озер. Географически район цеха приурочен к водоразделу рек Вах и Ватинский Ёган, правых притоков р. Оби. Абсолютные высотные отметки находятся в пределах 46-52 м [1]. Исследуемая территория отображена на рис. 1.



Рис. 1 – Территория ЦДНГ-2 (Google Maps)

Климат территории ЦДНГ-2 Саянскского месторождения суровый, резко континентальный, формируется под влиянием западной циркуляции. Годовой ход температуры характерен для континентального климата. Среднемесячная температура наиболее холодного месяца (январь) составляет -22°C при абсолютном минимуме в зимний период -57°C . Среднемесячная температура наиболее теплого месяца (июль) составляет $+22,7^{\circ}\text{C}$ при абсолютном максимуме в летний период $+35^{\circ}\text{C}$. Средняя годовая температура воздуха принимает отрицательные значения и составляет $-1,2^{\circ}\text{C}$. Среднегодовые значения температуры воздуха в районе ЦДНГ-2 Саянскского месторождения с 2010 по 2015 гг. представлены на рис. 2.

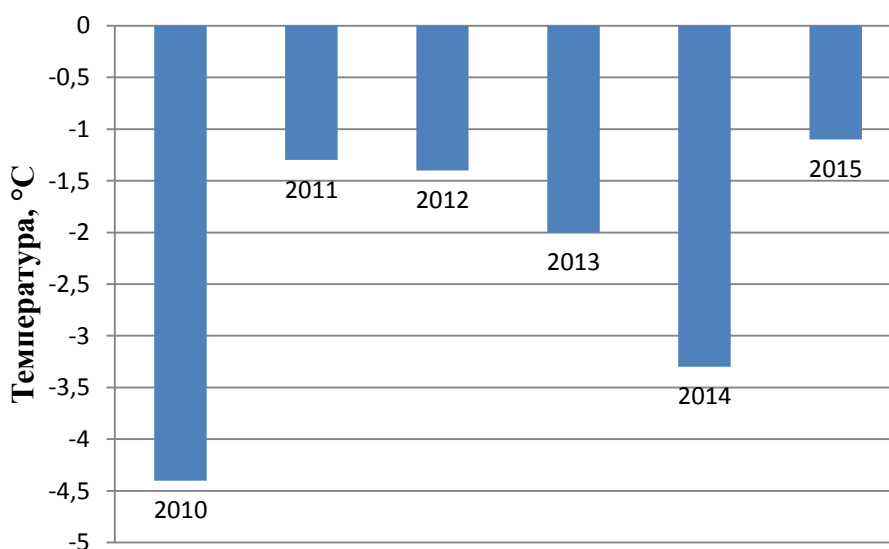


Рис. 2 – Среднегодовые значения температуры воздуха (по данным метеорологической станции г.Нижневартовска)

На всей территории зимой господствуют ветры южного и юго-западного направлений, повторяемость которых составляет 40-65%. С июля по август повсеместно преобладают ветры северные или с северной составляющей с повторяемостью 25-30% (рис.3). Средняя скорость ветра составляет 3,6 м/с.

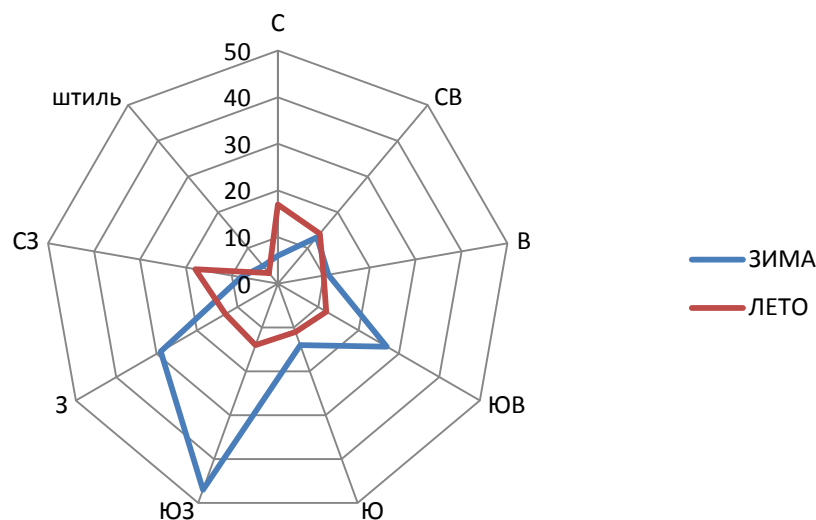


Рис. 3 – Повторяемость направлений ветра по данным метеостанции г. Нижневартовска (2015 г.)

В формировании режима увлажнения решающая роль принадлежит атмосферным осадкам. Вся территория ЦДНГ-2 Самотлорского месторождения располагается в зоне избыточного увлажнения. Среднее годовое количество осадков составляет 664 мм. Большая часть осадков выпадает в теплый период года. Зимний сезон относительно сухой. На холодный период с преимущественным выпадением твердых осадков приходится лишь 20% годовой суммы. Большинство всех зимних осадков выпадает в первые месяцы холодного периода (рис. 4).

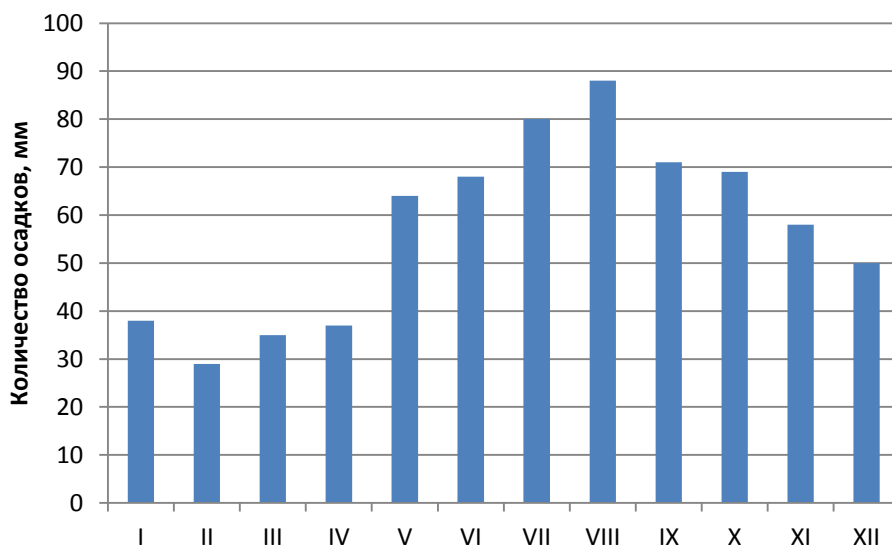


Рис. 4 – Количество осадков (2015г.)

Рассматриваемая территория находится к Западно-Сибирской таежно-лесной области и относится к провинции северо- и среднетаежных почв. На территории Самотлорского месторождения в зависимости от условий почвообразования выделено пять типов почв: болотные торфяные и торфяно-глебовые, подзолисто-глебовые, глееземы оподзоленные, аллювиальные дерновые, аллювиальные луговые и лугово-болотные.

Особенностью Самотлорского месторождения является техногенная нагрузка нефтегазового комплекса на окружающую среду, связанная с разведкой, промышленной разработкой нефтяных, газовых месторождений, транспортировкой, переработкой, хранением нефти и нефтепродуктов. Сотни тысяч скважин, десятки тысяч километров трубопроводов, подверженных коррозии, компрессорные станции являются потенциальными источниками загрязнения земельных ресурсов нефтепродуктами при аварийных ситуациях.

Значительная часть нефтяных разливов сосредоточена на болотных территориях и водной поверхности озер, канав, в понижениях рельефа. Для ликвидации нефтяных разливов применяются, прежде всего, сбор и откачка нефти с водной поверхности или рельефа. Далее, в зависимости от местных условий, производится рекультивация торфом с подсыпкой песка, либо рыхление торфогрунта, либо обработка бактериальным препаратом. Иногда комбинируется несколько технологий одновременно [2].

Для анализа степени загрязнения снежного покрова использовались данные за 2007-2009 гг. В 2007 году на территории ЦДНГ-2 Самотлорского месторождения значения содержания загрязнителей в снежном покрове достигали максимальных показателей. Этими загрязнителями являлись железо, марганец, хром, нитраты. Их присутствие в снежном покрове обусловлено аварийными разливами нефти из-за «усталости» материала

трубопроводов, затоплением территории, высоким стоянием грунтовых вод, деятельностью факельных и буровых установок, рабочих кустовых площадок, нефтешламовых амбаров, применением реагентов при очистке нефти, авариями транспорта, предназначенного для обслуживания месторождения. Большая часть площадей загрязнения снежного покрова расположена в восточной половине территории ЦДНГ-2, нежели в западной половине, а именно, в районе ДНС-28. Степень загрязнения снежного покрова на территории ЦДНГ-2 Самотлорского месторождения отображена в таблице 1.

Таблица 1 – Степень загрязнения снежного покрова на территории ЦДНГ-2 Самотлорского месторождения
(выс. – высокая, ср. – средняя, низ. – низкая)

| Участок | Железо | Марганец | Цинк | Хром | Нитраты | Сульфаты | Хлориды | Ионы аммония |
|-----------------------|--------|----------|------|------|---------|----------|---------|--------------|
| Озеро Мыхпай | Ср. | Низ. | Низ. | Ср. | Ср. | Выс. | Ср. | Ср. |
| ГПЗ | Ср. | Ср. | Ср. | Ср. | Выс. | Выс. | Ср. | Выс. |
| ДНС-1м | Ср. | Низ. | Низ. | Ср. | Выс. | Низ. | Выс. | Ср. |
| 300 м на запад от ж/д | Низ. | Низ. | Низ. | Ср. | Выс. | Ср. | Ср. | Низ. |
| ДНС-19 | Выс. | Ср. | Выс. | Низ. | Ср. | Ср. | Выс. | Низ. |
| ДНС-1 | Выс. | Низ. | Ср. | Ср. | Низ. | Ср. | Низ. | Низ. |
| ДНС-28 | Ср. | Низ. | Ср. | Выс. | Ср. | Низ. | Низ. | Выс. |
| ДНС-2 | Ср. | Низ. | Низ. | Ср. | Выс. | Низ. | Выс. | Ср. |
| Фон. знач. | Низ. | Низ. | Низ. | Ср. | Низ. | Выс. | Низ. | Низ. |

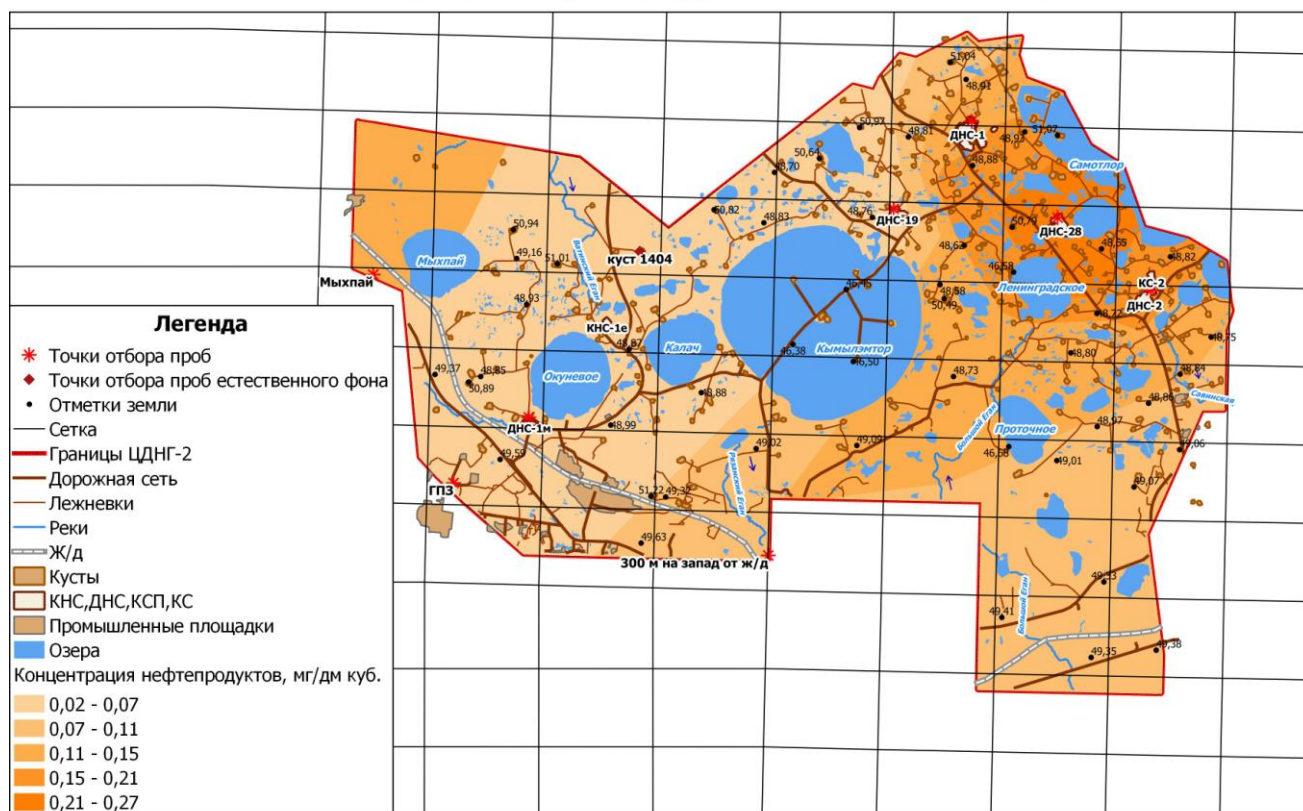
По представленным данным можно сделать вывод, что высокая степень загрязнения перечисленными веществами отмечается в районе ГПЗ, низкая – в районе железной дороги. Уменьшение значений содержания загрязняющих веществ обусловлено выполнением экологических программ по очистке территории.

Карта концентрации нефтепродуктов в снежном покрове отображает уровень содержания загрязняющих веществ на исследуемом участке. Места отбора проб были выбраны так, чтобы определить содержание загрязнителей на всей территории. Пробоотбор для определения загрязненности снежного покрова проводился в зимний период 2008-2009гг. Карта представлена на рис. 5.

Анализ карты показал, что наибольшая вероятность возникновения нефтяных загрязнений приходится на восточную половину территории, где объекты нефтепромысла и транспортная инфраструктура имеют большую плотность расположения, а также более высокий износ трубопроводов, в отличие от других участков.

Таким образом, проведенные исследования позволяют утверждать, что степень загрязненности территории ЦДНГ-2 является высокой. Но в последние годы ситуация улучшается благодаря реализации проектов рекультивации территории. В настоящее время в систему экологического мониторинга окружающей среды на территории ХМАО-Югры включено более 500 пунктов по исследованию снежного покрова с целью управления снеговыми ресурсами и проведения мониторинга в зимний период.

Концентрация нефтепродуктов в снежном покрове



1:24000

Рис. 5 – Концентрация нефтепродуктов в снежном покрове

Список литературы / References

1. Природные комплексы и компоненты рекреационных ресурсов Нижневартовского района [Электр.ресурс]. - URL: <http://works.doklad.ru/view/nXKlqcYMuWw/3.html> (дата обращения 02.04.2016).
2. Слащева А. В. Источники загрязнения окружающей среды нефтепродуктами / А. В. Слащева // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. - 1997. - № 9. - С. 54–59.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Prirodnye komplekсы i komponenty rekreacionnyh resursov Nizhnevartovskogo rajona [Natural complexes and components of recreational resources of Nizhnevartovsk area] [Electronic resource]. - URL: <http://works.doklad.ru/view/nXKlqcYMuWw/3.html> (accessed: 02.04.2016). [in Russian]
2. Slashheva A. V. Istochniki zagryazneniya okruzhajushhej sredy nefteproduktami [Sources of enviromental pollution by petroleum products] / A. V. Slashheva // Problemy bezopasnosti pri chrezvychajnyh situacijah [Security concerns in emergencies] - 1997. - № 9. - P. 54–59. [in Russian]

DOI: 10.18454/IRJ.2016.54.045

Лисицын П.В.

ORCID: 0000-0002-4595-3804, Аспирант кафедры «Инженерная геодезия», федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет»

ВОПРОСЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВОДООХРАННЫХ ЗОН И НЕКОТОРЫЕ ИХ РЕШЕНИЯ

Аннотация

В статье рассмотрены вопросы, связанные с определением ширины водоохранных зон озер. Показаны существующие подходы к их определению. Рассмотрены преимущества и недостатки этих подходов. Отмечается отсутствие единой методики определения ширины водоохранных зон; не учитывается влияние гидрогеологических, гидрологических и других факторов, влияющих на ее ширину. Подчеркивается необходимость разработки методики определения ширины водоохранных зон с учетом неоднородности грунтов прибрежной зоны, площади озер и степени их водообмена.

Ключевые слова: водоохранная зона, озера северо-запада, экологическое состояние озер, водный кодекс, определение ширины водоохранных зон, размер водоохранной зоны.

Lisitsyn P.V.

ORCID: 0000-0002-4595-3804, Postgraduate student, Saint-Petersburg Mining University

ISSUES OF DEFINITION OF WATER PROTECTION ZONES AND SOME OF THEIR SOLUTIONS

Abstract

In the article the questions, connected with determination of the width of water protection zones of lakes. The existing approaches to their definition. The advantages and disadvantages of these approaches. There is a lack of a uniform methodology for determining the width of water protection zones; is not taken into account the influence of hydrogeological, hydrological and other factors affecting its width. Stresses the need to develop methods for determining the width of water protection zones, taking into account the heterogeneity of the soil of the coastal area, area of lakes and the degree of water exchange.

Keywords: water protection area, lake of the Northwest, the ecological status of lakes, water code, determination of width of water protection zones, water protection zones size.

В настоящее время в Российской Федерации достаточно остро стоит вопрос определения ширины водоохранных зон (далее ВЗ) водных объектов. С начала 90-х годов неоднократно менялось законодательство, и соответственно, менялись правила определения и установления ВЗ.

Согласно статье 65 Водного кодекса Российской Федерации (ВК РФ), водоохранной зоной являются территории, примыкающие к береговой линии морей, рек, ручьев, каналов, озер, водохранилищ и на которых устанавливается специальный режим осуществления хозяйственной и иной деятельности в целях предотвращения загрязнения, засорения, заиления указанных водных объектов и истощения их вод, а также сохранения среды обитания водных биологических ресурсов и других объектов животного и растительного мира [1]. Однако, анализируя положения ВК РФ, принятого в 2006 году, можно сделать вывод, что, по сравнению с ранее действующим Постановлением Правительства Российской Федерации от 1996 года «Об утверждении Положения о ВЗ водных объектов и их прибрежных защитных полосах» (далее Постановление) с точки зрения улучшения экологического состояния водных объектов – сделан резкий шаг назад (таблица 1).

Таблица 1 – Размеры водоохранных зон озер

| | Постановление Правительства РФ №1404 от 23 ноября 1996 г. | Водный Кодекс РФ №74-ФЗ от 03.06.2006 |
|--|--|--|
| Ширина ВЗ озер в зависимости от площади, м | | |
| Менее 0,5 кв.км. | 300 м | Не установлена |
| От 0,5-2 кв.км. | 300 м | 50 м |
| Более 2 кв.км. | 500 м | 50 м |

Анализ данных таблицы 1, показывает, что действующий ВК РФ значительно расширяет возможности использования территорий ВЗ лицам, ранее нарушавшим установленные требования. Водоохранная зона является буфером между водным объектом и территориями, подвергающихся загрязнению, однако состояние источников централизованного питьевого водоснабжения в Северо-Западном Федеральном округе остается неудовлетворительным. К примеру, в республике Карелия доля “нестандартных” проб по санитарно-химическим и микробиологическим показателям составляет соответственно 47,6 % и 4,0 % [2, С.128].

Согласно пункту 2 Постановления, размеры и границы ВЗ и прибрежных защитных полос определялись с учетом следующих показателей: физико-географические, почвенные, гидрологические и другие условия, учитывая прогноз изменений положения береговой линии [6]. В настоящее время данный пункт утратил силу, поэтому ширина ВЗ озер определяется в зависимости от площади водного объекта. Следовательно, ширина ВЗ озер имеет единое значение по всей границе водного объекта - она не имеет минимального и максимального размеров, что является не правильным для озер на территории нашей страны.

В настоящее время не существует утвержденных государственными органами методик определения ширины ВЗ, поэтому, И.В. Жерелиной [3, С. 1-3] были рассмотрены три подхода, которыми пользуются научные и проектные организации для решения поставленного вопроса:

- Нормативно-правовой подход

Подразумевает установление водоохранных зон, основываясь на утвержденных федеральных нормативах – ВК РФ, то есть ВЗ устанавливаются в зависимости от площади озер. Недостатки данного подхода: не учитывается региональная специфика; не предусматривается разработка проектной документации; не учитывается рельеф, особенности хозяйственного использования территорий (характер застройки), а также гидрологический режим водных объектов.

- **Формализованный подход**

Как и нормативно-правовой подход, основывается на утвержденной нормативно-правовой документации, однако в данном подходе учитываются ранее разработанные методические указания, в настоящее время утратившие свою силу. Недостатки данного подхода: определение ширины ВЗ озер в зависимости лишь от площади акватории не рационально с генетических позиций; не учитывается природная обстановка территории; уход за состоянием водных объектов осуществляется только для нормативно утвержденных территорий. Но у данного подхода имеются и свои плюсы: размеры водоохранных зон хоть и незначительно, но корректируются в зависимости от поверхностного уклона прилегающей территории и особенностей ее застройки.

- **Ландшафтно-гидрологический подход**

В данном подходе учитываются методические рекомендации Министерства Природных Ресурсов Российской Федерации и определенные законодательством нормативы. К преимуществам следует отнести: учет совокупности взаимосвязей гидрологических процессов в ландшафтах; ведение корректировки границ ВЗ с учетом застройки территории, естественных и искусственных рубежей и препятствий.

Каждый подход имеет право на существование, однако ландшафтно-гидрологический подход в большей степени затрагивает влияние природных факторов на состояние озер. Также, на наш взгляд, одним из главных показателей, который необходимо учитывать при определении ширины ВЗ озер – степень проницаемости грунтов прибрежной территории.

В границах ВЗ существует запрет на некоторые виды деятельности, однако нередко на прибрежных территориях расположены склады удобрений, гаражи, заправочные станции, склады ядохимикатов, а также несанкционированные свалки [4, С. 12]. В связи с этим, на водосборной площади сосредоточены все источники загрязнения подземных и поверхностных вод. Загрязненные воды в большей степени достигают водного объекта путем их неконтролируемого поступления – это приводит к ухудшению качества вод. Загрязняющее вещество, с плотностью большей, чем у воды, постепенно просачивается в грунтовом потоке, и направляется в сторону водного объекта по водоносному горизонту [7, С. 24]. Стоит заметить, что поверхностные воды составляют единую систему с подземными водами, и они нуждаются в охране и рациональном их использовании. В связи с этим, определение и установление обоснованных размеров ВЗ для водных объектов является важным звеном в предотвращении загрязнений вод.

Нами было проведено изучение на модели характера фильтрации через различные грунты различных флюидосодержащих веществ [5]. С использованием программного комплекса ModFlow была разработана цифровая модель движения загрязняющих веществ в разных грунтах до условного озера, и была получена скорость проникновения загрязнений в озеро.

С помощью модели была рассмотрена степень проницаемости грунтов с различным гранулометрическим составом при поступлении в них загрязняющих веществ различной вязкости (рис. 1).

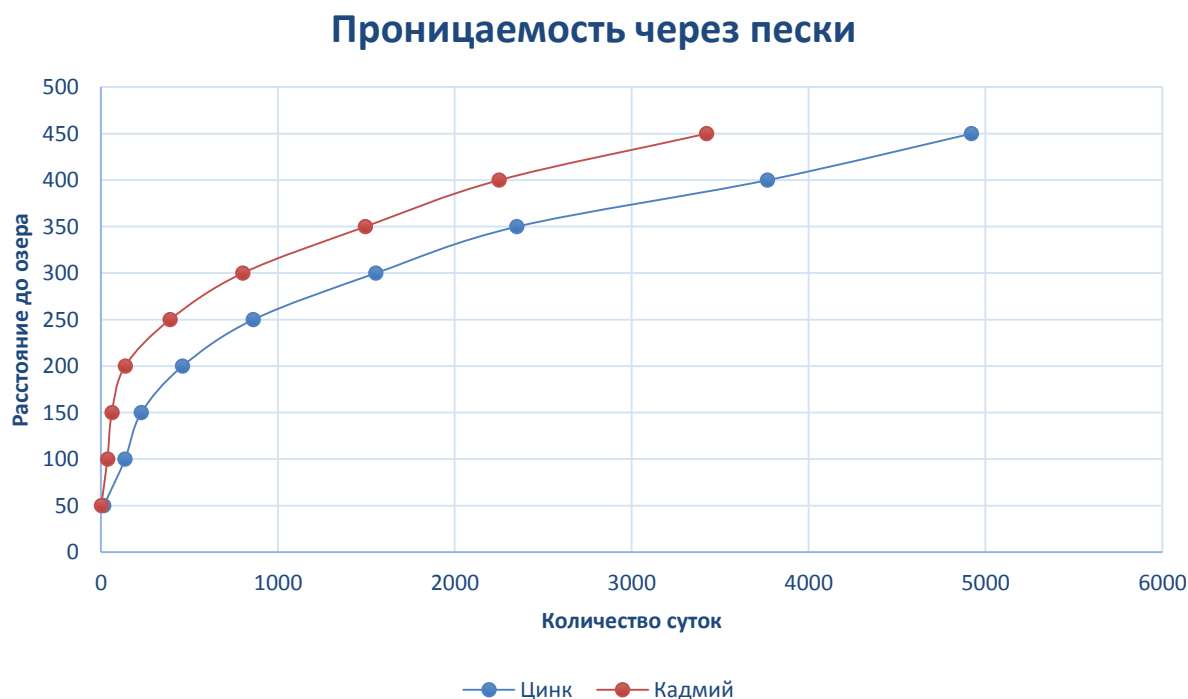


Рис. 1 – Зависимость проницаемости загрязняющих веществ через тип грунта: песок

Результаты моделирования показали хорошую корреляцию с граничными показателями ширины водоохранных зон. Так, ширина, определяемая ВК РФ, вполне объясняется результатом моделирования. Максимальная же варьирует в пределах 200-250 метров, что является близким значением для озёр, имеющих особо ценное рыбохозяйственное значение.

Одним из важных моментов при определении границ ВЗ является выявление расположения береговой линии, от которой отмеряется водоохранная зона. В настоящее время береговая линия определяется по среднему значению уровня воды за длительный промежуток времени. Однако, на наш взгляд необходимо учитывать ширину зоны затопления водного объекта во время половодий, так как земли, находящиеся за пределами периодически затопляемой водоохранной зоны, отмеряемой от среднесуточного уровня вод, в нее не включаются. Поэтому, на наш взгляд, целесообразно устанавливать водоохранную зону от максимальной отметки уровня воды на прибрежной территории конкретного водного объекта.

Отечественные авторы неоднократно затрагивали вопросы определения ширины ВЗ, и предлагали свои проекты и методики, однако, ни одна из них не утверждена. Данный вопрос требует тщательной проработки, так как направлен на совершенствование одного из важнейших механизмов улучшения экологического и санитарно-гигиенического состояния озёр, а также их гидрологического режима. Для решения поставленного вопроса необходимо внести в Водный Кодекс ряд изменений: учет степени проницаемости грунтов прибрежной территории при расчете ширины водоохранной зоны, учет степени водообмена водного объекта, прогноз изменения береговой линии озера. Необходимо положение о расчете ВЗ, а не нормативном установлении их границ, исходя из площади акватории. Также, следует расширить перечень ограничений хозяйственной и иной деятельности в пределах водоохранных зон.

Список литературы / References

1. Российская Федерация. Водный кодекс Российской Федерации: Федеральный закон № 74-ФЗ: [принят Гос. Думой 03 июня 2006 г.: одоб. Советом Федерации 26 мая 2006 г.]. – М., 2006.
2. Государственный доклад о состоянии окружающей среды Республики Карелия в 2015 году / Министерство по природопользованию и экологии Республики Карелия. – Петрозаводск: ООО «Два товарища», 2016. – 300 с.
3. Жерелина И.В. Проектирование водоохранных зон и прибрежных защитных полос водных объектов / И.В. Жерелина и др. // Использование и охрана природных ресурсов в России. – 2006. – № 3. – С. 52-59.
4. Кочарян А.Г. Барьерная роль водоохранных зон при перехвате загрязняющих веществ с водосбора / А.Г. Кочарян и др. // Водоохранные зоны: опыт практического применения и целесообразность развития: сб. статей. – М., 2006. – С. 10-23.
5. Лисицын П.В. Оценка влияния проницаемости грунтов на ширину водоохранных зон / П.В. Лисицын. // Международный научно-исследовательский журнал. – Екатеринбург. – 2016. – 7 (49). – 154-156.
6. Российская Федерация. Об утверждении Положения о водоохранных зонах водных объектов и их прибрежных защитных полосах: Постановление правительства РФ № 1404: [принят 23 ноября 1996 г.]. – М., 1996.
7. Шестаков В. М. Основы гидрогеологических расчетов при фильтрации из хранилищ промышленных стоков / В.М. Шестаков. – М.: Изд. ВООГЕО, 1961. – 100 с.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Rossijskaja Federacija. Vodnyj kodeks Rossijskoj Federacii [Russian Federation. Water code of the Russian Federation: Federal law No. 74-FZ]: federal law: [accepted by State Duma on June 3, 2006: approved by the Federation Council on May 26, 2006]. – М., 2006 [in Russian].
2. Gosudarstvennyj doklad o sostojanii okruzhajushhej sredy Respubliki Karelija v 2015 godu [State report on the state of environment of the Republic of Karelia in 2015] / Ministerstvo po prirodoopol'zovaniju i jekologii Respubliki Karelija [The Ministry of nature resources and ecology of the Republic of Karelia]. – Petrozavodsk: ООО «Dva tovarisha», 2016. – 300 p.
3. Zherelina I.V. Proektirovanie vodoohrannyh zon i pribrezhnyh zashhitnyh polos vodnyh obektov [Design of water protection zones and coastal protective strips of water objects] / I.V. Zherelina and others // Ispol'zovanie i ohrana prirodnih resursov v Rossii [The use and protection of natural resources in Russia]. – 2006. – № 3. – P. 52-59. [in Russian]
4. Kocharjan A.G. Bar'ernaja rol' vodoohrannyh zon pri perehvate zagryaznjajushhih veshhestv s vodosbora [Barrier role of water protection zones in intercepting pollutants from the catchment area] / A.G. Kocharjan and others // Vodoohrannye zony: opyt praktičeskogo primenenija i celesoobraznost' razvitija: sb. Statej [Riparian zones: the experience of practical application and expediency of development: collection of articles]. – М., 2006. – P. 10-23. [in Russian]
5. Lisitsyn P.V. Ocenka vlijanija pronicaemosti gruntov na shirinu vodoohrannyh zon [Estimation of the effect of soil permeability on the width of water protection zones] / P.V. Lisitsyn. // Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal [International research journal]. – Ekaterinburg. – 2016. – 7 (49). – P. 154-156. [in Russian]
6. Rossijskaja Federacija. Ob utverzhdenii Polozhenija o vodoohrannyh zonah vodnyh obektov i ih pribrezhnyh zashhitnyh polosah [About approval of Provisions on water protection zones of water objects and their coastal protection strips]: [accepted by regulation of the government of the Russian Federation November 23, 1996]. – М., 1996. [in Russian]
7. Shestakov V.M. Osnovy gidrogeologičeskikh raschetov pri fil'tracii iz hranilišč promyšlennyh stokov [The basis of the hydrogeological calculations for filtering of the industrial effluents storage] / V.M. Shestakov. – М.: Izd. VODGEO, 1961. – 100 p. [in Russian]

DOI: 10.18454/IRJ.2016.54.040
 Манаков А.А.¹, Ишейский В.А.²

¹Аспирант, ²кандидат технических наук, ассистент; Кафедра взрывного дела,
 Санкт-Петербургский горный университет

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА БУРОВЗРЫВНОЙ ОТБОЙКИ РУД ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАЗВЕДОЧНЫХ СКВАЖИН В КАЧЕСТВЕ ВЗРЫВНЫХ

Аннотация

Проблемы, связанные с повышением качества буровзрывных работ всегда актуальны, особенно при разработке золотосодержащих и серебряносодержащих месторождений. Проведение мероприятий по снижению потерь извлекаемого полезного ископаемого является одним из приоритетных направлений, так как объем добываемой руды напрямую зависит от проектных и реализуемых технических решений буровзрывного комплекса. На сегодняшний день показатели потерь и разубоживания являются приоритетным направлением при повышении качества ведения буровзрывных работ. В статье рассмотрено несколько эффективных решений, способствующих повышению производительности и качества добычи на примере месторождением серебра "Дукат", расположенного в Магаданской области дальнего Востока России.

Ключевые слова: буровзрывные работы; разубоживание; потери; отбойка руды.

Manakov A.A.¹, Isheiskii V.A.²

¹Postgraduate student; ² PhD in Engineering, Assistant; Department of Blasting Operations,
 Saint-Petersburg Mining University

IMPROVING THE QUALITY OF BLASTING OPERATIONS THROUGH THE USE OF EXPLORATORY WELLS AS EXPLOSIVE

Abstract

The problems associated with improving the quality of blasting is always relevant, especially in the development of gold and silver deposits. Implementation of measures to reduce the losses of recoverable mineral is one of the priority areas, as the volume of mined ore depends on the design and technical solutions implemented by drilling and blasting complex. To date, performance losses and dilution are a priority at improving the quality of conducting blasting. The article deals with several effective solutions that enhance productivity and quality of production on the example of the silver mine "Dukat", located in the Magadan region of the Far East of Russia.

Keywords: blasting, dilution, waste, breaking the ore.

Дукат является третьим по величине месторождением серебра в мире и самым крупным серебряным рудником в России. На сегодняшний день показатели потерь и разубоживания являются одними из основных задач повышения качества ведения буровзрывных работ.

Дукатское золотосеребряное месторождение расположено на территории Омсукчанского района Магаданской области РФ, в 14 км от пос. Дукат (рис.1). Поселок Омсукчан находится в 566 км от г. Магадана и связан с ним автодорогой круглогодичного действия. Поселок Дукат находится в 36 км на запад, до которого существует автодорога также круглогодичного действия.



Рис. 1 – Ситуационный план расположения месторождения

В рудных телах месторождения установлено свыше 150 минералов, в том числе около 100 гипогенных. Основными жильными минералами являются кварц, адуляр, хлорит, родонит, родохрозит. Список рудных минералов обширен и включает сульфиды свинца, цинка, меди, железа, серебра, сульфосоли серебра, самородные элементы, оксиды железа и марганца.

К числу главных рудообразующих минералов относятся галенит и сфалерит, а среди минералов серебра преобладают его самородная форма и акантит. Остальные рудные минералы уступают названным по распространенности. Общая сульфидность руд составляет 5-7%.

Главный серебросодержащий минерал – акантит, встречается практически во всех минеральных ассоциациях, но в различных количественных соотношениях. Среди самородных минералов ряда золото – серебро наиболее часто встречается самородное серебро, практически не содержащее золота.

На месторождении установлено свыше 50 гипергенных минералов, из которых наиболее широко распространены гидроокислы железа, окислы и гидроокислы марганца. Остальные минералы встречаются часто, но значительных скоплений не образуют.

Несмотря на значительные вариации минерального состава, по совокупности морфологических признаков, структурной позиции, составу жильных и рудных минералов и структурно-текстурным особенностям выделено три природных типа руд: кварц–хлорит–адуляровый; кварц–родонитовый; кварц–сульфидный.

Первые два типа руд содержат основные промышленные запасы золотосеребряного оруденения, при соотношении между ними примерно 1:1. Соотношение золота к серебру для кварц–адуляровых руд составляет 1:340, для кварц–родонитовых 1:540. В пространстве различные природные типы руд, как правило, разобщены, занимая самостоятельную структурную позицию

Геологическое строение рудных тел характеризуется сложной структурой, неравномерным распределением, сложной морфологией и переменной крепостью горных пород. Все эти факторы влияют на ведение горных работ, усложняя процесс добычи полезного ископаемого, что приводит к их удорожанию.

Рудник относится к шахтам, не опасным по газу и пыли, поэтому ограничений по применению ВМ, допущенных для взрывных работ в подземных условиях нет. Основными ВВ, применяемыми на горных работах являются ВВ, изготовленные на основе аммиачной селитры.

На сегодняшний день, в качестве рекомендаций, можно разработать несколько эффективных решений, способствующих повышению производительности и качества добычи, а именно:

- использование разведочных скважин, применяемых для уточнения контура рудного тела, в качестве взрывных [1];
- создание воздушного промежутка в донной части разведочной скважины (взрывной) по висячему боку [2];

Предлагаемые мероприятия будут способствовать повышению производительности, что улучшит качество отбойки руды при минимальных затратах на их внедрение.

Целесообразно использование разведочных скважин в качестве взрывных при дальнейшей отработке камеры. Данное предложение позволит сократить время обрушивания блока и приведёт к снижению затрат [3]. Доразведка с целью уточнения контура рудного тела осуществляется перед непосредственной добычей и в среднем приходится на каждый десятый веер проекта массового взрыва.

На рисунке 2 под *а* и *б* представлен веер, соответственно, с учетом и без учета разведочных скважин, буримых по лежащему и висячему бокам с небольшим перебором за контур рудного тела.

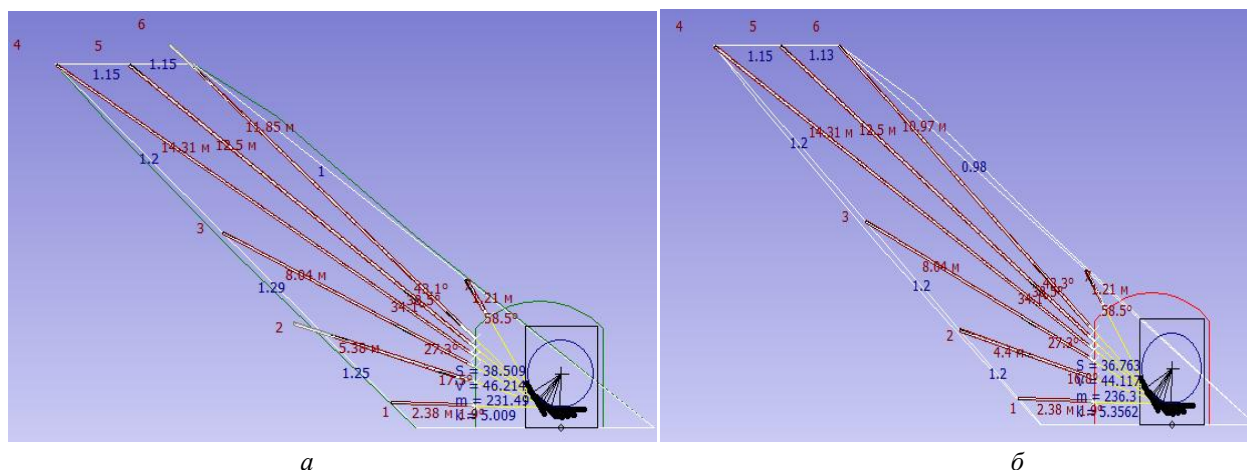


Рис. 2 – Проектные контура взрывных вееров с учетом (*а*) и без учета разведочных скважин (*б*)

Для обоснования воздушного промежутка в донной части разведочной скважины (взрывной) по висячему боку использовалось современное программное обеспечение (далее ПО) CAE Studio 3 с его модулями, а так же система автоматизированного планирования, проектирования и сопровождения горных работ GeoTech-3D. Для моделирования использовался модуль проектирования буровзрывных работ для подземных горных работ, предназначенный для автоматизации основных операций, выполняемых техническими отделами горнодобывающего предприятия при планировании подземных горных работ, проектировании массовых взрывов и мониторинге сейсмических событий [4].

По результатам моделирования проведено сравнение использования действующего проекта (на примере одного веера скважин) с предлагаемым вариантом.

При моделировании было учтено проведение массового взрыва на верхнем подэтаже камеры. Цель заключалась в максимально точном сохранении контура оставляемой потолочины с наименьшими потерями и разубоживанием при отбойке рудного тела.

Алгоритм производимых расчетов: построение моделей взрывных блоков; автоматизированное размещение вееров скважин и их редактирование; автоматизированная нумерация скважин и вееров скважин; формирование шаблонов конструкций зарядов по длинам и номерам скважин; формирование проекта на бурение; создание моделей взрывных скважин по данным фактического бурения; формирование поверхности отрыва по единичному вееру и по всему заданному блоку (Рис. 3) при заданных параметрах.

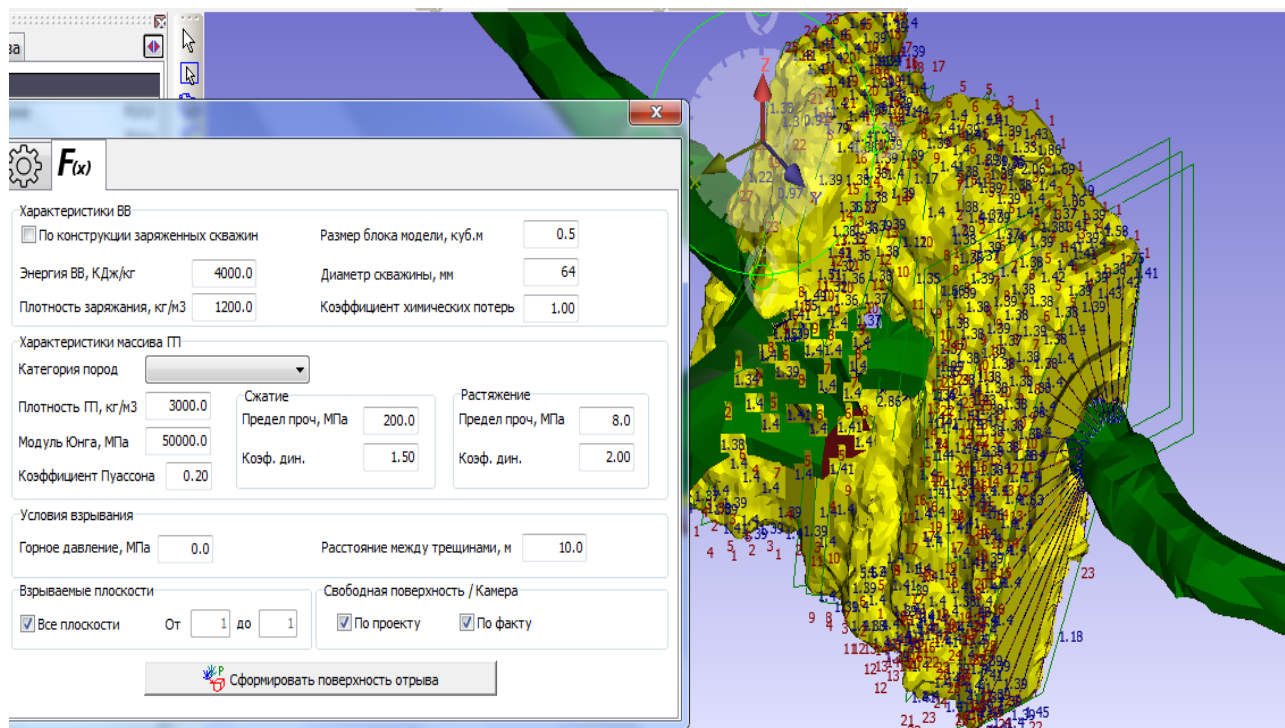


Рис. 3 – Формирование поверхности отрыва

Варьирование различными параметрами, начиная от буровой установки и заканчивая средствами взрывания, позволяет адаптироваться к любым условиям ведения буровзрывных работ.

В результате расчетов и моделирования были получены оптимальные показатели скважин в веере. В таблицах представлены показатели двух вариантов: базового (таблица 1) и проектного (таблица 2). Данные приведены при идентичных параметрах, за исключением использования воздушного промежутка в донной части разведочной скважины (взрывной) по висячему боку. Расчет поверхностей отрыва представлен на рисунках 4 и 5.

Таблица 1 – Параметры скважин базового варианта

| № скв | - | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | Общ. |
|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| $\alpha_{\text{скв}}$ | град | 1,9 | 16,8 | 27,3 | 34,1 | 38,5 | 43,3 | 58,5 | - |
| $D_{\text{скв}}$ | мм | 76,0 | 76,0 | 76,0 | 76,0 | 76,0 | 76,0 | 76,0 | - |
| $L_{\text{скв}}$ | м | 2,4 | 4,4 | 8,0 | 14,3 | 12,5 | 11,0 | 1,2 | 53,8 |
| $L_{\text{зар}}$ | м | 1,9 | 3,4 | 7,0 | 13,3 | 11,5 | 10,0 | 0,7 | 47,8 |
| $L_{\text{нед}}$ | м | 0,5 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 0,5 | - |
| $Q_{\text{ВВ}}$ | кг | 8,4 | 15,1 | 31,0 | 58,9 | 51,0 | 44,3 | 3,1 | 211,8 |

Таблица 2 – Параметры скважин проектного варианта

| № скв | - | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | Общ. |
|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| $\alpha_{\text{скв}}$ | град | 1,9 | 17,5 | 27,3 | 34,1 | 38,5 | 43,1 | 58,5 | - |
| $D_{\text{скв}}$ | мм | 76,0 | 76,0 | 76,0 | 76,0 | 76,0 | 76,0 | 76,0 | - |
| $L_{\text{скв}}$ | м | 2,4 | 5,4 | 8,0 | 14,3 | 12,5 | 11,9 | 1,2 | 55,7 |
| $L_{\text{зар}}$ | м | 1,9 | 3,4 | 7,0 | 13,3 | 11,5 | 9,0 | 0,7 | 46,3 |
| $L_{\text{нед}}$ | м | 0,5 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 0,5 | - |
| $Q_{\text{ВВ}}$ | кг | 6,6 | 11,9 | 24,5 | 46,5 | 40,2 | 31,5 | 2,4 | 163,6 |

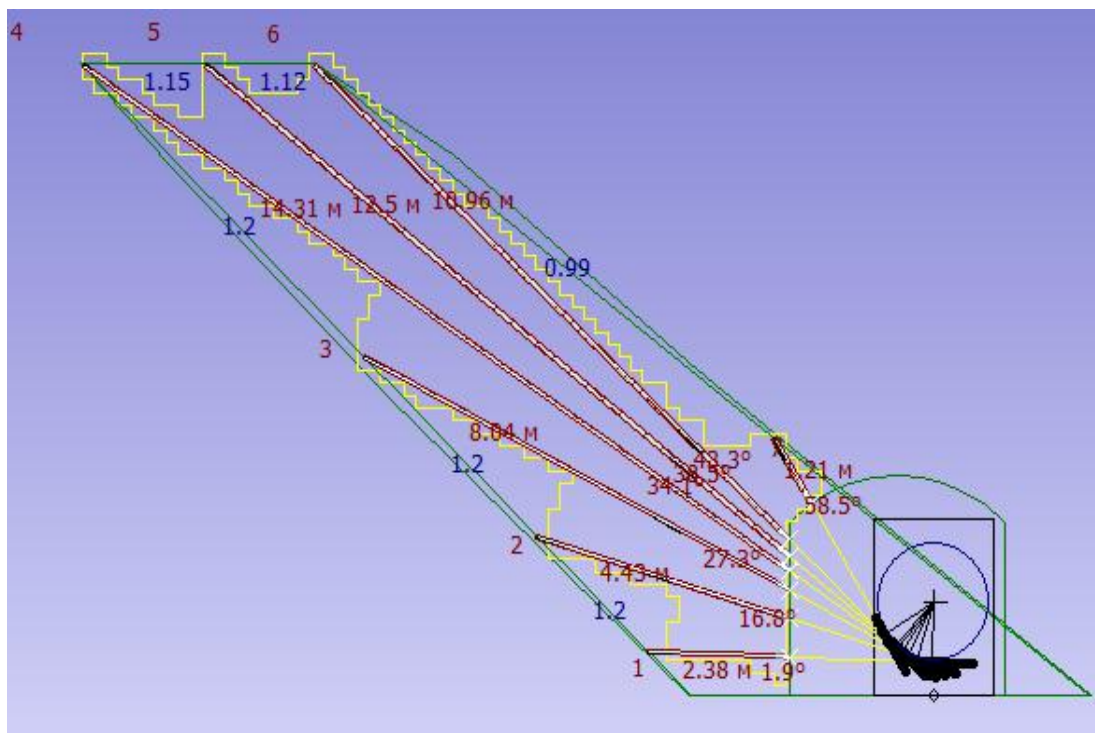


Рис. 4 – Моделирование поверхности отрыва при базовом варианте

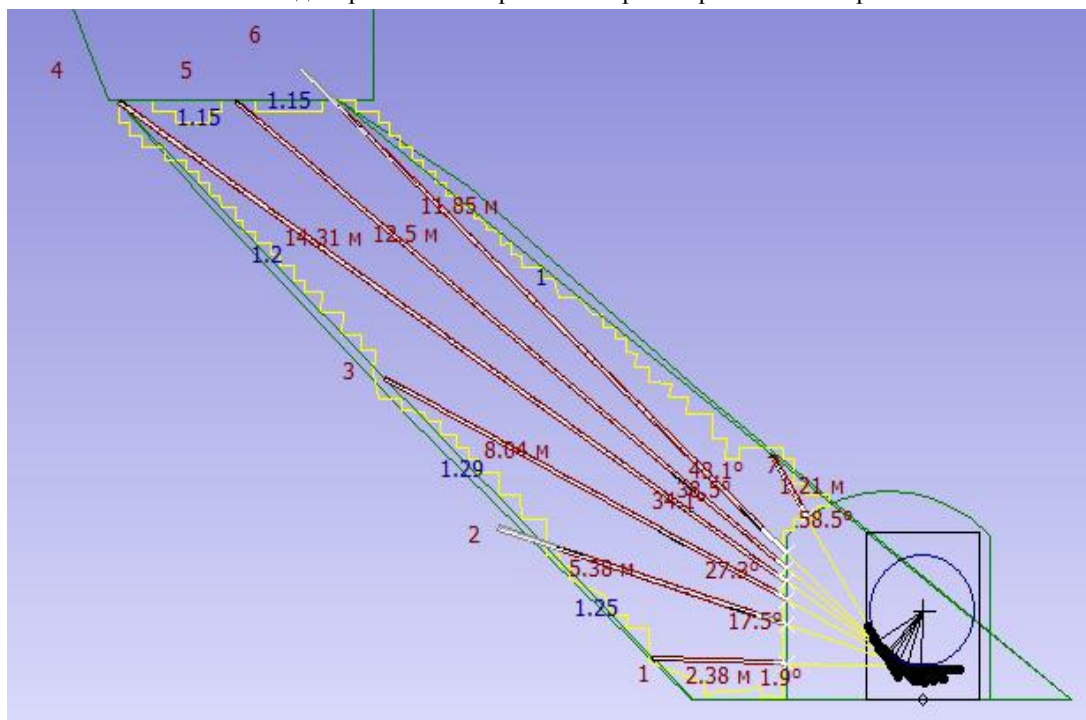


Рис. 5 – Моделирование поверхности отрыва при проектном варианте

В результате моделирования получена поверхность отрыва с показателями не только не уступающими, но и превосходящими базовый проект. В частности, более точной отбойки рудного тела донной части скважины № 6, что позволило снизить показатель разубоживания и сохранить контур потолочины при уменьшении расхода взрывчатого вещества. Представленные решения могут способствовать повышению выемки металла в добыче, путем снижения показателей потерь с 5% до 3% и разубоживания с 30% до 28%, являясь экономически эффективными, при минимальных затратах, и незначительном изменении параметров буровзрывных работ.

Список литературы / References

1. Богуславский Э. И. Управление качеством руды. Учебное пособие. - СПб.: СПГИ, 2002. - 78 с.
2. Именитов В. Р. Процессы подземных горных работ при разработке рудных месторождений. - М.: Недра, 1984. - 503 с.
3. Корнев Г.Н., Антоненко В.А. Управление действием взрыва в системах с массовым обрушением. Л.: Наука, 1975. - 112 с.
4. Четчин С.Г., Хохолков А.А. Использование компьютерной технологии в горном и взрывном деле // Горный журнал, №9-10, 1999. - С. 86-90

Список литературы на английском языке / References in English

1. Boguslavskij Je. I. Upravlenie kachestvom rudy [Ore quality management]. Uchebnoe posobie. [Textbook] - SPb.: SPGGI, 2002. – P. 78. [in Russian]
2. Imenitov V. R. Processy podzemnyh gornyh rabot pri razrabotke rudnyh mestorozhdenij [Processes of underground mining in the development of ore deposits]. - M.: Nedra, 1984. – P. 503. [in Russian]
3. Kornev G.N., Antonenko V.A. Upravlenie dejstviem vzryva v sistemah s massovym obrusheniem [Control the action with a massive explosion in the collapse of systems]. L.: Nauka, 1975. – P.112. [in Russian]
4. Chechetin S.G., Hoholkov A.A. Ispol'zovanie komp'yuternoj tehnologii v gornom i vzryvnom dele [The use of computer technology in mining and explosive case] // Gornyj zhurnal [Mining Journal], №9-10, 1999. - Pp. 86-90[in Russian]

DOI: 10.18454/IRJ.2016.54.021

Николаева М.В.¹, Атласов Р.А.²¹ORCID: 0000-0002-3972-1919, ²ORCID: 0000-0002-7268-8209,Северо-Восточный федеральный университет, Институт проблем нефти и газа СО РАН
Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект №15-17-00026)**КРИТЕРИИ ВЫБОРА УГЛЕВОДОРОДНОГО РАСТВОРИТЕЛЯ ПРИ РАЗРАБОТКЕ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ ВВН И ПБ В УСЛОВИЯХ КРИОЛИТОЗОНЫ****Аннотация**

В статье рассмотрены углеводородные растворители, используемые для разработки месторождений высоковязких нефтей и природных битумов, выявлены их преимущества и недостатки. При разработке месторождений высоковязких нефтей и природных битумов в условиях криолитозоны бурение горизонтальных скважин с применением закачки углеводородных растворителей является единственной альтернативой закачке пара. Авторами предложены критерии выбора эффективного углеводородного растворителя. В соответствии с требованиями разработан реагент-растворитель для разработки высоковязких нефтей в многолетнемерзлых породах.

Ключевые слова: высоковязкая нефть, криолитозона, углеводородный растворитель, асфальтены.

Nikolaeva M.V.¹, Atlasov R.A.²¹ORCID: 0000-0002-3972-1919, ²ORCID: 0000-0002-7268-8209,North-Eastern federal university, Institute of Oil and Gas problems of the Siberian Branch of the RAS
The study was supported by a grant from the Russian Science Foundation (project №15-17-00026)**CRITERIA FOR SELECTION OF HYDROCARBON SOLVENT FOR EXPLORATION OF HEAVY OIL
AND BITUMEN IN PERMAFROST CONDITIONS****Abstract**

The article deals with hydrocarbon solvents used for exploration heavy oil and bitumen, identified their strengths and weaknesses. When exploration heavy oil and bitumen in permafrost zone drilling of horizontal wells using injection of hydrocarbon solvents is the only alternative to the injection of steam. The authors proposed criteria for selection of effective hydrocarbon solvent. In accordance with the requirements developed by the reagent-solvent for the development of heavy oil in the permafrost.

Keywords: heavy oil, permafrost, a hydrocarbon solvent, asphaltenes.

Для разработки месторождений высоковязких нефтей и природных битумов используются различные методы, применимость которых зависит от геологического строения и условий залегания пластов, физико-химических свойств пластового флюида, состояния и запасов углеводородного сырья, климато-географических условий, наличия инфраструктуры и других факторов.

К настоящему моменту проведено большое количество исследований по разработке месторождений с высоковязкими нефтями и битумами, испытаны и используются на промыслах технологии бурения с применением системы горизонтально-наклонных скважин. Однако недостаточно проведены научно-исследовательские работы, связанные с разработкой месторождений высоковязких нефтей на Северо-Востоке страны, где преобладают многолетнемерзлые породы. Многолетнемерзлые породы имеют существенные отличия от пород, расположенных в районах с умеренным климатом: сложный рельеф местности, относительно небольшая глубина и высокая изменчивость залегания полезных ископаемых, малая мощность продуктивного пласта, низкий уровень геологической изученности района. Климатические условия региона, в котором мощность распространения многолетней мерзлоты составляет порядка 120-600 м, также являются весьма жесткими [1, С.174].

В большинстве случаев коллекторы месторождений высоковязких нефтей и природных битумов на территории Якутии представлены карбонатными кавернозно-порово-трещинными породами, характеризующимися достаточно высокими емкостными свойствами. Значения открытой пористости в среднем составляют 5-20%. Вязкость в пластовых условиях для месторождений тяжелой нефти составляет от 20 мПа·с до величин вязкости природного битума (9000 мПа·с).

При разработке месторождений ВВН и ПБ в условиях криолитозоны бурение горизонтальных скважин с применением углеводородных растворителей является единственной альтернативой закачке пара. Также этот способ добычи может быть эффективен для залежей, залегающих на небольших глубинах от поверхности. Однако актуальной задачей остается подбор наиболее оптимального растворителя для применения при разработке месторождений ВВН и ПБ в условиях криолитозоны.

В настоящее время на практике применяются различные нефтяные растворители, смеси метановых и ароматических углеводородов, а также их композиции с другими растворителями.

Использование растворителей при разработке месторождений высоковязкой нефти имеет следующие преимущества: высокий коэффициент нефтеизвлечения, экологичность по сравнению тепловыми методами с использованием пара, снижение вязкости высоковязкой нефти, снижение напряжения сдвига, изменение ее тиксотропных свойств. Также растворители обладают достаточно высокой растворяющей способностью, облегчают транспортировку высоковязкой нефти и не требуют сложных устройств по их отделению от нефти, эффективны для борьбы с выпадением асфальтеносмолапарафиновых веществ (АСПВ) в используемом оборудовании.

К минусам применения некоторых растворителей можно отнести их негативное влияние на асфальтены, которые содержатся в высоковязкой нефти и природном битуме в большом количестве, что способствует активному выпадению АСПВ в пласте или призабойной зоне пласта [2, С.149].

Углеводородные растворители подразделяются на следующие группы:

А – ароматические, содержащие более 50% ароматических углеводородов;

И – изопарафиновые, содержащие более 50% изопарафиновых углеводородов;

Н – нафеновые, содержащие более 50% нафеновых углеводородов;

П – парафиновые, содержащие более 50% нормальных парафиновых углеводородов;

С – смешанные, содержащие не более 50% углеводородов каждой из групп.

В таблице 1 представлены значения вязкостей некоторых углеводородных растворителей разных групп [3, С.73].

Таблица 1 – Вязкость углеводородных растворителей при 25°C

| Растворитель | Тип растворителя | Вязкость при 25°C, мПа·с |
|------------------|------------------|--------------------------|
| Нефрас 130/150 | А | 0,66 |
| Абсорбент 50/370 | И | 0,82 |
| Абсорбент Н | Н | 0,81 |
| Дистиллят 30/215 | П | 0,47 |
| Нефрас 155/200 | С | 0,69 |

Установлено, что углеводородные растворители, применяемые в настоящее время, обладают достаточно низкой вязкостью. В карбонатном каверно-порово-трещиноватом коллекторе из-за различия вязкости растворителя и вязкости пластовой нефти возможны его прорывы по высокопроницаемым каналам и трещинам фильтрации.

Одним из методов борьбы с образованием языков прорыва является применение блокирующих гелей, осадкообразующих композиций и других потокоотклоняющих технологий. Однако, повышая вязкость самого закачиваемого агента или формируя оторочки с растворителем, имеющим высокую вязкость, можно добиться значительного выравнивания фронта вытеснения.

Авторами предложены критерии выбора эффективного углеводородного растворителя для применения в трещинно-поровых коллекторах в условиях многолетнемерзлых пород:

1. Компоненты состава растворителя должны быть относительно недороги и доступны;

2. В составе растворителя обязательно должны присутствовать такие компоненты, как ароматические углеводороды и ПАВ, которые диспергируют асфальтены, смолы, парафины и другие высокомолекулярные соединения в нефти;

3. Растворитель должен обладать достаточной вязкостью для равномерного вытеснения нефти при стандартных условиях;

4. Растворитель должен быть устойчивым к влиянию низких температур в условиях многолетнемерзлых пород;

5. Растворитель не должен способствовать выпадению АСПВ в пластовых и скважинных условиях;

6. Растворитель должен быть применим в процессе добычи нефти тепловыми методами.

В соответствии с вышеперечисленными требованиями предлагается растворитель, состоящий из ароматических углеводородов, ПАВ-добавки, загустителей и дизельного топлива.

При разработке растворителя учитывалось возможное осаждение асфальтенов, для предотвращения данного явления необходимо добавление доли ароматических углеводородов - ксилола, который успешно растворяет смолы и асфальтены. Для полной коллоидной стабилизации асфальтенов необходимо, чтобы доля ксилола составляла не менее 5-10% в общем объеме растворителя.

Установлено, что экономически эффективно использовать для разбавления высоковязкой нефти товарные нефтепродукты, легкую нефть или газоконденсат. По эффективности снижения вязкости они располагаются в следующем порядке: дизельное топливо > керосин > газоконденсат [4, С.3]. При этом с учетом ориентированности на эксплуатацию в условиях Крайнего Севера, а также отрицательных температурах (-4-6 °C) в толще многолетнемерзлых пород введение дизельного топлива марки А (арктическая) позволит снизить температуру загустевания до -19 - 20°C.

В качестве загустителя предлагается использовать рапсовое масло. Структурные формулы жирных кислот растительных масел и углеводородов дизельного топлива подобны, сложные эфиры масел хорошо смешиваются с нефтепродуктами и дают стойкие смеси. Вязкость рапсового масла при 20°C составляет 75 мм²/с, температура застывания -23°C. Рапсовое масло обладает пептизирующими свойствами, диспергируют агрегаты асфальтенов и предотвращают их агрегирование.

Для создания эффекта «скользящей воды» вводится ПАВ агент – алкоксилат.

Предлагаемая рецептура растворителя соответствует критериям для применения при разработке ВВН и ПБ в условиях многолетнемерзлых пород.

Список литературы / References

1. Тимофеев Н.Г. Инновационный подход к созданию высокопроизводительных технологий бурения скважин в условиях криолитозоны/ Тимофеев Н.Г., Аргунов Б.В., Тыкынаев В.Г.// Международный научный журнал «Инновационная наука». – 2015. - №4. – С.174-179.
2. Сергиенко С.Р. Высокомолекулярные неуглеводородные соединения нефти: Смолы и асфальтены/ Сергиенко С.Р., Таимова Б.А., Талалаев Е.И. – М.: Наука, 1979. –269 с.
3. Рахимова Ш. Г. Исследование применения теплового воздействия совместно с углеводородными растворителями для разработки залежей тяжелых нефтей : дис. ... канд. тех. наук : 25.00.17 / Рахимова Шаура Газимьяновна; - Бугульма, 2009. – 134 с.
4. Павлов И.В. Влияние растворителей на вязкостно–температурные свойства высоковязкой нефти/ И. В. Павлов, О. А. Дружинин, Д. А. Мельчаков, В. П. Твердохлебов, Ф. А. Бурюкин, И. С. Грайворонский, Е. Е. Герилевич//Молодёжь и наука: Сборник материалов VII Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных, посвященной 50-летию первого полета человека в космос [Электронный ресурс]. — Красноярск: Сибирский федеральный ун-т, 2011.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Timofeev N.G. Innovacionnyj podhod k sozdaniju vysokoproizvoditel'nyh tehnologij burenija skvazhin v uslovijah kriolitozony [An innovative approach to the creation of high-tech drilling in the permafrost zone]/ Timofeev N.G., Argunov B.V., Tykynaev V.G.// Mezhdunarodnyj nauchnyj zhurnal «Innovacionnaja nauka» [International Journal "Innovative science"]. – 2015. - №4. – P.174-179. [in Russian]
2. Sergienko S.R. Vysokomolekuljarnye neuglevodorodnye soedinenija nefti: Smoly i asfal'teny [High-oil non-hydrocarbon compounds: Resins and asphaltenes] / Sergienko S.R., Taimova B.A., Talalaev E.I. – M.: Nauka, 1979. –269 P. [in Russian]
3. Rahimova Sh. G. Issledovanie primenenija teplovogo vozdejstvija sovmestno s uglevodorodnymi rastvoriteljami dlja razrabotki zalezhej tjazhelyh neftej [Investigation of heat exposure with hydrocarbon solvents for development of deposits of heavy oils]: dis. ... of PhD in Engineering: 25.00.17 / Rahimova Shaura Gazim'janovna; - Bugul'ma, 2009. – 134 P. [in Russian]
4. Pavlov I.V. Vlijanie rastvoritelej na vjazkostno–temperaturnye svojstva vysokovjazkoj nefti [Effect of solvents on viscosity-temperature properties of heavy oil]/ I. V. Pavlov, O. A. Druzhinin, D. A. Mel'chakov, V. P. Tverдохлебов, F. A. Burjukin, I. S. Grajvoronskij, E. E. Gerilovich//Molodjosh' i nauka: Sbornik materialov VII Vserossijskoj nauchno-tehnicheskoy konferencii studentov, aspirantov i molodyh uchjonyh, posvjashhennoj 50-letiju pervogo poleta cheloveka v kosmos [Youth and Science: A Collection of Materials of the VII All-Russian scientific and technical conference of students, graduate students and young scientists, devoted to the 50th anniversary of the first manned flight into space] – Krasnojarsk: Sibirskij federal'nyj un-t, 2011. [in Russian]

РОССИЙСКИЙ ИНДЕКС
НАУЧНОГО ЦИТИРОВАНИЯ

Science Index



*Мы настоятельно рекомендуем всем нашим авторам зарегистрироваться в системе **Science Index РИНЦ**.*

Таким образом, авторы могут более детально контролировать список своих публикаций, не только в нашем журнале, но и во всех научных изданиях, входящих в РИНЦ. Регистрация в системе также позволит узнать индекс научного цитирования автора и его публикаций.

Подробную инструкцию по регистрации в системе Science Index РИНЦ Вы можете найти на нашем сайте <http://research-journal.org/> в разделе «Полезно знать».

DOI: 10.18454/IRJ.2016.54.071

Рахимкулова Э.И.¹, Бариева Э.Р.²¹Студент, Казанский государственный энергетический университет,²кандидат биологических наук, доцент, Казанский государственный энергетический университет**АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД МОЛОКОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ****Аннотация**

Приведены результаты анализа эффективности работы очистных сооружений молокоперерабатывающего предприятия. Выявлено, что в настоящее время очистные сооружения не дают достаточного эффекта очистки по основным показателям. С целью снижения негативного воздействия и улучшения качества сточных вод молокоперерабатывающего предприятия предложена физико-химическая очистка производственных сточных вод методом реагентной напорной флотации с использованием интенсифицирующих реагентов – коагулянта и флокулянта, с последующей доочисткой на существующей станции биологической очистки.

Ключевые слова: сточные воды, биологические очистные сооружения, напорная флотация, коагулянты и флокулянты, нейтрализация.

Rakhimkulova E.I.¹, Barieva E.R.²¹Student, Kazan State Power Engineering University,²PhD in Biology, associate professor, Kazan State Power Engineering University**ANALYSIS OF THE EFFICIENCY TREATMENT OF WASTEWATER OF MILK PROCESSING PLANTS****Abstract**

The results of the analysis of work efficiency of treatment facilities of the milk processing enterprise. It was revealed that currently, treatment plants do not provide sufficient cleaning effect on the main indicators. With the aim of reducing negative impacts and improving waste water quality of milk processing plants the proposed physico-chemical industrial wastewater treatment reagent method of pressure head flotation with the use of intensifying reagents, coagulant and flocculant, followed by tertiary treatment in the existing biological treatment plant.

Keywords: wastewater, biological treatment plants, pressure flotation, coagulants and flocculants, neutralizing.

В данной статье рассматривается молокоперерабатывающее предприятие, находящееся на территории Республики Башкортостан. Основным видом деятельности завода является производство цельномолочной продукции.

Сточные воды предприятия представляют сложную систему с присутствием растворенных в воде взвешенных и эмульгированных частиц, загрязняющих стоки. Они содержат белковые растворы, нерастворимые хлопья белковых веществ, частицы жиров, растворимый молочный сахар, а также дезинфицирующие и моющие средства [2, с. 232].

Сточные воды в основном образуются от следующей производственной деятельности:

- приемка молока: мойка автоцистерн, фляг;
- аппаратное отделение: мойка технологического оборудования, мойка емкостей для хранения, мойка молокопроводов, мойка молочных насосов;

- отделение фасовки: мойка фасовочного оборудования, трубопроводов;

- компрессорная: охлаждение сырья и готовой продукции водой;

- хозяйственно-бытовые стоки с административного здания.

Проектная мощность очистных сооружений – 300 м³/сут., 109,5 тыс.м³/год; способ очистки – биологический, год ввода в эксплуатацию – 1972 г.

Очистка сточных вод, поступающих на БОС, обеспечивается двухступенчатыми аэротенками с пневматической аэрацией. Сточные воды на БОС проходят:

- решетчатый контейнер, задерживающий крупные включения;
- денитрификатор, где завершаются процессы аммонификации;
- аэротенк 1 ступени очистки – при аэрировании и перемешивании происходит разложение и окисление органических загрязнителей;

- первичные отстойники – стоки очищаются от механических примесей, взвешенных веществ, жиров;

- аэротенк 2 ступени очистки – проходят процессы нитрификации;

- вторичный отстойник – предназначен для отстаивания взвешенных веществ (ила);

- контактный резервуар, в котором производится обеззараживание очищенных стоков раствором гипохлорита кальция Ca(OCl)₂ (время пребывания – не менее 30 мин).

В состав очистной станции также входят воздуходувная станция и илонакопитель.

Очищенная сточная вода по подземному коллектору самотеком поступает в металлическую емкость, заглубленную в землю. По мере наполнения вода по металлическому желобу отводится в реку.

Место сброса не попадает в пределы первого, второго пояса зон санитарной охраны источников хозяйственно-питьевого водоснабжения; в пределы первого, второго поясов округов санитарной охраны курортов, в места туризма, спорта и массового отдыха населения; в водные объекты, содержащие природные лечебные ресурсы. В сточных водах не содержатся вредные вещества, для которых не установлены нормативы предельно допустимых концентраций [3, с. 63].

Очистка производится по взвешенным веществам, нефтепродуктам, жирам, ПАВ, фосфатам, азоту аммонийному, металлам.

С целью оценки эффективности работы очистных сооружений предприятия провели анализ качества очищенных сточных вод, сбрасываемых в реку.

Были отобраны и проанализированы пробы сточной воды рассматриваемого молокоперерабатывающего предприятия на содержание загрязняющих веществ: нефтепродуктов, ионов аммония, взвешенных частиц, жиров, хлоридов, сульфатов и нитратов, а также были определены значения ХПК и БПК.

Полученные в ходе лабораторных исследований результаты сравнили с качественными показателями исходных сточных вод (Таблица 1).

Таблица 1 – Концентрация ЗВ на входе и на выходе из БОС

| № п/п | Наименование ЗВ | Концентрация ЗВ, мг/л | | | |
|-------|-----------------------|-----------------------|--------|--------------------------|--------|
| | | Вход | Выход | Эффективность очистки, % | ПДК |
| 1 | Взвешенные вещества | 714,0 | 289,3 | 59,5 | 10,0 |
| 2 | pH | 10,5 | 7,4 | 29,5 | 7,0 |
| 3 | Ион-аммония | 13,1 | 5,5 | 58,0 | 0,5 |
| 4 | Нитрит-ион | 3,0 | 0,1 | 96,7 | 0,08 |
| 5 | Нитрат-ион | 89,2 | 0,1 | 99,8 | 40,0 |
| 6 | Сульфаты | 275,0 | 34,3 | 87,5 | 100,0 |
| 7 | Фосфаты | 0,44 | 0,17 | 61,4 | 0,2 |
| 8 | Хлориды | 1932,0 | 372,3 | 33,4 | 300,0 |
| 9 | Сухой остаток | 3074,0 | 1286,0 | 58,2 | 1000,0 |
| 10 | Железо | 0,69 | 0,42 | 39,1 | 0,1 |
| 11 | Жиры | 9,9 | 0,47 | 95,3 | Отс. |
| 12 | Нефтепродукты | 0,16 | 0,05 | 68,8 | 0,05 |
| 13 | ХПК | 2200,0 | 400,0 | 81,8 | 15,0 |
| 14 | БПК _{полное} | 1025,0 | 200,0 | 80,5 | 3,0 |

Исходя из полученных результатов, можно сделать вывод о том, что в настоящее время очистные сооружения не дают достаточного эффекта очистки по основным показателям: аммонийному азоту, взвешенным веществам, жирам, нитритам. Содержание указанных веществ на выходе превышает норму в 5-12 раз, что свидетельствует о недостаточности процесса очистки сточных вод.

Для увеличения производительности БОС предлагается физико-химическая очистка производственных сточных вод методом реагентной напорной флотации с использованием интенсифицирующих реагентов – коагулянта и флокулянта, с последующей доочисткой на существующей станции биологической очистки [4, с. 61-64].

Схема очистки производственных сточных вод будет включать следующую последовательность операций (рис.1):

- предварительная очистка сточных вод на локальных жирословителях;
- сбор обезжиренной воды в усреднителе;
- подача обезжиренного потока сточных вод из усреднителя в реактор-нейтрализатор;
- приготовление и дозирование раствора кислоты;
- нейтрализация кислотой (в зависимости от текущего значения pH) с целью достижения pH среды 7,1-7,3;
- приготовление и дозирование растворов коагулянта и флокулянта;
- напорная флотация;
- отвод флотационной пены в сборник флотопены;
- дозирование раствора пеногасителя- пеногашение флотационной пены в сборнике;
- отвод осветленной воды после флотации в существующую канализационную насосную станцию;
- подача осветленной воды на существующие биологические очистные сооружения.

Подбор типа и дозы реагентов выполняется в процессе предварительных испытаний, окончательно – при пуско-наладочных работах.

Использование реагентов обеспечивает не только существенное повышение эффекта осветления сточных вод, но и удаление значительной части коллоидных и растворимых органических загрязнений; в том числе трудноокисляемых (нефтепродукты, ПАВ и др.). Снижение БПК, ХПК и токсичных примесей позволяет значительно улучшить работу биологических очистных сооружений.

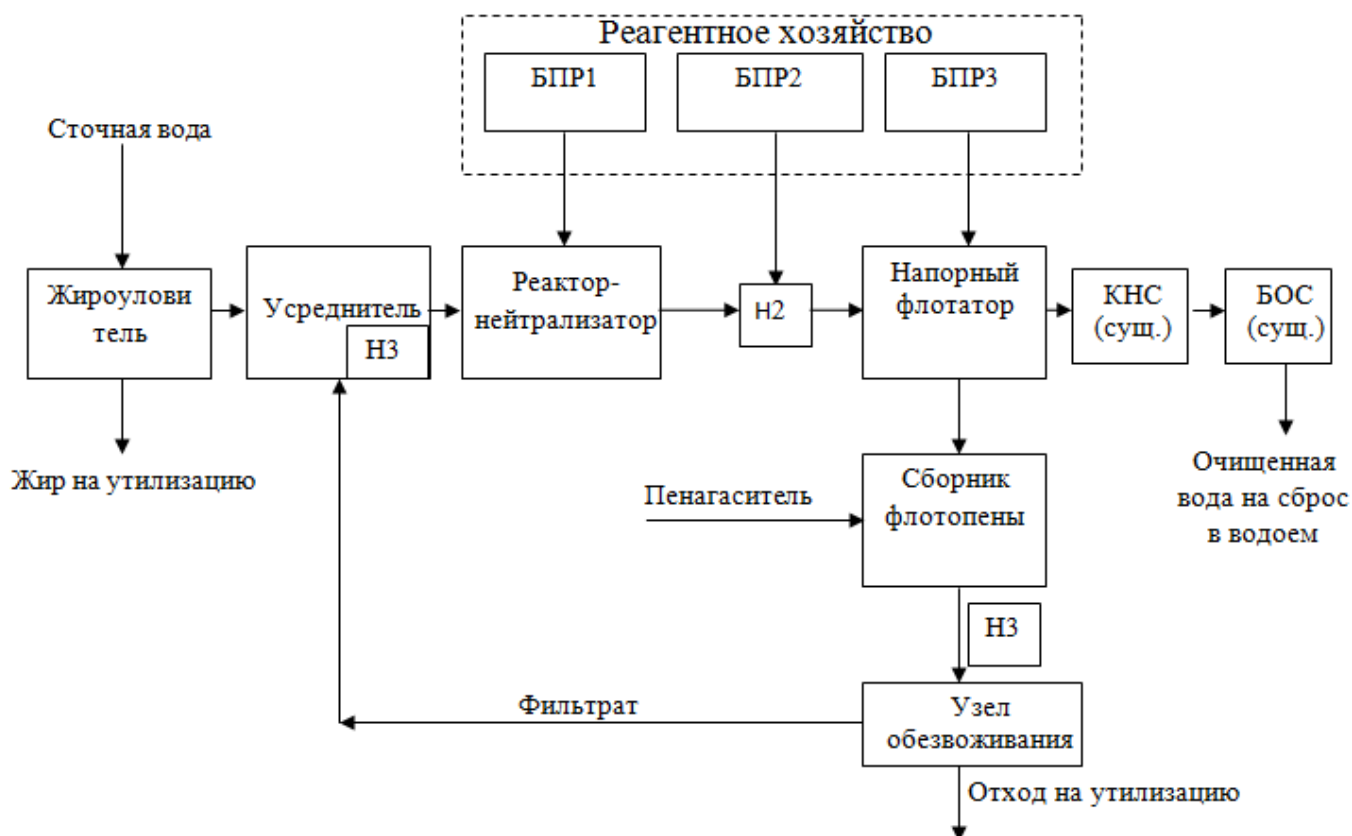


Рис. 1 – Принципиальная технологическая схема очистки сточных вод после модернизации (БПР1 – корректировка pH, БПР2 – коагулянт, БПР3 – флокулянт)

Осветленная вода после флотации направляется в существующую канализационную насосную станцию для подачи на биологические очистные сооружения.

Внедрение данной технологии на рассматриваемом предприятии позволит довести его стоки до норм сброса в водоемы рыбохозяйственного назначения, что делает возможным сброс очищенных сточных вод в водоем или внедрение схем оборотного водоснабжения.

Список литературы/ References

1. ГОСТ 31859–2012 (с изм. 2014). Вода. Метод определения химического потребления кислорода. – Введ. 2014-01-01. – М.: Изд-во «Стандартинформ», 2014. – 11 с.
2. Барабанова О.А. Экология: учеб. для вузов / О.А. Барабанова. – Изд.: Библиотечно-издательский комплекс Сибирского федерального университета, 2011. – 333 с.
3. Иванова А.О. Модернизация системы очистки сточных вод на предприятиях молочной промышленности / А.О. Иванова, Е.В. Серазеева // Вестник магистратуры. – 2015. - № 12(51). – С. 63-64.
4. Рахимкулова Э.И. Повышение производительности БОС путем внедрения реагентной напорной флотации / Э.И. Рахимкулова, Э.Р. Бариева // Мир науки и инноваций. – 2015. - № 1(1). Том 14. – С. 61-64.

Список литературы на английском языке / References in English

1. GOST 31859–2012 (s izm. 2014). Voda. Metod opredelenija himicheskogo potreblenija kisloroda [Water. Method of determining chemical oxygen demand]. – Vved. 2014-01-01. – M.: Izd-vo «Standartinform», 2014. – 11 s. [in Russian]
2. Barabanova O.A. Jekologija: ucheb. dlja vuzov [Ecology: proc. for universities] / O.A. Barabanova – Izd.: Bibliotечно-izdatel'skij kompleks Sibirskogo federal'nogo universiteta, 2011. – 333 s. [in Russian]
3. Ivanova A.O. Modernizacija sistemy ochistki stochnyh vod na predpriyatijah molochnoj promyshlennosti [Modernization of the system of wastewater treatment in the dairy industry] / A.O. Ivanova, E.V. Serazeeva // Vestnik magistratury. – 2015. - № 12(51). – S. 63-64. [in Russian]
4. Rahimkulova E.I. Povyshenie proizvoditel'nosti BOS putem vnedrenija reagentnoj napornoj flotacii [Improving the performance of bare by introduction of the reagent pressure flotation] / E.I. Rahimkulova, E.R. Barieva // Mir nauki i innovacij. – 2015. - № 1(1). Tom 14. – S. 61-64. [in Russian]

DOI: 10.18454/IRJ.2016.54.049

Севастьянов А.А.¹, Коровин К.В.², Зотова О.П.³, Зубарев Д.И.⁴¹ Кандидат технических наук, Тюменский индустриальный университет,² Кандидат технических наук, Тюменский индустриальный университет,³ Тюменский индустриальный университет,⁴ Научно-исследовательский инновационный центр нефтегазовых технологий**ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗРАБОТКИ АЧИМОВСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ ХМАО-ЮГРЫ****Аннотация**

В работе дан обзор условий осадконакопления ачимовской толщи на территории Западной Сибири. Проведен анализ вероятно-статистического распределения основных подсчетных параметров для отложений ачимовской толщи. Проведена оценка ресурсного потенциала по вероятностной шкале, используемой в классификации PRMS. Представлены результаты анализа эффективности применяемых технологий. Определены основные факторы, влияющие на процесс выработки запасов по пластам ачимовской толщи. Выполнен прогноз добычи нефти по ХМАО-Югре на долгосрочную перспективу.

Ключевые слова: ачимовские отложения, ТРИЗ, эффективность ГТМ, прогноз добычи нефти.

Sevastianov A.A.¹, Korovin K.V.², Zotova O.P.³, Zubarev D.I.⁴¹PhD in Engineering, Tyumen Industrial University,²PhD in Engineering, Tyumen Industrial University,³Tyumen Industrial University,⁴Research Innovation Center Petroleum Technology**PROSPECTS OF DEVELOPMENT THE ACHIMOV DEPOSITS IN KHMAO-YUGRA****Abstract**

Present work gives an overview of the conditions of sedimentation in the Achimov strata in Western Siberia. The analysis of the likely statistical distribution of the main parameters for the calculation of the Achimov formation. The evaluation of the resource potential on the probability scale used in the PRMS classification. The results of the analysis of efficiency of applied technologies. The major factors influencing the process of development of reserves at Achimov. Made a forecast of oil production in the KhMAO-Ugra for the long term.

Keywords: Achim deposits, hard to recover reserves, GTM, oil production forecast.

Проблема вовлечения в разработку месторождений с трудноизвлекаемыми запасами (ТРИЗ) в настоящее время является одной из наиболее важных в нефтегазовой отрасли Российской Федерации. На территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры к категории ТРИЗ относятся несколько широко распространённых продуктивных пластов, содержащих существенную долю запасов. Одним из них является ачимовская толща, оценка добычного потенциала которой проведена нами для анализа перспектив развития нефтедобычи в ХМАО-Югре.

Ачимовская толща представляет собой неравномерное, часто линзовидное переслаивание алевролитов, песчаников и аргиллитоподобных глин. Она рассматривается как продолжение проницаемых пластов неокома и прослеживается в зоне подножия и склона каждого клиноформного резервуара. Отложения ачимовской толщи представлены в виде полосовидных тел субмеридионального простирания. Каждый вышележащий пласт смещен на запад относительно нижележащего. Пласты-коллекторы разделены глинисто-алевритовыми перемычками [1].

Степень изученности наиболее перспективной территории развития клиноформ ачимовской толщи поисково-разведочным бурением оценивается в 65%, при этом 35% ее территории имеет потенциал для наращивания ресурсной базы данного региона.

В целом из исследуемых объектов с момента начала разработки добыто 240 млн. т, из которых 17,9 млн. т – в 2015 г., при этом более 90% годовой и накопленной добычи обеспечено за счет 17 объектов разработки по месторождениям.

Использование анализа, описанного в работе [4], позволило составить образ залежи, добычной потенциал которой оценен по вероятностной шкале. Результаты представлены в табл. 1.

Таблица 1 – Вероятностное распределение основных подсчетных параметров и извлекаемых запасов нефти

| Параметр | Вероятность | | |
|---|-------------|--------|--------|
| | P 90 | P 50 | P 10 |
| Площадь, тыс. м ² | 30000 | 118370 | 163800 |
| Нефтенасыщенная толщина, м | 5 | 9,8 | 15 |
| Открытая пористость, д. ед. | 0,16 | 0,17 | 0,19 |
| Начальная нефтенасыщенность, д. ед. | 0,46 | 0,55 | 0,62 |
| Пересчетный коэффициент, д. ед. | 0,8 | 0,865 | 0,92 |
| Плотность нефти, г/см ³ | 0,831 | 0,851 | 0,867 |
| КИН, д. ед. | 0,2 | 0,25 | 0,35 |
| Оценка извлекаемых запасов вероятной залежи, млн. т | 1,7 | 22 | 47 |

По данным табл. 1 можно отметить, что с вероятностью в 50% величина извлекаемых запасов залежи нефти может составить 22 млн т., при этом с вероятностью в 90% - 1.7 млн т, с вероятностью 10% - 47,0 млн. т. КИН прогнозируется с вероятностью в 50% на уровне 0,25 д. ед., а значение начальной нефтенасыщенности – порядка 0,55 д. ед.

На месторождениях рассматриваемого региона из 132 объектов разработки, которые относятся к пластам ачимовской толщи, разрабатывается 65, при этом в качестве основного агента воздействия на 47-ми объектах применяется нагнетание воды, по остальным объектам разработка осуществляется на условиях естественного режима эксплуатации.

Разработка данных объектов осложняется из-за влияния ряда факторов: низкой нефтенасыщенности, высокой степени расчлененности, прерывистости, низкой проницаемости коллекторов.

Вышеперечисленные факторы предопределили применение методов, направленных на повышение охвата пласта дренированием и связности коллекторов – бурение скважин с горизонтальным окончанием, боковых стволов и гидроразрыва пласта (ГРП).

В настоящей работе обобщен опыт применения горизонтальных скважин (ГС) по 25 объектам ачимовского НГК по 21 месторождению. Минимальный входной дебит составляет 1,2 т/сут., максимальный – 95,3 т/сут., при этом среднее значение составляет 36,9 т/сут, что выше аналогичного показателя по наклонно-направленным скважинам (ННС) в 1,68 раза. Дренируемые запасы по скважинам с горизонтальным окончанием превышают аналогичный показатель по наклонно-направленным скважинам в 1,32 раза (табл. 2) [4,5].

Таблица 2 – Сравнение эффективности применения скважин с горизонтальным окончанием и ННС на ачимовских объектах

| Значение | Входные дебиты по нефти, т/сут | | Входная обводненность, % | | Дренируемые запасы на скважину, тыс. т | |
|----------|--------------------------------|------|--------------------------|------|--|-------|
| | ГС | ННС | ГС | ННС | ГС | ННС |
| Среднее | 36,9 | 21,2 | 34,5 | 37,6 | 76,9 | 66,5 |
| Мин. | 1,2 | 3,5 | 2,7 | 9,0 | 1,0 | 30,6 |
| Макс. | 95,3 | 49,1 | 87,6 | 88,3 | 410,7 | 122,2 |

В процессе анализа определены геологические критерии эффективности применения ГС. В качестве критерия эффективности был выбран параметр, характеризующий объем дренируемых запасов Q_0 , приходящийся на 1 метр эффективной нефтенасыщенной толщины h . Граничное значение этого параметра определено авторами на уровне 3-4 тыс.т/м при этом Q_0 превышает 20 тыс.т на скважину. Для объектов с эффективным применением скважин с горизонтальным окончанием параметр Q_0/h в среднем составляет 15,8 тыс.т/м, то есть при средней эффективной толщине пласта h 8 м дренируемые запасы составят порядка 120 тыс. т на ГС.

Таблица 3 – Характеристика эффективности эксплуатации скважин с горизонтальным окончанием на ачимовских объектах

| Показатель | Применение скважин с горизонтальным окончанием, средние показатели | |
|--|--|---------------|
| | Эффективное | Неэффективное |
| Входные дебиты по нефти, т/сут | 49,1 | 16,5 |
| Входная обводненность, % | 18 | 62 |
| Дренируемые запасы Q_0 , тыс. т | 116,4 | 6,5 |
| Геолого-физические параметры, в том числе: | | |
| Динамическая вязкость μ , сПз | 1,5 | 1,5 |
| Газовый фактор G_f , нм ³ /т | 82,4 | 87,1 |
| Проницаемость k , мД | 22 | 4,6 |
| Нефтенасыщенность S_n , д. ед. | 0,55 | 0,46 |
| Коэффициент песчаности $K_{песч}$, д. ед | 0,4 | 0,5 |
| Коэффициент расчлененности $K_{расч}$, д. ед | 10,6 | 9,8 |
| Эффективная толщина h , м | 8,4 | 7,3 |
| Параметр Q_0/h , тыс. т/м | 15,8 | 1,1 |
| Гидропроводность kh/μ , м ³ /па·с | 195,6 | 39,6 |

Следует отметить, что к основным геолого-геофизическим параметрам, которые оказывают влияние на эффективность скважин с ГС, относятся нефтенасыщенность и проницаемость (табл. 3).

По данным табл. 4, можно отметить эффективность применения ГРП, в отличие от бурения скважин сложного профиля. Так же заметна высокая кратность увеличения дебита нефти – 7,5 ед. Дополнительная добыча нефти составила в среднем 4,0 тыс. т/операцию.

Таблица 4 – Основные технологические показатели эффективности ГРП в ННС

| Значение | Средний дебит по нефти, т/сут | | Средняя обводненность, % | | Прочие показатели | | |
|----------|-------------------------------|-------|--------------------------|-------|--------------------|-----------------------------------|--|
| | до | после | до | после | масса проппанта, т | кратность увеличения дебита нефти | дополнительная добыча, тыс. т/операцию |
| Среднее | 6,3 | 16,7 | 24,4 | 56,3 | 62,4 | 7,5 | 4,0 |
| Мин. | 0,8 | 1,1 | 3,2 | 13,6 | 16,0 | 1,8 | 1,6 |
| Мак. | 27,5 | 48,7 | 51,6 | 95,9 | 177,7 | 20,0 | 9,5 |

Обобщение результатов ГРП позволило выявить зависимость прироста дебита нефти Δq_n на метр эффективной нефтенасыщенной толщины $\frac{\Delta q_n}{h}$ от объема закачки проппанта V_p на h . Зависимость имеет логарифмический вид:

$\frac{\Delta q_n}{h} = 2.6 \ln\left(\frac{V_p}{h}\right) - 1.2$, причем прирост дебита нефти начинается при $\frac{V_p}{h}$ более 1.6 т/м. Прогнозируемые показатели представлены в табл. 5.

Таблица 5 – Прирост дебита нефти от ГРП от объема проппанта

| $\frac{V_p}{h}$, т/м | 1,6 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|----------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $\frac{\Delta q_n}{h}$, т/сут*м | 0,02 | 0,60 | 1,66 | 2,40 | 2,98 | 3,46 | 3,86 | 4,21 |

Использование алгоритмов, представленных в работах [2,3], позволило авторам выполнить прогноз добычи нефти по не введенным и введенным в разработку объектам, который представлен на рис. 1. Основой для прогноза послужил анализ информации современных тенденциях по разрабатываемым объектам ачимовской толщи [6] объемах бурения, проведении МУН, ГРП, ГС и их эффективности

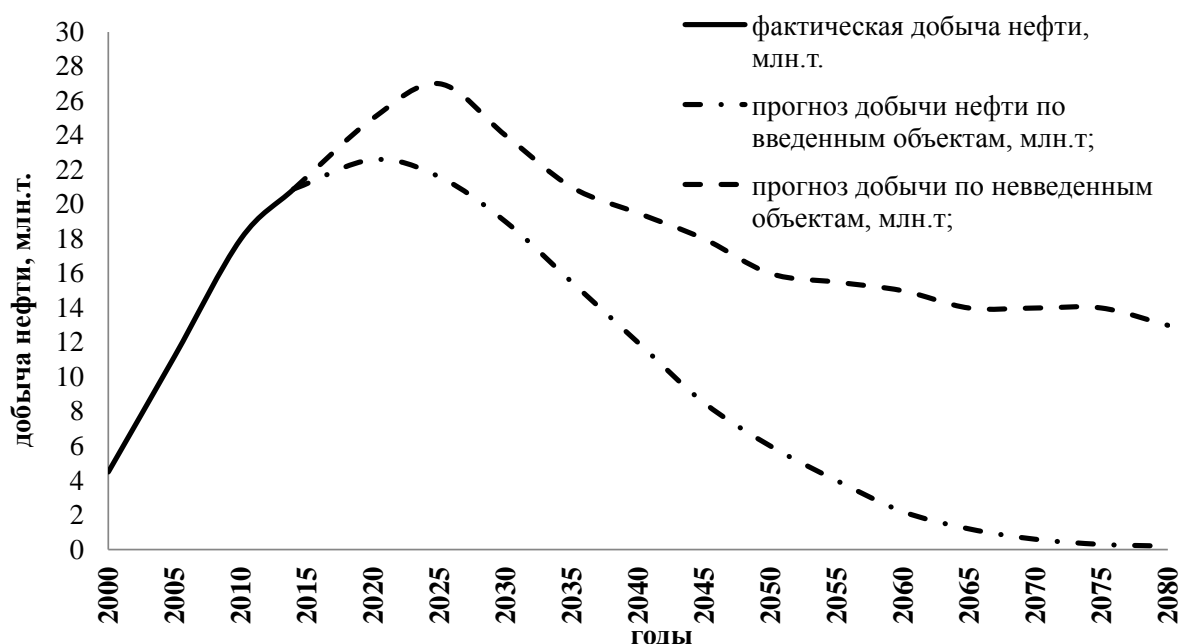


Рис. 1 – Оценка уровней добычи нефти по объектам ачимовской толщи

Согласно оценке, потенциал современных технологических решений позволяет достигнуть уровней добычи нефти порядка 18-27 млн. т в год. С учетом темпа падения дебита по ХМАО-Югре на текущий момент 2,4-3,0 % в год, можно сделать вывод, что стабилизировать уровень добычи нефти в данном регионе не представляется возможным за счет дальнейшей разработки ачимовских объектов.

Список литературы / References

- 1 Атлас «Геологическое строение и нефтегазоносность неокомского комплекса Ханты-Мансийского автономного округа – Югры» [Текст] // сост., подгот. к изд. Гос. пред. ХМАО-Югры «Научно-аналитический центр рационального недропользования им. В.И. Шпилемана» 2007 г. ; ред. А.В. Шпилеман, Г.П. Мясникова, Г.И. Плавник.
- 2 Медведский Р.И., Севастьянов А.А. Оценка извлекаемых запасов нефти и прогноз уровней добычи по промысловым данным / Р.И. Медведский, А.А. Севастьянов: С-Петербург – Недра, 2004. – 192 с.
- 3 Медведский Р.И., Севастьянов А.А., Коровин К.В. Прогнозирование выработки запасов из пластов с двойной средой / Р.И. Медведский, А.А. Севастьянов, К.В. Коровин // Вестник недропользователя Ханты-Мансийского автономного округа. – 2004. – № 13. – С. 54.
- 4 Севастьянов А.А., Коровин К.В., Зотова О.П. Особенности геологического строения ачимовских отложений на территории ХМАО-Югры / А.А. Севастьянов, К.В. Коровин, О.П. Зотова // Академический журнал Западной Сибири. – 2016. – Т. 11. – №1. – С. 6-9.
- 5 Севастьянов А.А., Коровин К.В., Зотова О.П. Оценка кондиционности запасов ачимовских отложений на территории ХМАО-Югры / А.А. Севастьянов, К.В. Коровин, О.П. Зотова // Академический журнал Западной Сибири. – 2016. – Т. 11. – №1. – С. 36-39.
- 6 Шпилеман А.В., Коровин К.В., Савранская М.П. Перспективы освоения ТРИЗ В ХМАО-ЮГРЕ / А.В. Шпилеман, К.В. Коровин, М.П. Савранская // В сборнике: НЕФТЬГАЗТЭК. Материалы 6 Тюменского международного инновационного форума. Правительство Тюменской области Комитет по инновациям Тюменской области. Тюмень. – 2015. – С. 461-464.

Список литературы на английском языке / References in English

- 1 Atlas «Geologicheskoe stroenie i neftegazonosnost' neokomskogo kompleksa Hanty-Mansijskogo avtonomnogo okruga – Jugry» [Tekst] [Atlas «Geology and petroleum potential of Neocom complex of the Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug – Ugra»] // sost., podgot. k izd. Gos. pred. HMAO-Jugry «Nauchno-analiticheskij centr racional'nogo nedropol'zovaniya im. V.I. Shpil'mana» 2007 Y.. ; red. A.V. Shpil'man, G.P. Mjasnikova, G.I. Plavnik. [in Russian]
- 2 Medvedskij R.I., Sevast'janov A.A. Ocenka izvlekaemyh zapasov nefi i prognoz urovnej dobychi po promyslovym dannym [Estimation of recoverable oil reserves and forecast production levels for in-field data] / R.I. Medvedskij A.A. Sevast'janov: S-Peterburg – Nedra, 2004. – 192 P. [in Russian]
- 3 Medvedskij R.I., Sevast'janov A.A., Korovin K.V. Prognozirovanie vyrabotki zapasov iz plastov s dvojnoj sredoj [Forecasting development of reserves from reservoirs with double structure] / R.I. Medvedskij, A.A. Sevast'janov, K.V. Korovin // Vestnik nedropol'zovatelja Hanty-Mansijskogo avtonomnogo okruga [Herald of subsoil user Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug]. – 2004. – № 13. – P. 54. [in Russian]
- 4 Sevast'janov A.A., Korovin K.V., Zotova O.P. Osobennosti geologicheskogo stroenija achimovskih otlozhenij na territorii HMAO-Jugry [Features of the geological structure of Achimov deposits in the territory of HMAO-Yugra] / A.A. Sevast'janov, K.V. Korovin, O.P. Zotova // Akademicheskij zhurnal Zapadnoj Sibiri [West Siberian Academic journal]. – 2016. – V. 11. – №1. – P. 6-9. [in Russian]
- 5 Sevast'janov A.A., Korovin K.V., Zotova O.P. Ocenka kondicionnosti zapasov achimovskih otlozhenij na territorii HMAO-Jugry [Assessment of the condition of the reserves of the Achimov deposits in KhMAO-Yugra] / A.A. Sevast'janov, K.V. Korovin, O.P. Zotova // Akademicheskij zhurnal Zapadnoj Sibiri [West Siberian Academic journal]. – 2016. – V. 11. – №1. – P. 36-39. [in Russian]
- 6 Shpil'man A.V., Korovin K.V., Savranskaja M.P. Perspektivy osvoenija TRIZ V HMAO-JuGRE / A.A. Sevast'janov, K.V. Korovin, O.P. Zotova // V sbornike: NEFT"GAZTJEK. Materialy 6 Tjumenskogo mezhdunarodnogo innovacionnogo foruma. Pravitel'stvo Tjumenskoj oblasti Komitet po innovacijam Tjumenskoj oblasti. Tjumen' [NEFTGAZTEK. Materials 6 Tyumen international innovation forum. The Government of Tyumen region innovation Committee of the Tyumen region. Tyumen.]. – 2015. – P. 461-464. [in Russian]

DOI: 10.18454/IRJ.2016.54.244

Тихомирова Е.Г.¹, Семин Е.Г.²¹ORCID: 0000-0003-4369-8210, Старший преподаватель;²ORCID: 0000-0001-9330-7711, Доктор технических наук, профессор,

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

КОРРУПЦИЯ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ОПТИМАЛЬНОЙ СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ ГОРОДСКОЙ СИСТЕМЫ**Аннотация**

Рассмотрена проблема коррупции в экологической сфере. Предложено дополнить уравнение Пригожина для выбора из двух одновременно существующих возможностей параметрами, учитывающими уровень знаний и предрасположенность к коррупции лиц, участвующих в принятии решений, в частности, в отношении мероприятий по снижению негативного воздействия на городские экосистемы. Приведены уравнения связи для системы проектирования транспортной инфраструктуры города с учетом параметра коррупции и уровня знаний.

Ключевые слова: коррупция, выбор, уровень знаний, экология, городские системы, транспортная инфраструктура.

Tikhomirova E.G.¹, Semin E.G.²¹ORCID: 0000-0003-4369-8210, Senior lecturer,²ORCID: 0000-0001-9330-7711, PhD in Engineering, professor,

Saint-Petersburg Polytechnical University Peter the Great

CORRUPTION IN FORMATION THE OPTIMAL STRATEGY DEVELOPMENT OF URBAN SYSTEM**Abstract**

Considered corruption problem in the ecological sphere. Offered addition Prigozhin's equation for choice from two at the same time existing opportunities by parameters, considering level of knowledge and predisposition to corruption persons, participating in decision-making, in particular, to concerning actions for decrease in negative impact on city ecosystems. Offered communication equation for system of design transport infrastructure of the city taking into account corruption parameter and level of knowledge.

Keywords: corruption, choice, level of knowledge, ecology, urban system, transport infrastructure.

Introduction

Growth cities and strengthening urbanization in the last decades led to increase technogenic impact at all components of urban environment. The main reasons adverse effects of technogenic impact on urban environment is spontaneity in course urbanization and insufficient level of knowledge about difficult natural and technogenic city system [1-3].

The ecological factor should be priority in choice design decisions because unsatisfactory state of environment leads to most serious negative consequences connected with health issues, to ensuring normal activity of population, and survival subsequent generations. At the same time, corruption problem in the ecological sphere is very actual now that is confirmed by data of reports and conferences in this field in Russia and abroad [4].

Subjectivity at realization of choice

Evolution of city system in general (as humanitarian system) and technogenic changed components of urban environment is defined by nature of behavior characters (persons directly related to decision-making in corresponding areas) and conditions imposed by environment. So shown unique specifics of humanitarian systems, consisting in properties of individual person (competence level, level of knowledge, predisposition to corruption, etc.). "Distinction between desirable and valid behavior acts as external condition of new type defining dynamics contours along with environment" [5]. This situation confirms unpredictability of humanitarian systems.

Desirability acceptance concrete i-decision of K alternative opportunities per unit time is proportional to relative attractiveness of i-option. In process of decision-making prize to changing and it reflected as increase or reduction attractiveness of corresponding elections. The loop of feedback is shown in (Fig.) in case of two elections α and β .

A_α represents attractiveness of choice α , X_α – number of people, inclined to choice α to real timepoint. Relative number of persons, wishing change own choice on choice β , in proportion to number those who already made other choice α , and relative attractiveness of choice β , defined $A_\beta / (A_\alpha + A_\beta)$. Similarly number of persons wishing to change choice β on choice α ,

proportion to X_β , to multiplied on relative attractiveness α , equal $A_\alpha / (A_\alpha + A_\beta)$.

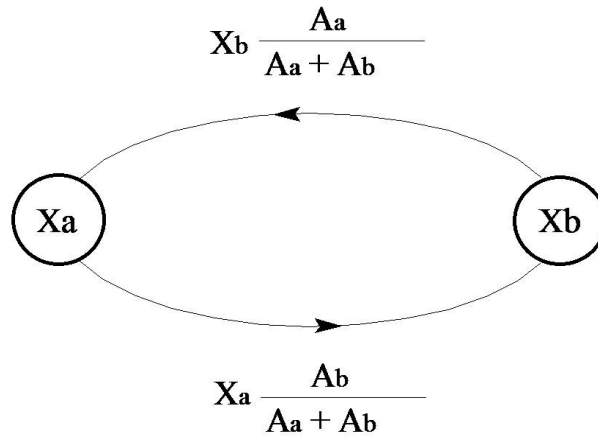


Fig 1 – The feedback loop, characterizing realization choice on condition two at the same time existing opportunities α and b . Degree of attractiveness opportunities α and b characterize numbers $A\alpha$ and Ab . The sizes of populations, which made choice α and b , are designated by $X\alpha$ and Xb respectively [5].

Supposed that population is non-uniform. It breaks up to some various subpopulations N_j , each of which has own idea about relative attractiveness this choice.

Corruption parameter and level of knowledge at decision-making

Prigozhin's model adopted for formation optimum strategy behavior of system for choice of actions for decrease negative impact on city ecosystems. Offered system of equations balance type (Eq.1).

$$\frac{dX_i}{dt} = T_i P_i C X_i \left[1 - \frac{X_i}{\sum_{j=1}^n \frac{N_j A_{ij}}{\sum A_{ij}}} \right] \quad (i = 1, \dots, K) \quad (1)$$

t – time, K – any sample size, X_i – size of population, which made i -behavior option, A_{ij} – attractiveness of i -option for j -population, N_j – subpopulation, having own idea about attractiveness this choice, P_i – weight multiplier, entered for analysis effects, connected with lobbying in decision-making. Size P_i strongly depends from X_i and with increase size of population X_i sharply falls, T_i – weight multiplier, entered for accounting level of knowledge (competence) persons, making this or that decision.

The analysis of system nonlinear differential equations shows possibility of occurrence several branches decisions with difficult set of bifurcation phenomena. The system is instability to fluctuations in initial conditions in case small values X_i . This connected with strong nonlinearity dependence P_i from X_i . Lobbying decisions most probably at earliest stage formation population, accepting i -behavior option. Possible to operate process of lobbying by variation initial values X_i or by reduction humanitarian influence on parameter P_i . The first option to decrease of protectionism in decision-making is democratization of decisions. The second option provides to increase role of objective factors in choice this or that decision. In case when $P_i = \text{const}$, system of equations remains nonlinear and possibility existence several branches of decision remains, though effects lobbying decisions disappear.

(Eq.1) can be used for assessment technologies, applied in municipal economy, technologies processing building and solid municipal waste, etc. [6-8]. This formula defines objectivity any tender commission.

Formation rational transport infrastructure of the city taking into account parameter of corruption and level of knowledge

Considered, as example, system of design transport infrastructure, which is a part of city system. This system possible to present in form a matrix.

The system of design transport infrastructure [9-11] includes following subsystems: constructive and technical, organizational and administrative, planning and urban development, environment protection.

The condition of each subsystems can be estimated as follows

$$S_i^j = F^j(I_i^j, T_i) \quad (2)$$

S_i^j – condition of j -subsystems;

I_i^j – influencing i -factor j -subsystems;

T_i – time period of i -factor;

$i = 1, \dots, n; j = 1, 2, 3, 4$.

The constructive and technical subsystem (K^1) includes actions for high-quality diagnostics and car repairs (D_1^1), introduction catalytic neutralizers (C_2^1), development and deployment eco-friendly means of transport (ecobuses, ecomobiles) (E_3^1), implementation program of phased transition transport on alternative types fuel (A_4^1).

The organizational and administrative subsystem (O^2) includes development normative legal acts in the field of environmental protection (N_1^2), improvement organization movement of transport streams (M_2^2), creation priority public transport (P_3^2), development system penalties for operation technically faulty transport (G_4^2).

The planning and urban development subsystem (U^3) includes design and construction high-speed highways (H_1^3), construction bypass highways for unloading downtown (Q_2^3), organization works on improvement roadside territories (R_3^3), construction underground crosswalks for increase bandwidth of streets (V_4^3).

The environmental protection subsystem (Z^4) includes gardening territory, use land relief (L_1^4), rational choice of types buildings coming to highways (B_2^4), use protective designs (acoustic cranes, natural protective designs, etc.) (Y_3^4), application effective ways of planning quarters (W_4^4).

Thus, system of design transport infrastructure can be described by following communication equation

$$S = F \left\{ \begin{array}{l} (D_1^1, C_2^1, E_3^1, A_4^1, T^1) \\ (N_1^2, M_2^2, P_3^2, G_4^2, T^2) \\ (H_1^3, Q_2^3, R_3^3, V_4^3, T^3) \\ (L_1^4, B_2^4, Y_3^4, W_4^4, T^4) \end{array} \right\} \quad (3)$$

(Eq. 3) can be added with weight multipliers P_i and T_i , considering corruption parameter and level of knowledge, necessary for formation rational transport infrastructure.

Thus, turns out following system of equations

$$S = F T_i P_i \left\{ \begin{array}{l} (D_1^1, C_2^1, E_3^1, A_4^1, T^1) \\ (N_1^2, M_2^2, P_3^2, G_4^2, T^2) \\ (H_1^3, Q_2^3, R_3^3, V_4^3, T^3) \\ (L_1^4, B_2^4, Y_3^4, W_4^4, T^4) \end{array} \right\} \quad (4)$$

Similarly possible to write down equations for system of address with solid municipal waste, for system of ensuring quality water supply, for system of gardening of the city, etc.

Список литературы / References

1. Тихомирова Е.Г., Семин Е.Г. Обеспечение экологической безопасности в условиях большого города // Вестник Российского университета дружбы народов, серия «Экология и безопасность жизнедеятельности». – 2010. – № 1. – С. 82-87.
2. Тихомирова Е.Г. Оптимизация состояния техногенно-измененных экосистем большого города как фактор безопасности геоэкологической среды // Экология и промышленность России. – 2013. – № 6. – С. 56-60.
3. Тихомирова Е.Г., Семин Е.Г. Концепция устойчивого строительства в рамках экологии // ПРОМТЕКС. – 2008. – № 2 [3]. – С. 26-27.
4. Тихомирова Е.Г. Роль субъективного человеческого фактора в процессе принятия решений в области экологии // Материалы IV международной научно-практической конференции «Современные концепции научных исследований». Ч. 6. № 4. М.: Изд-во ЕСУ. – 2014. – С. 64-67.
5. Николис Г., Пригожин И. Познание сложного. – М.: Мир, 1990. – 344 с.
6. Тихомирова Е.Г. Альтернатива мусоросжиганию // Экология и жизнь. – 2010. – № 4 (101). – С. 30-33.
7. Тихомирова Е.Г. Комплексная переработка твердых коммунальных отходов – стабилизирующий фактор в рамках геоэкологии // Безопасность жизнедеятельности. – 2013. – № 7. – С. 19-24.
8. Тихомирова Е.Г., Семин Е.Г. Экологические принципы обращения с твердыми бытовыми отходами // Жизнь и Безопасность. – 2007. – № 3-4. – С. 120-124.
9. Тихомирова Е.Г., Зенцов В.Н., Семин Е.Г. Экологосистемный подход к проектированию городской транспортной инфраструктуры // Системный анализ в проектировании и управлении: Труды XI Международной научно-практической конференции. Ч.2. СПб.: Изд-во Политехнического университета. – 2007. – С. 139-142.
10. Зенцов В.Н., Тихомирова Е.Г., Семин Е.Г. Многоаспектная сложность формирования транспортной инфраструктуры крупных городов // ПРОМТЕКС. – 2008. – № 2 [3]. – С. 24-25.
11. Тихомирова Е.Г., Зенцов В.Н., Семин Е.Г. Интегральная оценка риска здоровью от объектов транспортной инфраструктуры // Научно-технические ведомости СПбГПУ. СПб.: Изд-во Политехнического университета. – 2009. – № 2 (78). – С. 185-192.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Tikhomirova E.G., Semin E.G. Obespechenie jekologicheskoy bezopasnosti v uslovijah bol'shogo goroda [Maintenance of ecological safety in the conditions of the city] // Vestnik Rossijskogo universiteta družby narodov [Bulletin of Russian Peoples' Friendship University]. – 2010. – № 1. – P. 82-87. [in Russian]
2. Tikhomirova E.G. Optimizacija sostojanija tehnogenno-izmenennyh jekosistem bol'shogo goroda kak faktor bezopasnosti geojekologicheskoy sredy [Optimization of man-caused altered ecosystems state of big city as factor of geoecological terrain's safety] // Jekologija i promyshlennost' Rossii [Ecology and Industry of Russia]. – 2013. – №. 6. – P. 56-60. [in Russian]
3. Tikhomirova E.G., Semin E.G. Konceptija ustojchivogo stroitel'stva v ramkah jekologii [Concept sustainable development in framework of ecology] // Promteks. – 2008. – № 2 (3). – P. 26-27. [in Russian]
4. Tikhomirova E.G. Rol' subektivnogo chelovecheskogo faktora v processe prinjatija reshenij v oblasti jekologii [Role subjective human factor in decision-making process in the field of ecology] // Materialy IV mezhdunarodnoj nauchno-praktičeskoj konferencii «Sovremennye koncepcii nauchnyh issledovanij» [Proc. IV International Scientific and Practical Conference "Modern Concepts of Scientific Researches"]. – 2014. – № 4 (6). – P. 64-67. [in Russian]
5. Nikolis G., Prigozhin I. Exploring Complexity. – Publ. World, 1990. – 344 p.
6. Tikhomirova E.G. Al'ternativa musorosziganiju [The alternative to incineration] // Jekologija i zhizn' [Ecology and Life]. – 2010. – № 4 (101). – P. 30-33. [in Russian]
7. Tikhomirova E.G. Kompleksnaja pererabotka tverdyh kommunal'nyh othodov – stabilizirujushhij faktor v ramkah geojekologii [Complex processing of solid municipal waste – stabilising factor in the framework of geoecology] // Bezopasnost' zhiznedejatel'nosti [Health and Safety]. – 2013. – № 7. – P. 19-24. [in Russian]
8. Tikhomirova E.G., Semin E.G. Jekologicheskie principy obrashhenija s tverdymi bytovymi othodami [Ecological principles for treatment of solid waste] // Zhizn' i Bezopasnost' [Life and Safety]. – 2007. – № 3-4. – P. 120-124. [in Russian]
9. Tikhomirova E.G., Zentsov V.N., Semin E.G. Jekologosistemnyj podhod k proektirovaniju gorodskoj transportnoj infrastruktury [Ecological approach to design of urban transport infrastructure] // Sistemnyj analiz v proektirovanii i upravlenii: Trudy XI Mezhdunarodnoj nauchno-praktičeskoj konferencii [Proc. XI International Scientific and Practical Conference "System analysis in designing and management"]. – 2007. – P. 139-142. [in Russian]
10. Zentsov V.N., Tikhomirova E.G., Semin E.G. Mnogoaspekttnaja slozhnost' formirovanija transportnoj infrastruktury krupnyh gorodov [Multifaceted complexity formation of transport infrastructure of big cities] // Promteks. – 2008. – № 2 (3). – P. 24-25. [in Russian]
11. Tikhomirova E.G., Zentsov V.N., Semin E.G. Integral'naja ocenka riska zdorov'ju ot obektov transportnoj infrastruktury [Integrated health risk assessment of transport infrastructure] // Nauchno-tehnicheskie vedomosti SPbGPU [Scientific and technical statements SPbGPU]. – 2009. – № 2 (78). – P. 185-192. [in Russian]



<https://twitter.com/JournalResearch>

Ссылки на новые статьи
«Международного научно-
исследовательского журнала» Вы
сможете найти в Твиттере.



**Международный
Журнал**

@JournalResearch

Опубликовать статью, публикация
научных статей соискателей,
аспирантов, научных сотрудников.
Международный научно-
исследовательский журнал ISSN 2227-
6017

🕒 В Твиттере с сентябрь 2012

ТВИТЫ 2 666

ЧИТАТЕЛИ 50

Твиты Твиты и ответы



Международный Журнал @JournalResearch · сейчас

Post Edited: ИЗУЧЕНИЕ
РАСПРОСТРАНЕННОСТИ
ПОТРЕБЛЕНИЯ ТАБАЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ
СРЕДИ РАБОЧИХ ПРОМЫШЛЕННЫХ
ПРЕДПРИЯТИЙ КАЗАХСТА [research-
journal.org/en/medicine/st...](https://research-journal.org/en/medicine/st...)



СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ / AGRICULTURAL SCIENCES

DOI: 10.18454/IRJ.2016.54.030

Белозеров А.Г.¹, Березовский Ю.М.², Королев И.А.³¹ORCID: 0000-0002-1021-1026, Кандидат технических наук,²ORCID: 0000-0003-1002-2580, Доктор технических наук,³ORCID: 0000-0003-3166-2827, Аспирант,

ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт холодильной промышленности (ФГБНУ ВНИИХ)

**ПОДХОДЫ К ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ ТЕМПЕРАТУРНОЙ ПРОГРАММЫ
ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ СКАНИРУЮЩЕЙ КАЛОРИМЕТРИИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ СТАБИЛЬНОГО
РЕЖИМА ИССЛЕДОВАНИЙ ПРИ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ****Аннотация**

Широкое применение дифференциальных сканирующих калориметров в исследованиях теплофизических свойств пищевых продуктов, с целью решения практических задач холодильных производств обусловило необходимость повышения адекватности результатов исследований и расширения возможностей приборов при отрицательных температурах. Приводится анализ возможностей дифференциального сканирующего калориметра DSC 204 F1 NETZSCH при исследовании теплофизических характеристик пищевых продуктов, в частности мяса. Обосновывается ряд подходов к созданию рациональных температурных программ с учетом внешних теплопритоков путем применения различных средств охлаждения измерительной ячейки калориметра: жидкого и/или газообразного азота. Предложен способ предотвращения потери информации при смене режимов температурной программы.

Ключевые слова: дифференциальный сканирующий калориметр, охлаждение жидким и газообразным азотом, оптимизация.

Belozarov A.G.¹, Berezovsky U.M.², Korolev I.A.³¹ORCID: 0000-0002-1021-1026, PhD in Engineering,²ORCID: 0000-0003-1002-2580, PhD in Engineering,³ORCID: 0000-0003-3166-2827, Postgraduate student,

The Federal State Budgetary Scientific Organization

"The All-Russian Scientific Research Institute of Refrigeration Industry" (FGBNU VNIKHI)

**APPROACH TO OPTIMIZING PARAMETERS OF DIFFERENTIAL SCANNING CALORIMETER
TEMPERATURE PROGRAMS TO ENSURE THE STABILITY OF RESEARCH MODE AT SUBZERO
TEMPERATURES****Abstract**

Wide application of differential scanning calorimeters in research of thermophysical properties of food products, with the aim of solving practical problems of refrigeration industries was the reason to improve the adequacy of research results and to empower the possibilities of the devices at low temperatures. The analysis of possibilities of differential scanning calorimeter NETZSCH F1 DSC 204 in the process of study of thermophysical characteristics of food products, particularly meat, is given. The range of approaches for creating rational temperature programs taking into account the external heat flow by applying different means of cooling in the measuring cell of the calorimeter: liquid and/or gaseous nitrogen is well-founded. The method of preventing the loss of information when changing modes temperature program is proposed.

Keywords: differential scanning calorimeter, cooling by the liquid and gaseous nitrogen, optimization.

Введение

Экономия ресурсов становится всё более актуальной задачей во всех отраслях человеческой деятельности. В агропромышленном комплексе для достижения этой цели в качестве приоритетных направлений приняты сокращение энергозатрат и увеличение глубины переработки продовольственного сырья.

Возрастающие требования к поддержанию режимов холодильной технологии, особенно в близкриоскопической области температур, а также к повышению адекватности моделей процессов холодильной обработки и хранения пищевых продуктов обуславливают необходимость повышения достоверности исходных данных [1-8]. Справочные материалы по теплофизическим свойствам пищевых продуктов получены около тридцати лет назад и имеют противоречия по различным источникам, кроме того они не охватывают всей полноты номенклатуры продуктов [2, 4, 8].

Высокое влагосодержание пищевых продуктов и ограничение по температурам нагрева, связанное с термическим разрушением [3, 6], обусловили необходимость разработки специальных методов исследования. Применение ДСК позволяет в рамках одного эксперимента получить значения удельной теплоёмкости и энтальпии исследуемого продукта в широком диапазоне температур с погрешностью измерения ниже 3%.

Методы исследований

Исследования теплофизических характеристик (ТФХ) пищевых продуктов проводились на стенде. В качестве основного прибора используется дифференциальный сканирующий калориметр теплового потока NETZSCH DSC 204 F1, номер в Госреестре сведений об утвержденных типах средств измерений – 54912-13 [9]. Метрологические характеристики приведены в табл. 1. Работа служит продолжением исследований В. П. Латышева [4] на новом техническом и научном уровне.

Таблица 1 – Метрологические и технические характеристики калориметра DSC 204 F1

| | |
|--|---------------------|
| Диапазон показаний температуры, °C | От минус 180 до 700 |
| Диапазон измерений удельной теплоты, кДж/кг | От 10 до 1000 |
| Предел допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры в интервале от 30 °C до 770 °C | ±3,0 |
| Предел допускаемой относительной погрешности измерения удельной теплоты, % | ±3,0 |
| Предел допускаемой относительной погрешности измерения удельной теплоёмкости, % | ±2,5 |
| Темп нагрева измерительной ячейки, К/мин | От 0,01 до 200 |

Принцип действия дифференциального сканирующего калориметра (ДСК) основан на создании однородного температурного поля в измерительной ячейке калориметра с размещенными в ней исследуемым образцом и эталоном сравнения. В случае различия теплоемкостей сторон образца и эталона или процессов поглощения или выделения теплоты, вызванных фазовыми переходами или реакциями, возникает температурный градиент между ячейками. Это отображается на горизонтальной базовой линии калориметра в виде экзотермических или эндотермических пиков или ступеней, образующих кривую ДСК [1, 5, 7].

Обоснование выбора температурного диапазона исследований и темпа нагрева измерительной ячейки

Учитывая технические возможности прибора, низкую эвтектическую температуру мясopодуkтов (минус 55 °C – минус 65 °C [3, 6]) и температуру начала денатурации белка, (начиная с плюс 42 °C), температурный диапазон исследований мяса и мясных продуктов был принят равным от минус 170 °C до плюс 42 °C.

Из-за особенностей принципа работы ДСК при постоянной скорости изменения температуры измерительной ячейки регистрируется, так называемая, эффективная теплоёмкость, кривая зависимости которой от температуры имеет пик фазового перехода. Проведенные эксперименты позволили оценить зависимость ширины пиков плавления пищевых влагосодержащих продуктов от скорости изменения температуры в измерительной ячейке (рис. 1). Рекомендуемые в известных методиках скорости нагрева 10-20 К/мин не позволили получить достаточное количество достоверных данных для размороженного продукта из-за смещения границы окончания пика плавления к температурам денатурации белка.

С учетом повышенных требований к достоверности аппроксимации измеренной теплоемкости в область температур пика плавления, а также для обеспечения удовлетворительного соотношения сигнал/шум авторами было принято проводить ДСК-исследования ТФХ для влагосодержащих продуктов с темпом изменения температуры в измерительной ячейке 5 К/мин (рис. 1).

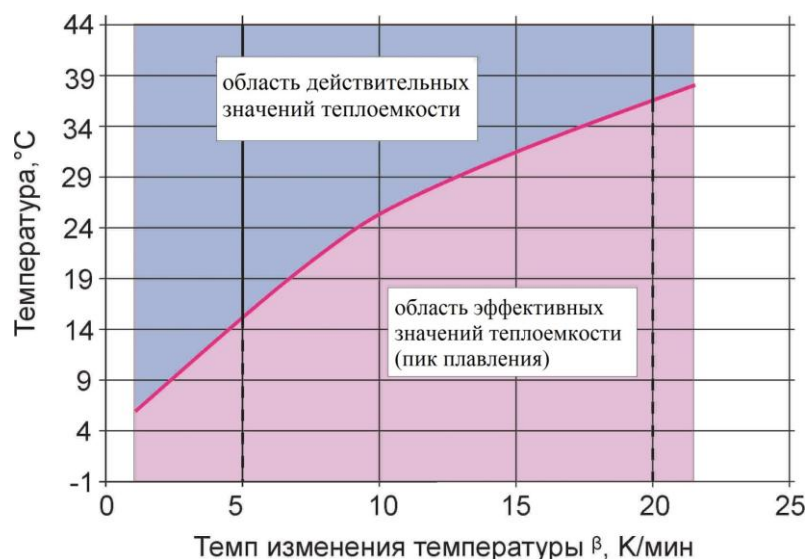


Рис. 1 – Влияние темпа изменения температуры на ширину пика плавления (на примере говядины 1 категории)

В ходе опытов по исследованию теплофизических характеристик продуктов в интервале температур ниже минус 30 °C установлено, что за счет внешних теплопритоков в измерительную ячейку возникает нерегулируемый режим изменения температуры, что приводит к погрешностям в измерениях. С целью повышения точности полученных данных проведено дополнительное исследование влияния параметров температурной программы на эффективность компенсации внешних теплопритоков.

На рис. 2 представлены результаты исследования зависимости темпа изменения температуры в измерительной ячейке под воздействием только внешних теплопритоков. Из графика следует, что для температур ниже минус 84 °C скорость самопроизвольного повышения температуры измерительной ячейки превосходит требуемое значение 5 К/мин. Это требует мер по компенсации указанного теплообмена с окружающей средой. Практика показала, что и при более высоких температурах (до минус 30 °C) вследствие особенностей работы нагревательного элемента измерительной ячейки также требуется компенсация внешних теплопритоков.

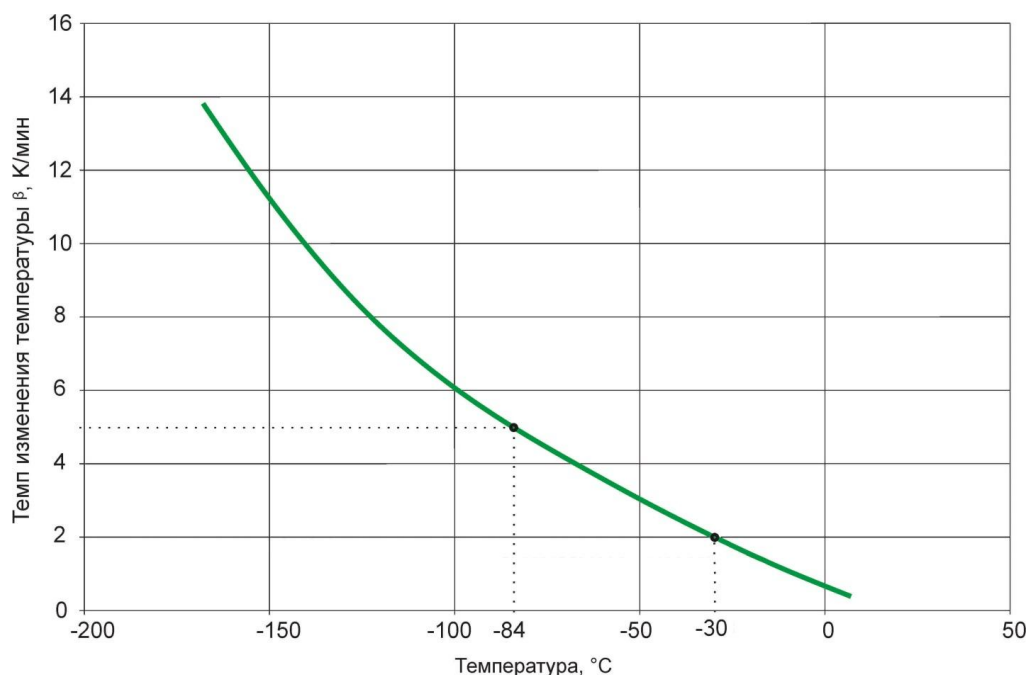


Рис. 2 – Темп изменения температуры под воздействием внешних теплопритоков

В зависимости от эффективности применения в качестве охлаждающей среды жидкого и газообразного азота предложено разделить рассматриваемый температурный диапазон программы исследования на участки низких температур от минус 170 °C до минус 80 °C и умеренно-низких температур от минус 80 °C до минус 30 °C.

При температурах выше минус 30 °C и скорости изменения температуры 5 К/мин наружные теплопритоки не оказывают существенного влияния на точность поддержания темпа нагрева измерительной ячейки.

Проведение исследований теплофизических свойств методом ДСК в интервале низких температур сопряжено с необходимостью применения различных дополнительных средств для поддержания заданного темпа изменения температуры. В качестве критерия определяющего выход прибора на рабочий режим авторами предложен допустимый интервал отклонения фактического темпа изменения температуры, от заданного значения не превышающего $\pm 5\%$.

На рис. 3 представлены фактические значения темпа изменения температуры при номинальном значении 5 К/мин при различных способах компенсации внешних теплопритоков:

- автоматическая подача газообразного азота;
- автоматическая подача жидкого азота;
- ручная подача жидкого азота при открытии клапана на величину: 2%, 4%, 8%, 16%, 32%;
- без подачи охлаждающей среды.

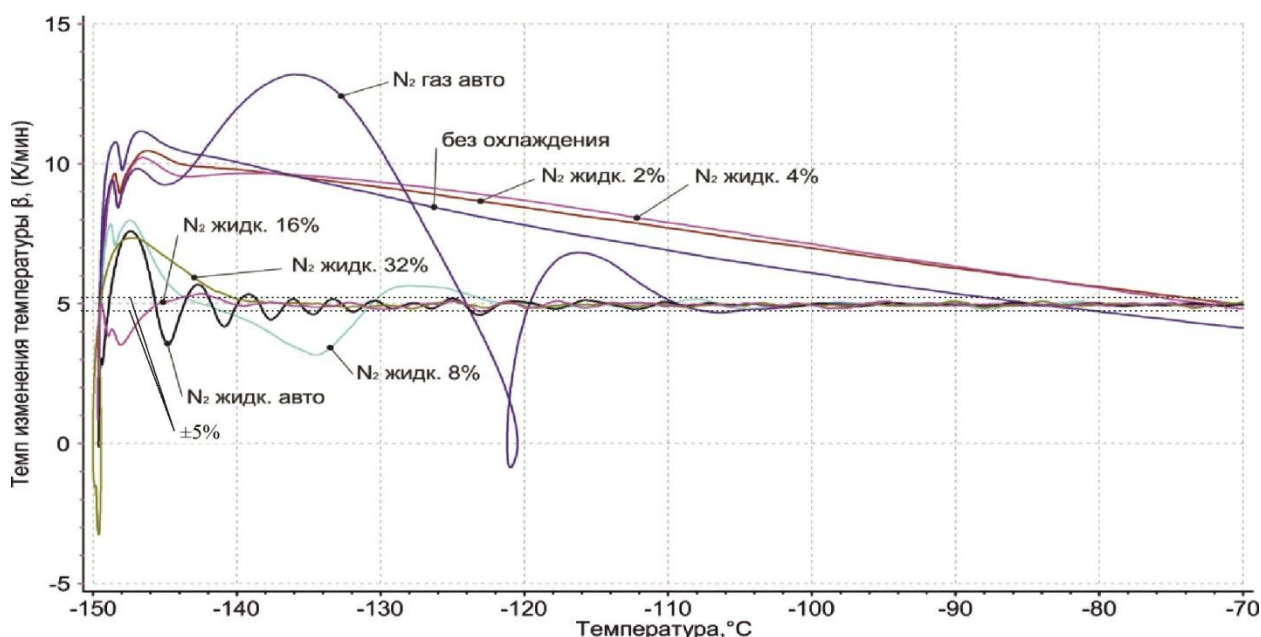


Рис. 3 – К выбору способа компенсации внешних теплопритоков при низких температурах

Кривые на рис. 3 свидетельствуют, что при отсутствии компенсации внешних теплопритоков, а также при недостаточной подаче охлаждающей среды (ручной режим при 2% и 4% открытии клапана подачи жидкого азота) стабильный темп изменения температуры не достигается. Автоматическая подача газообразного азота не позволяет

обеспечить выход на рабочий режим при низких температурах, однако является оптимальной для более высоких температурных диапазонов (выше минус 80 °С). Автоматическая подача жидкого азота из-за несовершенства регулятора и чрезмерной мощности подачи охлаждающей среды приводит к существенной продолжительности стабилизации темпа изменения температуры при низких температурах.

Наилучшим способом компенсации внешних теплопритоков для исследуемого калориметра при низких температурах показал себя режим нагрева при ручной подаче жидкого азота с открытием клапана 16%. Большее открытие клапана не приводит к сокращению продолжительности выхода на рабочий режим и негативно сказывается на расходе охлаждающей среды. На рис. 4 показана стабильность малой продолжительности выхода на рабочий режим исследования для пяти независимых опытов.

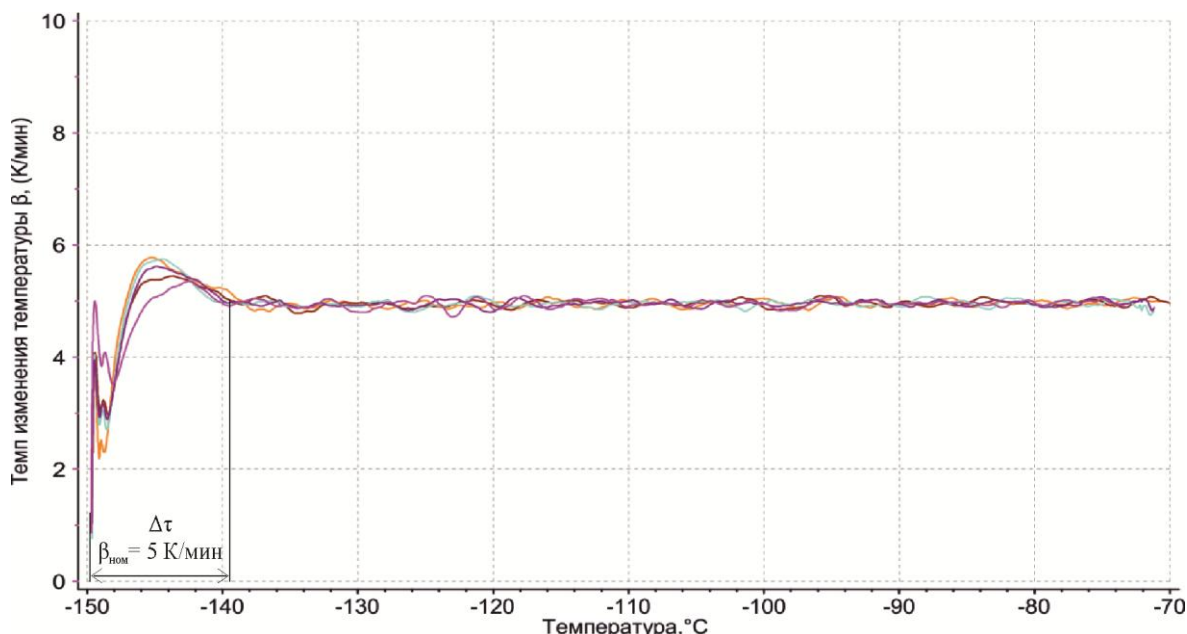


Рис. 4 – Повторяемость стабилизации темпа изменения температуры в режиме нагрева с подачей жидкого азота при 16% открытии клапана

Переход от одного способа компенсации внешних теплопритоков к другому, в том числе от режима нагрева с подачей жидкого азота к режиму нагрева с подачей газообразного азота приводит к возникновению неустановившегося режима, в диапазоне которого измеренные данные недостоверны. Для получения непрерывных по температуре эмпирических зависимостей предложен подход избыточного измерения, заключающийся в том, что предыдущий этап температурной программы должен перекрывать последующий этап на величину диапазона выхода на стационарный темп изменения температуры. Для этого между этапами установившихся режимов вводятся дополнительные этапы снижения и стабилизации температуры.

Подход избыточного измерения методом ступенчатого режима нагрева представлен на рис. 5. Между участками 1 и 2, а также между участками 2 и 3 задаётся некоторое снижение скорости нагрева с последующим изотермическим участком (участки А и В), что позволяет в процессе окончательного анализа полученных данных исключить участки соответствующие указанным промежуткам А и В, восстановив непрерывность между участками измерений 1, 2, 3.

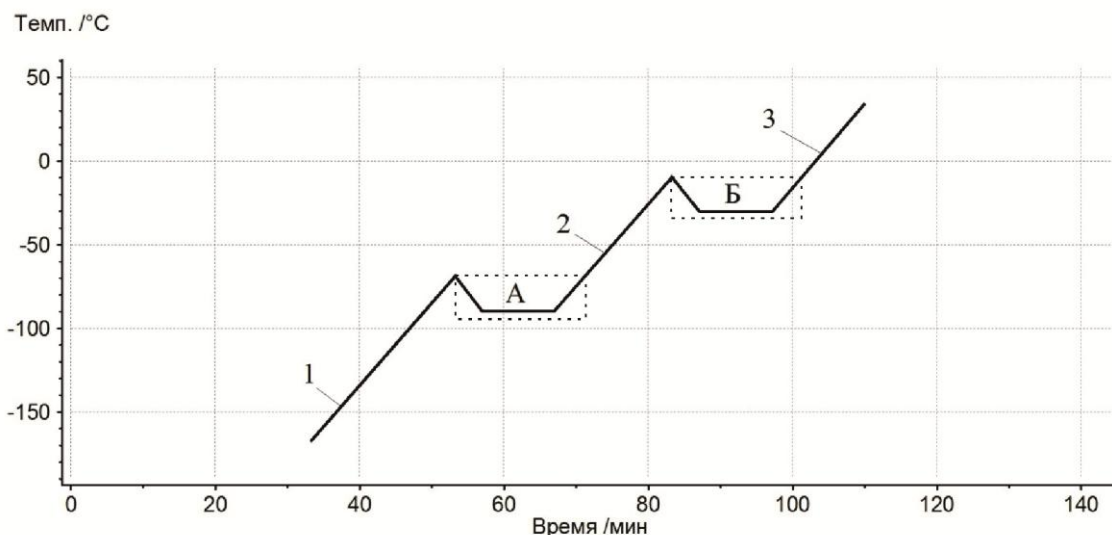


Рис. 5 – Пример температурной программы, обеспечивающей компенсацию потерь информации на начальных участках этапов 2 и 3

Выводы

1. Проведенные исследования позволили определить влияние внешних теплопритоков к измерительной ячейке калориметра на темп изменения температуры в зависимости от ее температурного уровня.
2. Проведен анализ эффективности регулирования темпа нагрева измерительной ячейки и предложены оптимальные способы компенсации внешних теплопритоков в режиме нагрева в диапазонах температур ниже минус 80 °C за счет подачи жидкого азота в ручном режиме и автоматической подачи газообразного азота для более высоких температурных диапазонов (от минус 80 °C).
3. Предложен подход к разработке температурных программ исследований теплофизических свойств, предотвращающих потери результатов измерения при возникновении неустойчивых режимов при изменении параметров температурной программы за счет получения избыточных данных и перехода к ступенчатому характеру нагрева.

Список литературы / References

1. Бойко Б.Н. Метод количественного определения содержания различных форм воды в биологически активных субстанциях / Б.Н. Бойко, И.М. Колпаков, А.А. Уминский // Химико-фармацевтический журнал.- 2010. - Том 44, N 10. - С. 46-52.
2. Гинзбург А.С. Теплофизические характеристики пищевых продуктов. Справочник / А.С. Гинзбург, М.А. Громов, Г.И. Красовская.- М.: ВО «Агропромиздат», 1990.- 286 с.
3. Каухчешвили Э. И. Физико-технические основы холодильной обработки пищевых продуктов / Г.Д. Аверин, Н.К. Журавская, Э.И. Каухчешвили и др.; под редакцией Э.И. Каухчешвили.- М.: Агропромиздат, 1985.- 256 с.
4. Латышев В.П. Рекомендуемые справочные материалы для проведения тепловых расчётов пищевых продуктов / В.П. Латышев, Н.А. Цирульникова - М.: НПО «АГРОХОЛОДПРОМ», 1992.- 86 с.
5. Уэндлянд У. Термические методы анализа / У. Уэндлянд.- М.: «МИР», 1978.- 526 с.
6. Чижов Г.Б. Теплофизические процессы в холодильной технологии пищевых продуктов / Г.Б. Чижов.- М.: «Пищевая промышленность».- 1979.- 272 с.
7. Höhne G.W.H. Differential Scanning Calorimetry / G.W.H. Höhne, G.F. Hemminger, H. J. Flammenheim. – Springer, 2003.- 298 p.
8. Figura L.O. Food Physics, Physical Properties – Measurement and Applications / L.O. Figura, A.A. Teixeira.- Springer, 2007.- 304 p.
9. РОССТАНДАРТ Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. – URL: www.fundmetrology.ru (дата обращения: 23.10.2016).

Список литературы на английском языке / References in English

1. Boyko B.N. Metod kolichestvennogo opredeleniya soderzhaniya razlichnykh form vody v biologicheski aktivnykh substantsiyakh [The method of quantitative determination of the different forms of water in the biologically active substances] / B.N. Boyko, I.M. Kolpakov, A.A.Uminskiy // Khimiko-farmatsevticheskiy zhurnal [Chemical-Pharmaceutical journal].- 2010. - Tom 44. N 10. - P. 46-52. [in Russian]
2. Ginzburg A.S. Teplofizicheskiye kharakteristiki pishchevykh produktov. Spravochnik [Thermal characteristics of food products. Handbook] / A.S. Ginzburg, M.A. Gromov, G.I. Krasovskaya.- M.: VO «Agropromizdat». 1990.- 286 p. [in Russian]
3. Kaikhcheshvili E. I. Fiziko-tekhnicheskiye osnovy kholodilnoy obrabotki pishchevykh produktov [Physical and technical basics of refrigeration food processing] / G.D. Averin, N.K. Zhuravskaya, E.I. Kaikhcheshvili and others.; edited by E.I. Kaikhcheshvili.- M.: Agropromizdat. 1985.- 256 p. [in Russian]
4. Latyshev V.P. Rekomenduyemye spravochnyye materialy dlya provedeniya teplovykh raschetov pishchevykh produktov [Recommended reference materials for thermal calculations of food] / V.P. Latyshev, N.A. Tsiurlikova - M.: NPO «AGROKHOLODPROM». 1992.- 86 p. [in Russian]
5. Uendlyand U. Termicheskiye metody analiza [Thermal methods of analysis] / U. Uendlyand.- M.: «MIR». 1978.- 526 p. [in Russian]
6. Chizhov G.B. Teplofizicheskiye protsessy v kholodilnoy tekhnologii pishchevykh produktov [Thermal processes in the refrigeration food technology] / G.B. Chizhov.- M.: «Pishchevaya promyshlennost».- 1979.- 272 p. [in Russian]
7. Höhne G.W.H. Differential Scanning Calorimetry / G.W.H. Höhne, G.F. Hemminger, H. J. Flammenheim. – Springer, 2003.- 298 p.
8. Figura L.O. Food Physics. Physical Properties – Measurement and Applications / L.O. Figura, A.A. Teixeira.- Springer. 2007.- 304 p.
9. ROSSTANDART Federalnyy informatsionnyy fond po obespecheniyu edinstva izmereniy [Federal Information Fund on assurance of measurement] [Electronic resource] – URL: www.fundmetrology.ru (accessed: 23.10.2016) [in Russian]

DOI: 10.18454/IRJ.2016.54.246

Гааг С.В.

Аспирант,

Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова

ОСОБЕННОСТИ ТУШЕНИЯ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ С УЧЕТОМ МИНЕРАЛИЗОВАННЫХ ПОЛОС**Аннотация**

Лесные пожары являются разрушающим фактором лесных экосистем. Проблемы, связанные с лесными пожарами, являются значимыми для многих стран мира ввиду того, что мониторинг и ликвидация лесных пожаров требуют значительных материальных затрат. Поэтому актуальной является задача обеспечения эффективности работы лесопожарных служб с помощью математических методов и современных информационных технологий. Современные информационные технологии мониторинга, подавления и ликвидации лесных пожаров обуславливают и стратегию развития технических средств пожаротушения и прокладки минерализованных полос.

На основе статистических данных показана сложная структура температурного поля пожара (ключевая характеристика), которая определяет разнообразный спектр способов и средств пожаротушения. Рассмотрена классификация пожаров и методов пожаротушения с учетом опорных полос. Обоснованы основные характеристики концепции развития технических средств пожаротушения в частности, грунтомета: мобильность, экономичность, модульность, взаимозаменяемость, эффективность.

Ключевые слова: лесной пожар, температурное поле, отжиг, тушение, классификация, грунт, минерализованная полоса, грунтомет.

Gaag S.V.

Postgraduate,

Saint-Peterburg State Forest Technical University

FEATURES OF FOREST FIRES WITH THE FIRE LINES**Abstract**

Forest fires are a destructive factor in forest ecosystems. Problems associated with forest fires, are important for many countries due to the fact that the monitoring and management of forest fires requires significant material costs. Therefore, the current task is the ensure the effectiveness of forest fire services with the help of mathematical methods and modern information technologies. Modern information technologies of monitoring, suppression and elimination of forest fires and determine the strategy for the development of technical means of fire extinguishing and laying mineralized strips.

On the basis of statistical data shows a complicated structure of the temperature field of fire (key characteristic), which determines a diverse range of methods and means of fire extinguishing. Classification of fires and methods of fire suppression, given the supporting bands. The main characteristics of the concept of development of technical means of fire extinguishing in particular, grantomet: mobility, efficiency, modularity, interchangeability, efficiency.

Keywords: forest fire, temperature field, annealing, quenching, classification, soil, mineralized band, grundomat

В процессе исследования лесных пожаров следует учитывать его сложность в качестве объектом анализа ввиду зависимости от множества факторов, среди которых следует отметить: погодные условия и климат, характеристики растительности, топографию местности, а также антропогенное воздействие. На рис. 1 показана структура температуры (ключевой характеристики пожара) в факеле пламени [1].

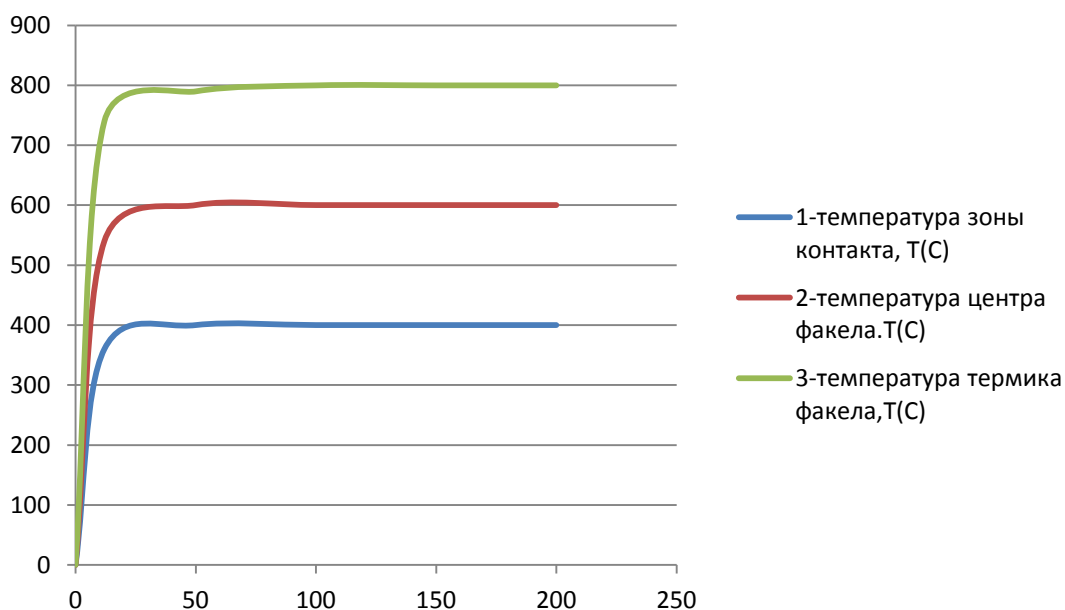


Рис. 1 – Изменение температуры факела пламени в зависимости от времени горения покрова почвы в лесу

1 – зона контакта с горючим материалом, 2 – центральная область факела,

3 – верхняя зона факела. Кривые построены в рамках приближения линейной регрессии на основе

экспериментальных данных [1]. Горизонтальная ось – время горения (t,сек); вертикальная – температура горения (°C)

Видно, что температуры контактной зоны и верхней области пламени различаются в 2 раза, что необходимо учитывать при тушении пожаров.

Часть этих факторов являются динамическими с различной скоростью изменения. Принципиальной особенностью факторов, влияющих на пожар, является незначительная достоверность измерения для большинства из них. Соответственно, корреляция между этими факторами, а также их влияние на динамику пожара изучены не полностью. Прежде всего, следует подчеркнуть, что для организации тушения необходима классификация лесных пожаров на основе учета потенциала средств пожаротушения и площади пожара (см. табл.1) [2].

Таблица 1 – Типологизация лесных пожаров

| Категория пожара | Минимальное число людей и средств пожаротушения | Площадь огня до тушения, га |
|------------------|--|-----------------------------|
| Начинающийся | 2...3 человека и ручные средства тушения | До 1.5 |
| Малый | Бригада до 12 человек численностью, противопожарные приспособления и единицы техники | 1.5...3.0 |
| Средний | 2-3 бригады (до 30 человек) с помощью ручных и противопожарных агрегатов | 3.0...25.0 |
| Крупный | 6- 9 бригад (60...90 человек) посредством технических механизмов – от 3 до 8 противопожарных агрегатов | 25.00...200.0 |
| Особо крупный | Бригады численностью более 100 человек посредством механизмов – более 8 противопожарных агрегатов | Более 200 |

Классификация дает возможность спланировать затраты и эффективно распределить ресурсы для тушения пожаров.

Укрупнено методы ликвидации лесных пожаров можно классифицировать на прямые (активные) и косвенные (пассивные). При первом методе воздействуют на кромку лесного пожара или около нее формируется полоса. Данный метод используется для тушения лесного пожара при его возникновении. Второй метод предполагает на пути развития пламени обработку лесополос (материалов горения) противопожарными составами, а также удаление материалов горения. Второй способ используется при фиксации границы пламени на дистанции от кромки пламени. Данный способ применяется, если необходимы:

- отвод людей от линии пожара из-за его интенсивности;
- оптимизация зоны генерации полосы;
- уменьшение длины полосы и времени ее формирования;
- использование преград различного происхождения.

Процесс тушения лесного пожара включает в себя спектр операций: локализацию; дотушивание очагов возгорания; мониторинг зоны пожара.

Тактика пожаротушения базируется на мониторинге пожара и определяет:

- 1) характер, динамику его развития и площадь; конфигурацию;
- 2) потенциальные пути развития;
- 3) преграды развитию лесного пожара;
- 4) потенциал динамики лесного пожара из-за особенностей ландшафта леса;
- 5) возможность применения механизированных средств пожаротушения;
- 6) источники воды и возможность их использования;
- 7) полосы для генерации встречного огня и особенности их формирования;
- 8) безопасные стоянки, вероятные пути эвакуации при прорыве огня, места укрытия [3].

Выбор метода тушения пожара зависит от его характера, среды, которая существенно определяется температурным полем (см. рис.2), средствами ликвидации пожара и оперативностью их доставки.

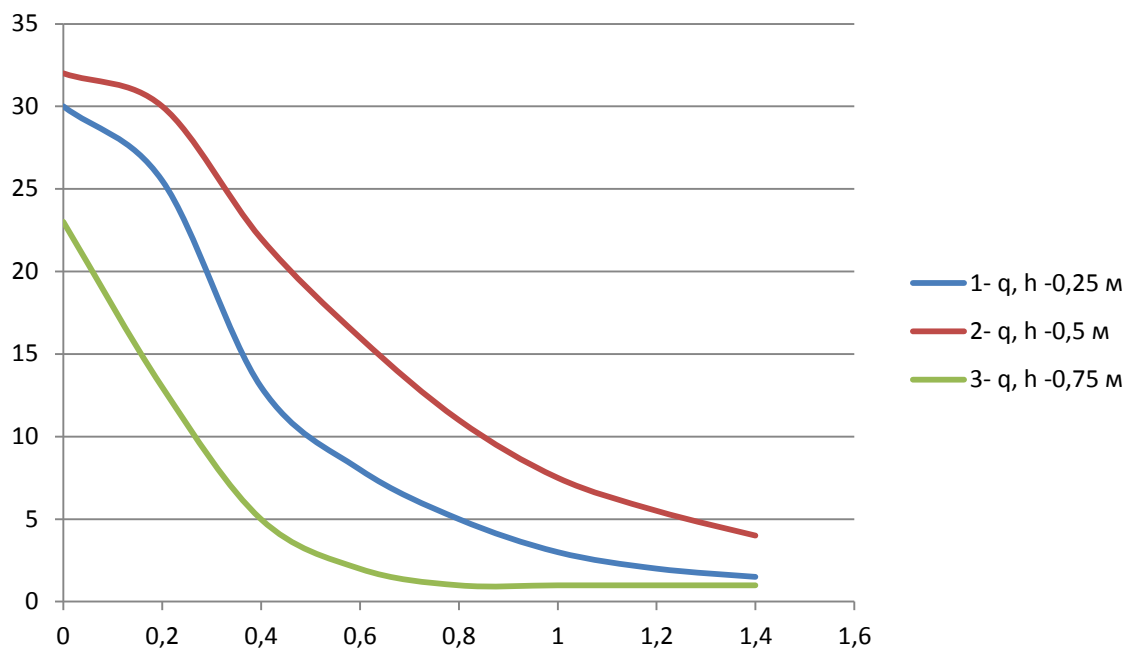


Рис. 2 – Изменение удельного потока энергии (q) при удалении от фронта низового пожара для разных высот огня (h , м: 0,25 (1), 0,5 (2), 0,75 (3). Характерные масштабы пожара: по горизонтали - 10 м, по вертикали - 0,5 м, при температуре 800°C [1]. Горизонтальная ось – расстояние от фронта пламени (L , м); вертикальная ось – удельный поток энергии q , 10^3 Вт/м^2 .

На рисунке 2 показана экспоненциальная динамика убывания температуры с расстоянием от фронта пожара и зависимость потока энергии от высоты пожара.

При детальной классификации можно выделить следующие методы ликвидации возгораний.

1. Захлестывание пламени по кромке пожара невысокой интенсивности. Срыв огня на кромке применяется для остановки пламени.

2. Засыпка грунтом границы пожара используется на песчаных или почвах со слабым дерном, если сбивание пламени непродуктивно, а быстро сформировать полосу маловероятно. При использовании этого метода грунт веером подается на кромку. Вначале сбивают огонь, а потом обеспечивают засыпку границы пожара полосой.

3. Формование для преграды огню полос посредством грунтометов и противопожарной техники. Подобные преграды применяются для: фиксации пожаров и применения метода отжига. Полосы с учетом характеристик пламени формируют одинарные или двойные. Следует отметить, что формирование перед границей пламени адекватной преграды занимает больше времени, чем формирование ее посредством отжига. Соответственно предпочтителен отжиг от полосы, которая формируется на расстоянии от границы пламени и граниями стыкуется с барьерами (дороги, ручьи). Заградительные полосы прокладывают и взрывчаткой.

4. Использование метода отжига. Отжиг служит продуктивным методом ликвидации пожаров. Данным методом возможно локализовать развитие пожаров малыми силами. Генерация отжига происходит от барьеров (дорог, рек, полос), а если их нет - от полос масштаба 0,3-0,5 м вблизи пламени. Поджиг почвенного слоя происходит по кромке полосы, направленной к пламени без зазоров.

Пуск отжига целесообразен против фронта пламени на дистанции от кромки низового пожара более 10 м. При пожарах значительной удельной энергии и ветровых нагрузках при скорости более 5 м/с дистанция отжига от фронта пламени увеличивается до 100 м. Для верховых векторов пламени нужно создать полосу отжига перед фронтом пламени до 200 м. Иллюстрацией к динамике масштаба полосы является рис.3., где показана зависимость зоны распространения пламени от времени горения, скорости ветра и объема материала горения. При расчете расстояния нужно учитывать, что скорость распространения огня днем в 3-20 раз меньше. Соответственно наиболее эффективно останавливать верховые пожары в иное время суток.

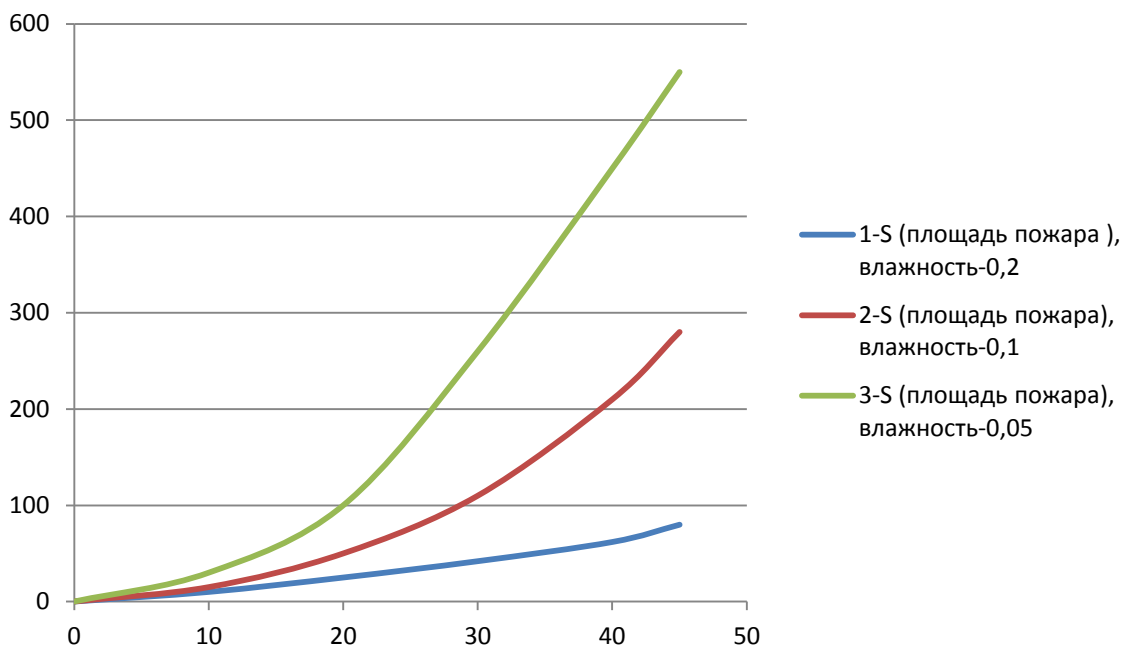


Рис. 3 – Зависимость площади пожара (S) от времени горения (t) при вариации влажности горючего материала, %: 25 (1), 20 (2), 10 (2), 5 (3).

(температура окружающей среды 21°C , скорость ветра 1 м/с , объем горючего материала (ГМ) $1,4 \text{ кг/м}^2$); кривая 1 – аппроксимация экспериментальных данных при влажности ГМ - 20 % [1], кривые 2,3 – экстраполяция. Горизонтальная ось – время пожара, t , мин.; вертикальная ось – площадь пожара (S), м^2 .

Если затруднительно фиксировать фронт пламени на боковых поверхностях и сзади, то полоса отжига создается в форме петли. Для быстроты ее выжигания применяются разные методы: при ликвидации верхового пожара эффективен метод "ступенчатого огня". Он сводится к формированию кроме основной полосы двух параллельных на дистанции 15-30 м между собой. От каждой из них ведется отжиг, начиная от ближней к пожару.

5. Гашение кромки пламени водой из огнетушителей, цистерн, опрыскивателей.

6. Гашение пожара при помощи пенообразователей, смачивателей и ретардантов. Химические добавки в воду бывают трех видов: пенообразующие, гидрофильные и ретарданты.

7. Ликвидация лесных пожаров авиацией при обработке лесных полос на путях развития пожара при помощи слива воды, а также при посадке десанта.

8. Ликвидация пожаров при помощи взрывчатки для генерации полос или волн для срыва огня и заброса грунта на фронт пламени пожара.

9. Тушение пожара стимулированными осадками из облаков путем обстрела облака ракетами.

При тушении крупных лесных пожаров эффективным является формирование противопожарных барьеров, которые в немалой степени определяют модели пожаров и методологию противодействия им [4].

Противопожарные барьеры – это участки территории, служащие преградой распространению лесных пожаров. Их эффект основан на том, что объем и характеристики горючих материалов таковы, что возгорание в зоне барьера маловероятно.

Противопожарные барьеры классифицируются на четыре группы:

- практически невозгораемые барьеры при отсутствии горючих материалов – водные преграды; шоссе; поля, песчаные зоны; каменистые области;

- барьеры с ограничением горючих материалов, недостаточным для распространения пожара. Среди них: лесные дороги, минерализованные полосы, просеки;

- барьеры с горючими материалами малой пожароопасности – территории лиственных или смешанных древостоев, полосы из люпина, картофеля, полосы лесной территории, обработанные замедлителями горения;

- противопожарные барьеры гибридные, содержащие в комбинации другие барьеры, например, противопожарные разрывы с дорогами, лиственный древостой (опушки), расчлененные минерализованными полосами.

Таким образом, показанная выше на основе статистических данных сложная структура температурного поля пожара, ключевая его характеристика предполагает использование спектра способов и технических средств пожаротушения, в частности, с учетом разновидностей минерализованных полос. В работе [5] рассмотрены тенденции развития технических инноваций по тушению лесных пожаров. Выделен тренд увеличения надежности посредством защиты рабочего модуля от ударов о препятствия, повышения эффективности работы при взаимодействии с уплотненными грунтами, насыщенными корнями, снижения массогабаритных характеристик.

В целом, стратегия развития технических систем пожаротушения в частности, грунтомета, должна базироваться на концепции, основные характеристики которой следующие: мобильность, экономичность, модульность, взаимозаменяемость, эффективность.

В заключении следует отметить, что сложная структура пожара, обуславливает для обеспечения результативности спектр способов и технических средств пожаротушения, в частности, с учетом разновидностей минерализованных полос. Отмеченный тренд инновационных технологий противопожарных систем в увеличении надежности при

защите рабочего модуля от ударов, повышения эффективности работы при взаимодействии с уплотненными грунтами, снижения массогабаритных характеристик предполагает, что стратегия развития технических систем пожаротушения в частности, грунтомета, должна базироваться на концепции, основные характеристики которой следующие: мобильность, экономичность, модульность, взаимозаменяемость, эффективность.

Список литературы / References

1. Гоман П.Н. Экспериментально-численное моделирование процесса горения и распространения огня в условиях лесного низового пожара [Электронный ресурс] / П.Н. Гоман, В.Р. Соболев, Д.В. Баровик, В.Б. Таранчук // Интернет-журнал "Технологии техносферной безопасности" 2011 - Вып. № 3 (37) - URL: <http://ipb.mos.ru/ttb> (дата обращения 3.10.2016).
2. Доррер Г.А. Оценка и прогнозирование динамики крупных лесных пожаров [Электронный ресурс] / Г.А. Доррер, В.С. Коморовский, С.П. Якимов // Технологии техносферной безопасности: Интернет-журнал. – 2011. – Вып. 2 (36). – URL: <http://ipb.mos.ru/ttb> (дата обращения: 3.10.2016).
3. Доррер Г.А. Динамика лесных пожаров/ Г.А. Доррер. -Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2008. - 404 с.
4. Гусев В.Г. Физико-математические модели распространения пожаров и противопожарные барьеры в сосновых лесах / В.Г. Гусев. - СПб.: НИИ ЛХ, 2005.- 200 с.
5. Ступников Д.С. Орудия для профилактики и тушения лесных пожаров / Д.С. Ступников //Воронежский научно-технический вестник. – 2015. - № 2(12) июнь.- С.62-67.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Goman P. N., Sobol' V. R., Borovik D. V., Taranchuk V. B. Eksperimentalno-chislennoe modelirovanie processa gorenija i rasprostraneniya ognja v uslovijah lesnogo nizovogo pozhara [Experimental and numerical modeling of combustion process and flame propagation in terms of forest ground fire] / P. N. Goman, V. R. Sobol', D. V. Borovik, V. B. Taranchuk //Internet zhurnal "Technologii nechnosfernoi bezopasnosti" [Internet journal "technologies of technospheric safety"] .- 2011.- Issue № 3 (37) (<http://ipb.mos.ru/ttb>). (accessed 3.10.2016). [in Russian].
2. Dorrer G. A., Komorowski V. S., Yakimov S. P. Otsenka i pradsказanie dinamiki bolshih pozharov [Evaluation and prediction of the dynamics of large forest fire] / G. A. Dorrer, V. S. Komorowski, S. P. Yakimov // Internet zhurnal "Technologii nechnosfernoi bezopasnosti" [Internet journal "technologies of technospheric safety"] – 2011. –Vol. 2 (36).– <http://ipb.mos.ru/ttb>. (accessed 3.10.2016). [in Russian].
3. Dorrer G. A. Dinamika lesnih pozharov [Dynamics of forest fires]/ G. A. Dorrer.- Novosibirsk: Izd-vo SO RAN, 2008. -404 p. [in Russian].
4. Gusev V. G. Phiziko-matematicheskie modeli rasprostraneniya pozharov I protivopozharnii bareri v sosnovii lesah [Physical-mathematical models of the spread of fires and fire-prevention barriers in pine woods]. / V. G. Gusev S.-Pb.: NII LKH, 2005. -200 p. [in Russian].
5. Stupnikov D. S. Instrumenti dlja predotvrachenija i tuchenija lesnih pozharov [Instruments for the prevention and extinguishing of forest fires]/ D. S. Stupnikov //Voronezhskii nauchno-tachniceskii vestnik [Voronezh scientific and technical Bulletin]. -2015.- № 2(12) June.- P. 62-67. [in Russian].

DOI: 10.18454/IRJ.2016.54.239

Жеряков Е.В.¹, Бредучева Е.С.², Котлов С.А.³, Рожков С.С.⁴¹ORCID: 0000-0003-1288-6323, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент^{2,3}аспирант, ⁴студент,

ФГБОУ ВО Пензенская ГСХА

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ КАЧЕСТВА КОРНЕПЛОДОВ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ**Аннотация**

В статье представлены результаты полевого опыта по изучению технологических качеств корнеплодов различных гибридов сахарной свеклы. Установлено, что в корнеплодах нормально-сахаристого и сахаристого типов гибридов содержание мелассообразующих веществ было на порядок меньше, чем у гибридов урожайного и нормально-урожайного типа. Выявлены гибриды зарубежной селекции Триада, Геракл, Спартак и Неро, обеспечивающие в почвенно-климатических условия Пензенской области валовой сбор очищенного сахара на уровне 10,73-11,03 т/га.

Ключевые слова: сахарная свекла, технологические качества, сахаристость, стандартные потери сахара.

Zheryakov E.V.¹, Breducheva E.S.², Kotlov S.A.³, Rozhkov S.S.⁴¹ ORCID: 0000-0003-1288-6323, PhD in Agriculture,^{2,3}Postgraduate student, FSBEI Penza SAA, ⁴Student,

FSBEI Penza SAA

TECHNOLOGICAL QUALITY OF SUGAR BEET IN THE CONDITIONS OF FOREST-STEPPE OF THE AVERAGE VOLGA REGION**Abstract**

The article presents the results of a field experiment to study the technological properties of roots of different sugar beet hybrids. It is established that in the roots of normal sugar and sugar types of hybrids the contents malosobrazitelnyh substances were an order of magnitude less than that of the hybrids yielding and normal-yielding type. The identified hybrids of foreign selection Triada, Hercules, Spartac and Nero providing to the soil and climatic conditions of the Penza region gross yield of purified sugar level of 10.73-of 11.03 t/ha.

Keywords: sugar beet, technological quality, carbohydrate content, standard loss sugar.

Сахарная свекла – важнейшая сельскохозяйственная культура во многих регионах мира. В ряде государств она является основным источником получения сахара и имеет важное экономическое значение. Посевная площадь в Пензенской области в 2015 году составила 47,3 тыс. га, что 2,9 тыс. га больше чем в 2014 году и на 13,9 тыс. га меньше площадей посева в 2011 году.

Эта культура обладает возможностью формировать высокие урожаи, которые зависят также и от складывающихся погодных условий. На экономические показатели переработки корнеплодов, кроме урожая с единицы площади, существенное влияние оказывают и качественные показатели.

Изучение качественных показателей корнеплодов различных гибридов сахарной свеклы в климатических условиях Пензенской области на черноземных почвах является актуальным. Полевые опыты проводились в 2013-2015 гг. на черноземе выщелоченном среднесуглинистом. Погодные условия в годы исследований (2013-2015 гг.) отражали особенности климата данного региона. Начальный период вегетации для растений свёклы характеризовался в 2013 и 2015 году как сильнозасушливый (гидротермический коэффициент по Г.Т. Селянинову (ГТК)) – 0,49 и 0,28 соответственно, в 2014 г. – недостаточного увлажнения (ГТК 0,80). Сумма активных температур выше 10°C колебалась в период вегетации сахарной свеклы от 2606°C в 2015 г до 3576°C в 2013 г., а ГТК составил в 2015 году – 0,67, 2014 – 0,53 и 2013 году – 1,19. Схема опыта включала следующие гибриды: нормального типа – РМС 120, Компакт, Геракл, Спартак; нормально-урожайного – ХМ 1820, Неро; нормально-сахаристого – Триада, Бадиа; сахаристого типа – Волга. Общая площадь делянки – 560 м², учетная – 500 м², размещение вариантов рендомизированное, повторность – трехкратная. Агротехника в опыте общепринятая для хозяйства. Сахарная свёкла возделывалась в паровом звене зернопаропропашного севооборота. Предшественник – озимая пшеница.

Урожайность корнеплодов сахарной свеклы является одним из основных показателей продуктивности сахарной свёклы [2, С. 121]. В результате проведенных исследований установлено, что гибриды сахарной свёклы иностранной селекции в условиях Пензенской области способны формировать на черноземе выщелоченном биологическую урожайность корнеплодов от 44,85 до 74,7 т на 1 га. В среднем за три года наибольший урожай корнеплодов сформировал гибрид Неро (67,19 т/га). У гибридов Геракл и Спартак урожайность корнеплодов составила 64,37 и 65,63 т/га соответственно. Нормально-сахаристые гибриды показали среднюю урожайность за три года исследований 61,75 т/га. Урожайность гибрида отечественной селекции РМС 120 составила 44,21 т/га.

Один из показателей продуктивности сахарной свёклы – это сахаристость корнеплодов, которая зависит в большей степени от погодных условий и собственно гибрида. Установлено, что возделывание сахарной свёклы с использованием семян гибридов сахаристых направлений (Триада, Бадиа и Волга) способствовали более высокому накоплению сырого сахара в корнеплодах, чем урожайные и нормальные гибриды, а содержание составило – 18,9%, 18,63 и 18,60% соответственно (табл.1).

В состав сырого сахара, кроме очищенного, входит еще и сахар в мелассе. Поэтому чтобы более точно определить продуктивность сахарной свеклы, необходимо определять выход очищенного или кристаллизованного сахара. Основную часть мелассы составляют калий (K⁺), натрий (Na⁺), амино-азот («вредный» азот). Эти вещества и способствуют потери сахара в мелассе.

Таблица 1 – Показатель поляризации корнеплодов сахарной свеклы в период уборки, %

| Гибрид | 2013 г. | | 2014 г. | | 2015 г. | | 2013-2015 гг. | |
|---------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|
| | Сахаристость, % | Прибавка (+/-) | Сахаристость, % | Прибавка (+/-) | Сахаристость, % | Прибавка (+/-) | Сахаристость, % | Прибавка (+/-) |
| РМС 120 | 16,8 | 0,0 | 18,3 | 0,0 | 18,5 | 0,0 | 17,87 | 0,00 |
| Компакт | 16,8 | 0,0 | 18,4 | 0,1 | 19,0 | 0,5 | 18,07 | 0,20 |
| Геракл | 17,1 | 0,3 | 19,2 | 0,9 | 18,6 | 0,1 | 18,30 | 0,43 |
| Спартак | 17,0 | 0,2 | 19,4 | 1,1 | 17,8 | -0,7 | 18,07 | 0,20 |
| ХМ 1820 | 17,4 | 0,6 | 19,2 | 0,9 | 17,9 | -0,6 | 18,17 | 0,30 |
| Неро | 17,7 | 0,9 | 19 | 0,7 | 17,6 | -0,9 | 18,10 | 0,23 |
| Триада | 17,6 | 0,8 | 18,8 | 0,5 | 19,4 | 0,9 | 18,60 | 0,73 |
| Бадия | 17,4 | 0,6 | 19,0 | 0,7 | 19,5 | 1,0 | 18,63 | 0,77 |
| Волга | 18,0 | 1,2 | 19,6 | 1,3 | 19,1 | 0,6 | 18,90 | 1,03 |

Установлено, что содержание K^+ в корнеплодах сахарной свёклы зависело от типа гибрида. Больше всего K^+ было обнаружено в корнеплодах гибрида РМС 120, Спартак, Неро, ХМ 1820 и составило 5,23 ммоль, 5,13, 5,04, 4,95 ммоль/100 г сырой массы соответственно. В корнеплодах нормально-сахаристого и сахаристого типов содержание калия составило 3,24-3,88 ммоль (табл. 2). Результатами исследований установлено, что максимальное содержание Na^+ в корнеплодах было отмечено у гибридов Компакт, Геракл и Спартак и составило 1,12 ммоль, 1,14 и 1,16 ммоль соответственно, а наименьшее – у гибрида Волга – 0,45 ммоль/100 г сырой массы. У гибридов нормально-сахаристого типа Триада и Бадия содержание Na^+ было 0,63 и 0,58 ммоль соответственно.

Таблица 2 – Содержание основных растворенных несхаристых веществ в корнеплодах сахарной свёклы, ммоль/100 г сырой массы, среднее за 2013-2015 гг.

| Гибрид | K^+ | Na^+ | α -аминоазот («вредный» азот) |
|--------------------|-------|--------|--------------------------------------|
| РМС 120 (контроль) | 5,23 | 0,91 | 2,38 |
| Компакт | 4,51 | 1,12 | 1,90 |
| Геракл | 4,15 | 1,14 | 2,11 |
| Спартак | 5,13 | 1,16 | 2,16 |
| ХМ 1820 | 4,95 | 0,96 | 2,23 |
| Неро | 5,04 | 1,09 | 1,97 |
| Триада | 3,79 | 0,63 | 1,81 |
| Бадия | 3,88 | 0,58 | 1,74 |
| Волга | 3,24 | 0,45 | 1,24 |

Среди азотных соединений корнеплода сахарной свеклы альфа-аминоазот, или «вредный» азот, является наиболее вредоносным мелассообразователем и играет отрицательную роль при извлечении сахара из корнеплода. [3, С. 74]. Вредные формы азота, которые переходят из свеклы в диффузионный сок, не удаляются из него в процессе дефекации-сатурации и переходят в патоку. В корнеплодах гибрида отечественной селекции содержание протеинового, аммиачного и амидного азота было наибольшим среди всех изучаемых гибридов и составило 2,38 ммоль, а меньше всего «вредного» азота было обнаружено в корнеплодах гибрида Волга и составило 1,24 ммоль на 100 г сырой массы.

Стандартные потери сахара при образовании мелассы, вычисленные по Брауншвейгской формуле [3, С. 48], у гибридов нормального и нормально-урожайного типов были несколько выше, чем у гибридов нормально-сахаристого и сахаристого направления, что связано, в первую очередь, с высоким содержанием мелассообразующих веществ (калия, натрия и альфа-аминоазота). Расчеты показали, что меньше всего теряется сахара в мелассе при переработке корнеплодов сахаристого типа (Волга), нормально-сахаристого (Бадия и Триада). Эти потери составили 1,22%, 1,43 и 1,44% соответственно, поэтому содержание очищенного или кристаллического сахара у этих гибридов было 17,68%, 17,17% и 16,96% соответственно.

Для определения продуктивности изучаемых гибридов нами был проанализирован показатель выход кристаллического сахара с единицы площади, который учитывает и урожайность корнеплодов, и содержание в них очищенного сахара. При возделывании гибрида Неро он был равен 11,03 т/га, Бадия – 10,84, Геракл – 10,74 и Спартак 10,73 т/га. У остальных гибридов находился в пределах 9-10 т/га, кроме РМС 120 и Компакт – 7,12 и 8,11 т/га соответственно.

Таким образом, в условиях Пензенской области изученные гибриды различались по выходу кристаллизованного сахара, а наибольшее его количество было получено при переработке корнеплодов гибридов Неро (нормально-урожайный тип), Бадия (нормальной-сахаристый), Геракл и Спартак (нормально-урожайный тип).

Список литературы / References

1. Жеряков Е.В. Урожайность сахарной свеклы в зависимости от сортовых особенностей и погодных условий / Е.В. Жеряков // Естественные и технические науки. – 2014. – №11-12 (78). – С. 119-122.
2. Алимгафаров Р.Р., Исламгулов Д.Р. Влияние сортовых особенностей на технологические качества корнеплодов сахарной свеклы в условиях южной лесостепи Республики Башкортостан / Р.Р. Алимгафаров, Д.Р. Исламгулов // Вестник БГАУ. – 2011. – №3. – С. 5-12.
3. Шпаар Д. Сахарна свекла (Выращивание, уборка, хранение) / Д. Шпаар, Д. Греггер, А. Захаренко и др.: под общей ред. Д. Шпаара. – М.: ИД ООО «DLV АГРОДЕЛО», 2006. – 315 с.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Zherjakov E.V. Urozhajnost' saharnoj svekly v zavisimosti ot sortovyh osobennostej i pogodnyh uslovij [Sugar-beet productivity depending on varietal peculiarities and weather conditions] / E.V. Zherjakov // Estestvennye i tehnicheckie nauki [Natural and technical sciences]. – 2014. – №11-12 (78). – P. 119-122. [in Russian]
2. Alimgafarov R.R., Islamgulov D.R. Vlijanie sortovyh osobennostej na tehnologicheskie kachestva korneplodov saharnoj svekly v uslovijah juzh-noj lesostepi Respubliki Bashkortostan [Variety specification influence on technological qualities of sugar beet root crops in conditions of the southern forest steppe of the Republic of Bashkortostan] / R.R. Alimgafarov, D.R. Islamgulov // Vestnik BGAU [Vestnik Bashkir State Agrarian University]. – 2011. – №3. – P. 5-12. [in Russian]
3. Shpaar D. Saharna svekla (Vyrashhivanie, uborka, hranenie) [D. Shpaar. Sugar-beet (Cultivation, harvesting, storage)] / D. Shpaar, D. Greger, A. Zaharenko and others ; edited by D. Shpaara. – ID ООО «DLV AGRODELO», 2006. – 315 p. [in Russian]

DOI: 10.18454/IRJ.2016.54.153

Карпенко Н.П.¹, Сейтказиев А.С.², Маймакова А.К.³¹ORCID: 0000-0001-6638-149X, Доктор технических наук,

Российский государственный аграрный университет РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

²Доктор технических наук,

Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати,

³Докторант PhD, Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ДЕГРАДАЦИИ СЕРОЗЕМНО-ЛУГОВЫХ ПОЧВ ЖАМБЫЛСКОЙ ОБЛАСТИ****Аннотация**

Дана экологическая оценка деградированных карбонатных сероземно-луговых почв Жамбылской области Казахстана. На основе лабораторных исследований и по данным почвенно-экологических условий установлен высокий уровень деградации почв по степени их засоления. Для количественной оценки деградационных процессов рассматриваемых почв были определены экологические коэффициенты, характеризующие уровень опасности в расчетном слое почвы. Для восстановления деградированных почв и эффективного их использования в орошаемых зонах разработаны методы улучшения эколого-мелиоративных условий на фоне глубокого рыхления и установлены оптимальные нормы промывки исследуемого участка.

Ключевые слова: деградация, засоленные почвы, мелиоративные мероприятия, промывки, глубокое рыхление, экологическая оценка.

Karpenko N.P.¹, Seitkaziev A.S.², Maymakova A.K.³¹ORCID: 0000-0001-6638-149X, Doctor of Technical Sciences,

Russian State Agrarian University-MSHA named after K.A. Timiriazev,

²PhD in Engineering, Taraz State University named after M.H. Dulati,³Doctoral PhD, Taraz State University named after M.H. Dulati**ENVIRONMENTAL ASSESSMENT DEGRADATION GRAY-MEADOW SOILS OF ZHAMBYL REGION****Abstract**

The environmental assessment of degraded carbonate sierozemly-meadow soils of Zhambyl region of Kazakhstan. Based on laboratory studies and data soil-ecological conditions have high levels of soil degradation according to their degree of salinity. For quantitative assessment of degradation processes of the soil was determined by environmental factors characterize the level of risk in the current layer of soil. To restore degraded soils and their efficient use in irrigated areas and methods of improvement of ecological-meliorative conditions against the background of deep loosening and established the optimum rate of flushing of the investigated area.

Keywords: degradation, saline soils, water resources, land reclamation activities, flushing, deep tillage, environmental assessment.

Деградация почв является одним из опаснейших видов экологических нарушений, как по масштабу ее проявления, так и из-за серьезности экологических, экономических, социальных и политических последствий. Известно, что деградированные почвы являются опасными природными объектами, поскольку деградированные почвы перестают выполнять экологически значимые функции и способны спровоцировать процессы общей деградации земной поверхности и даже – изменение климатических условий. Одной из главных бед разрушения плодородного слоя является почвенная эрозия, которая происходит главным образом из-за так называемого «агропромышленного» земледелия: почвы распахиваются на больших площадях, а затем плодородный слой выдувается ветром или смывается водой [1, С. 1121].

В конечном счете, вся эта почва попадает в реки, а затем в океаны. Водная эрозия приводит к тому, что продуктивность сельскохозяйственных угодий резко снижается [2, С. 12].

Прогнозирование отдельных деградационных процессов, а также суммарной деградации почв вследствие воздействия различных неблагоприятных антропогенных и других факторов продолжает оставаться сложной и недостаточно изученной проблемой во всем мире.

Основными природными зонами Жамбылской области Казахстана являются пустыни, предгорные полупустыни и горы. В результате экстенсивного освоения водных и земельных ресурсов в области полностью исчезла целая

ландшафтная зона – предгорные пустыни. Под влиянием техногенного воздействия на природную среду изменились не только условия существования растительного и животного, но и сама география территорий.

К числу основных причин ухудшения природных условий относятся: изменение гидрологического и гидрохимического режима водных объектов; отсутствие ведомственного звена, ведающего вопросами охраны, регулирования, использования растительных ресурсов вдоль русла рек и других водоемов; экстенсивное освоение и использование земельных ресурсов, локальная перегрузка пастбищ; нерегламентированный охотничий, рыбный и другие виды промыслов и т.д.

В Жамбылской области деградация земель распространяется практически на все виды природных комплексов: русла рек и озера; растительность пойменных и прилегающих к ним пустынных земель; водные и околоводные животные. Хотя в целом из-за резкого снижения поголовья сельскохозяйственных животных нагрузка на пастбища снижена, наблюдаются негативные факторы перевыпаса. Происходит это по следующим причинам. В результате тяжелого экономического положения населения и хозяйствующих субъектов аграрного сектора, сельскохозяйственный скот стал концентрироваться вблизи населенных пунктов, где удельная нагрузка превышает допустимый уровень.

В результате разгосударствления и приватизации, разрушена единая система межреспубликанского, межобластного и межрайонного регулирования животноводства, в частности, вопросов сезонного перегона скота с целью рационального использования пастбищ. Данный фактор играет отрицательную роль в животноводстве, в экологическом плане и на локальных участках. В частности происходит сокращение ценных луговых и сенокосных угодий в поймах рек и вокруг населенных пунктов. В целом по Жамбылской области процесс деградации пастбищ в пустынной зоне, в удалении от густонаселенных территорий, приостановлен и даже начался естественный процесс их восстановления. Однако, совокупность всех этих факторов позволяет оценивать экологическую обстановку в низовьях речных бассейнов как неблагоприятную [3, С. 1170].

В настоящее время в Казахстане начата разработка и совершенствование почво-водо-энергосберегающих технологий производства сельскохозяйственных культур, обеспечивающих экологическую устойчивость агроландшафтов к деградации почв и опустыниванию территории. Экологическое состояние массивов орошения в Жамбылской области во многом зависит от гидрохимического режима водных источников, системы ведения сельского хозяйства и определяется факторами оптимального управления природными и антропогенными процессами.

Основой рационального природопользования на орошаемых землях Жамбылской области является регулирование сероземно-луговых почв хлоридно-сульфатного засоления посредством управления процессами питания грунтовых вод за счет фильтрации каналов, определение механизма передвижения солей в почве с применением технологической схемы промывки, установление допустимого содержания солей и испаряемости с поверхности грунтовых вод. Все это обеспечивает экологическую устойчивость агроландшафтов и создает благоприятные условия для длительной эксплуатации природных ресурсов от истощения, деградации и загрязнения. На орошаемых землях Жамбылской области основным источником загрязнения зачастую является вода, используемая для поливов из загрязненных водных объектов. В этой связи при развитии земледелия необходимо формировать экологически обоснованную стратегию осуществления комплексных мелиораций, состоящую из следующих основных принципов:

- оптимизации влагообеспечения сельскохозяйственных культур при максимальном использовании естественных влагозапасов и минимальных затратах оросительной воды;
- сохранения и воспроизводства плодородия почв;
- предотвращения и устранения существующего загрязнения поверхностных и подземных вод отходами производства;
- рационального научно-обоснованного использования воды для мелиораций;
- обоснования новых технологий безотходных и малоотходных производств, предупреждающих нарушение экологического равновесия в природе.

Для экологической оценки деградации сероземно-луговых почв Жамбылской области были использована методика оценки картирования засоленных почв, которая позволяет составить карты деградированных почв по степени их засоления [4, С. 221].

Количественная оценка степени деградации сероземно-луговых почв Жамбылской области проводилась на основе экологических коэффициентов, которые были рассчитаны исходя из водно-физических показателей почв и различной степени засоленности, характеризующих различные уровни опасности почв (табл. 1).

Таблица 1 – Экологические коэффициенты, характеризующие уровень опасности в расчетном слое почвы [5, С. 163].

| Показатели | Степень засоленности почвогрунтов | | |
|---|-----------------------------------|---------------|----------------------|
| | Слабая | Средняя | Сильная |
| Площадь $F_{нт}$, га | 700 | 700 | 700 |
| Порозность, в долях | 0,47 | 0,47 | 0,47 |
| Начальная минерализация C_n , г/л | 2,7 | 3,5 | 4,6 |
| Плотность почвы γ , т/м ³ | 1,47 | 1,47 | 1,47 |
| Степень засоления S_0 , % | 0,49 | 0,57 | 1,4 |
| Остаток солей ΔS , т/га | 33 | 31 | 62 |
| Уровень грунтовых вод h , м | 3,2 | 3,2 | 3,2 |
| Объем воды до уровня грунтовых вод W , кг/га | 15040 | 15040 | 15040 |
| Промывная норма нетто $N_{нт}$, м ³ /га | 6000 | 7000 | 8000 |
| Промывная норма брутто $N_{бр}$, м ³ /га | 7000 | 8000 | 9000 |
| Запас солей в грунтовых водах S , кг/га | 40608 | 52640 | 69184 |
| Допустимая минерализация в почвенном растворе $C_M = \Delta S + S/W + N_{бр}$, г/л | 3,3 | 3,6 | 5,5 |
| Приток воды из каналов Q , м ³ /с | 0,4 | 0,4 | 0,4 |
| Продолжительность промывки $t = N_{нт} \cdot F_{нт} / 86400 \cdot \eta \cdot Q$, сут | 146 | 171 | 195 |
| Доля объем транзитных вод сбрасываемых в реку в процессе промывки $V_T = N_{нт} \cdot F_{нт} / 86400 \cdot Q \cdot t$ | 0,83 | 0,83 | 0,83 |
| Осадки промывного периода P , м ³ /га | 750 | 870 | 1000 |
| Насыщение влагой в расчетном слое W_H , м ³ /га | 3381 | 3381 | 3381 |
| Испарение в процессе промывки E_0 , м ³ /га | 1000 | 1000 | 1000 |
| Доля объема промывных вод, поступающих из КДС: $q_K = (N_{нт} + P - W_H - E_0) / N_{бр}$ | 0,34 | 0,44 | 0,51 |
| Химизм засоления, хлоридное – (х) | х | х | х |
| Экологический коэффициент $\Xi_K = 1 - \exp(-C_M \cdot V_T \cdot q_K)$ | 0,61 | 0,73 | 0,90 |
| Уровень опасности | опасный | очень опасный | чрезвы-чайно опасный |

Анализ полученных расчетов показал, что количественная оценка экологической ситуации на орошаемых землях исследуемого региона свидетельствует о высоком уровне опасности деградационных процессов ($\Xi_K = 0,61 \dots 0,90$), что требует разработки комплекса методов по улучшению эколого-мелиоративной ситуации в регионе [6, С. 45].

Для улучшения эколого-мелиоративного состояния засоленных сероземно-луговых почв были разработаны ресурсосберегающие технологии по рассолению почв для вымывания солей из почвенного слоя для регулирования необходимого водно-солевого режима почв на орошаемых засоленных и солонцеватых землях. В состав первоочередных мелиоративных мероприятий были включены капитальные промывки и поливы для снижения степени засоленности почв и пород зоны аэрации и восстановления деградации почвенного слоя. При разработке эколого-мелиоративных мероприятий учитывались такие факторы как проявление накопления токсичных веществ, поэтому для каждого вида полива и промывок были разработаны способы предупреждения накопления токсичных веществ. Наибольший эффект предлагаемых мероприятий будет достигнут, если эколого-мелиоративные мероприятия проводить на фоне глубокого рыхления. Кроме того, для обоснования промывных норм необходимо учитывать качество оросительной воды, выращиваемой культуры, число поливов, равномерность распределения воды при поливе, водопроницаемость почвенного слоя и дренированность изучаемого массива орошения.

Таким образом, на основании проведенных исследований на сероземно-луговых почвах Жамбылской области Казахстана и полученных расчетов был установлен высокий уровень опасности экологической ситуации в рассматриваемом регионе. Был рекомендован комплекс эколого-мелиоративных мероприятий, необходимый для улучшения экологических условий региона. На основе изучения и анализа водно-физических свойств почв, их засоленности, а также различных технологий полива была проведена экологическая оценка методов улучшения засоленных земель с учетом тепло- и влагообеспеченности, которая дала возможность определить уровни и коэффициенты экологической опасности.

Список литературы / References

1. Зимовец Б. А., Хитров Н. Б. и др. Оценка деградации орошаемых почв / Б. А. Зимовец, Н. Б. Хитров // Почвоведение. – 1998. – №9. – С. 1119-1126.
2. Сейтказиев А. С., Салыбаев С. Ж., Музбаева К. М., Байзакова А. Е. Экологическая оценка продуктивности улучшения засоленных земель в пустынных зонах Республики Казахстан / А. С. Сейтказиев, С. Ж. Салыбаев, К. М. Музбаева, А. Е. Байзакова. – Тараз. – 2011. – 274 С.
3. Seitkazyev Adeubai, Shilibek Kenzhegali, Salybaiev Satipalde. Seitkazyeva Karlygash. The Research of the Ground Water Supply Process on Irrigated Soils at Various Flushing Technologies / A. Seitkazyev, K. Shilibek, S. Salybaiev, K. Seitkazyeva // World Applied Journal. – 2013. – V. 26(9). – P. 1168-1173.

4. Карпенко Н. П. Методы оценки и картирования засоленных почв и почвенного покрова / Н. П. Карпенко // Материалы III Съезда Докучаевского общества почвоведов. – Суздаль. – 2000. – С. 221-222.
5. Сейтказиев А. С. Почвенно-экологическая оценка засоленных земель в условиях аридной зоны / А. С. Сейтказиев // Материалы международной научно-практической конференции «Мелиорация в России – традиции и современность», посвященной 110-летию С.Ф. Аверьянова. – М. – 2013. – С. 162-170.
6. Хачатурьян В. Х. Обоснование сельскохозяйственных мелиораций с экологических позиций / В. Х. Хачатурьян // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1990. – №5(404). – С. 43-48.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Simovic B. A., Khitrov N. B. etc. Evaluation of degradation of irrigated soils / B. A. Zimovets, N. B. Khitrov // Soil Science. – 1998. – № 9. – P. 1119-1126. [in Russian].
2. Seitkaziev A. S., Salibaev S. J., Muzbaeva K. M., A. E. Baizakova Environmental assessment productivity improvement of saline soils in desert zones of the Republic of Kazakhstan / A. S. Seitkaziev, S. J. Salibaev, K. M. Muzbaeva, A. E. Baizakova. – Taraz. – 2011. – 274 P. [in Russian].
3. Seitkaziyev Adeubai, Shilibek Kenzhegali, Salybaiev Satpalde. Seitkaziyeva Karlygash. The Research of the Ground Water Supply Process on Irrigated Soils at Various Flushing Technologies / A. Seitkaziyev, K. Shilibek, S. Salybaiev, K. Seitkaziyeva // World Applied Journal. – 2013. – V. 26(9). – P. 1168-1173. [in Russian].
4. Karpenko N. P. Methods of assessment and mapping of salt-affected soils and soil cover / N. P. Karpenko // Proceedings of the III Congress of Dokuchaev society of soil scientists]. – Suzdal. – 2000. – P. 221-222. [in Russian].
5. Seitkaziev A. S. Soil-ecological assessment of saline lands in the arid zone / A. S. Seitkaziev [Proceedings of international scientific-practical conference "Improvement in Russia – traditions and modernity", dedicated to the 110th anniversary of S. F. Averyanov]. – M. – 2013. – P. 162-170. [in Russian].
6. Khachaturyan V. H. Rationale for agricultural reclamation and environmental positions / Khachaturyan, V. H. [Bulletin of agricultural science]. – 1990. – №5(404). – P. 43-48. [in Russian].

DOI: 10.18454/IRJ.2016.54.140

Клеванова Е.С.¹, Харламова М.Д.²

¹ORCID: 0000-0002-5973-010X, Студент-магистр, Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего профессионального образования «Российский университет дружбы народов»

²ORCID: 0000-0002-1032-4186, Кандидат химических наук, доцент, заведующая кафедрой экологического мониторинга и прогнозирования, Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего профессионального образования «Российский университет дружбы народов»

ПОЛИГОНЫ ТКО В МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ: ТЕКУЩАЯ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СИТУАЦИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РЕКУЛЬТИВАЦИИ

Аннотация

Рассмотрены проблемы обращения с твердыми коммунальными отходами (ТКО) в Москве и Московской области. Приведены результаты исследования негативного воздействия полигонов ТКО (на примере Кулаковского полигона ТКО в Чеховском районе) на окружающую среду. Учитываются воздействия на атмосферный воздух, поверхностные и подземные воды и почвенный покров. Рассмотрены существующие способы рекультивации полигона ТКО и оценены перспективы применения биоремедиации для рекультивации полигона. Представлены результаты расчета концентрации метана в результате проведения биоремедиации.

Ключевые слова: твердые коммунальные отходы, полигон, свалочный газ, загрязняющие вещества, рекультивация, аэробная биоремедиация.

Klevanova E.S.¹, Kharlamova M.D.²

¹ORCID: 0000-0002-5973-010X, Student-magister, Federal State Institution of Higher Professional Education "Peoples Friendship University of Russia"

²ORCID: 0000-0002-1032-4186, PhD in Chemistry, Associate professor, Head of Chair of environmental monitoring and forecasting, Federal State Institution of Higher Professional Education "Peoples Friendship University of Russia"

LANDFILLS IN MOSCOW REGION: CURRENT ENVIRONMENTAL SITUATION AND PERSPECTIVES OF RECULTIVATION

Abstract

The treatment problems of solid domestic waste (SDW) in Moscow and the Moscow region are considered. Researching results of landfill's negative impact onto the environment (on Kulakovskiy landfill example in the Chekhov district) are shown. The impact on the atmospheric air, surface and ground water and soil is taken into account. In the paper there is considered and evaluated an opportunity of bioremediation implementation for the landfill remediation. The calculation results of the methane decreased concentration due to bioremediation are shown.

Keywords: solid domestic waste, polygon, landfill, landfill gas, pollutants, recultivation, aerobiotic bioremediation.

Согласно многочисленным исследованиям Московская область занимает лидирующую позицию в Российской Федерации по объему образования и захоронения твердых коммунальных отходов (ТКО). Так по информации Федеральной службы по надзору в сфере природопользования на территории города Москвы и Московской области в 2015 году образовалось 11,1 млн тонн твердых и прочих коммунальных отходов, при этом захоронению подверглось около 95% ТКО [1]. Кроме того, на территории Московского региона ежегодно образуется большое количество отходов строительства и сноса зданий, осадков сточных вод с очистных сооружений, а также промышленных,

медицинских, биологических и древесно-растительных отходов.

Несмотря на появление в Московском регионе сортировочных и отходоперерабатывающих производств, большая часть отходов Москвы и Московской области по-прежнему продолжает вывозиться на полигоны, карьеры и свалки Московской области. По состоянию на 1 января 2016 года на территории Московского региона действуют 23 полигона ТКО, остаточная вместимость которых составляет около 40 млн тонн. При таком объеме образования ТКО мощности действующих полигонов хватит на 3-4 года работы. [1]

В Чеховском районе Московской области расположен огромный полигон ТКО, который практически находится в черте города. По словам местных жителей, ещё в 2002 году на этом месте располагалось чистое озеро. В настоящее время – это огромная свалка, где обитают полчища крыс и летают огромные чайки, а в лесах вокруг полигона ТКО бездомные работники свалки оборудовали настоящие трущобы. Кроме этого, объемы поступающего мусора не только из г. Чехов и Чеховского района, но из соседних районов, значительно превышают расчетные, который составляют 164 тонн/сутки или 21 тонна/час (рис. 1, 2).



Рис. 1 – Реальные размеры Кулаковского полигона



Рис. 2 – Состояние «Кулаковского» полигона ТКО (данные на 01.11.15) [2]

Действующий полигон для захоронения коммунальных и приравненных к ним промышленных отходов «Кулаково» функционирует в отработанном карьере с 1966 года. На полигон доставляются твердые коммунальные отходы г. Чехова и других населенных пунктов региона, наиболее крупными поставщиками промышленных отходов являются Чеховский полиграфический комбинат, шинный регенераторный завод, мебельный комбинат и некоторые другие предприятия. Эксплуатация объекта была начата без предварительной инженерной подготовки основания площади складирования (без необходимой гидроизоляции) ТКО: промышленные отходы укладывались непосредственно на дно выработанного песчаного карьера.

Полигон расположен в западной части карьера, примерно в 5 км к югу от г. Чехова, в 200 м восточнее «старого» Симферопольского шоссе (М-2), в 500-600 м южнее деревни Манушкино (рис. 3). В нескольких километрах от полигона находится санаторий «Русское поле», на базе которого по Указу президента РФ в 2014 году [3] был создан лечебно-реабилитационный научный центр для детей с онкологическими и гематологическими заболеваниями. Кулаковский карьер в целом представляет собой выемку, сравнительно изометричной формы, шириной около 400 метров, вытянутую с запада на восток примерно на 850-900 метров. Глубина карьера по отношению к самому высокому, северо-восточному, борту колеблется в пределах 20-22 метров. Западная часть карьера, площадью 13,62 га, длительное время использовалась для складирования коммунальных отходов и в настоящее время заполнена практически до отметок естественного рельефа и выше, очень небольшой участок в восточной части свободен от отходов и покрыт выросшим уже после закрытия карьера лесом (берёза, осина, кустарники). Небольшой участок у центральной части карьера, у северного борта (треугольной формы), площадью примерно 2 га, относится к ранее рекультивированным землям. Здесь выполнены выполаживание борта, то есть снижение наклонной поверхности отвалов полигона до нормального угла по требованиям рекультивации ландшафта, и лесовосстановление – посадка сосны.

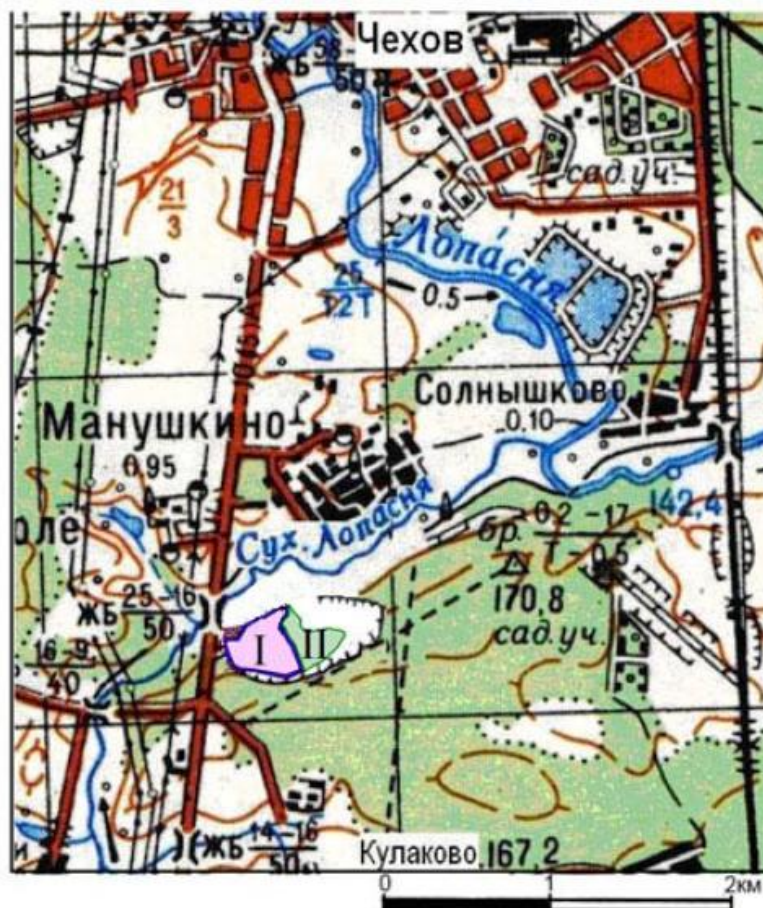


Рис. 3 – Административная схема размещения полигона ТКО «Кулаково»

- I - Участок, где планируется продление жизненного цикла и рекультивация полигона;
 II - Участок территории «обременения», находящийся в процессе рекультивации в соответствии с договором № П-06-12 ОАО «ПромЭкоТех» от 11.07.0214г. и сельским поселением Стремилдовское.

Общая площадь карьера в современном контуре составляет 26,92 га, в том числе:

- 13,62 га – территория действующего полигона (по земельному отводу);
- около 2 га – ранее рекультивированный участок карьера;
- 6,04 га – так называемая «территория обременения», т.е. территория складирования ТКО за пределами земельного отвода;
- 5,26 га – часть территории карьера, свободная от ТКО, частично покрытая растительностью в результате самозасорения.

Основными объектами негативного воздействия полигона ТКО «Кулаковский» на атмосферный воздух являются выбросы свалочного газа (метан – 2418,009 т/год, диоксид углерода – 39,396 т/год; сероводород – 0,028 т/год и

аммиак – 1,749 т/год), образующиеся при биодеструкции органической части отходов и обуславливающие неприятный запах в зоне воздействия, то есть около 500 м, а также выбросы продуктов сгорания топлива при работе транспорта и технике, занятой на технологических участках объекта. Данные о фоновых концентрациях этих веществ приведены в табл. 1.

Таблица 1 – Данные фоновых концентраций загрязняющих веществ

| Наименование вещества | Выбросы, т/г |
|-----------------------|--------------|
| Диоксид углерода | 3,569390 |
| Метан | 1,749000 |
| Сероводород | 0,003450 |
| Аммиак | 0,133000 |

На соседние поверхностные водные объекты негативно влияют загрязненные сточные воды (фильтрат), образующиеся при вымывании компонентов отходов из толщ свалочного тела с последующей горизонтальной миграцией в бассейн р. Сухой Лопасни. Такая ситуация стала возможной из-за недостаточного качественного выполнения проектных природоохранных мероприятий. В то же самое время, фильтрат оказывает негативное влияние на подземные воды при вертикальной фильтрации в первый от поверхности водоносный горизонт.

Негативное влияние полигона ТКО на почвенный покров выражается, прежде всего, в замусоривании и загрязнении почв. Замусоривание происходит из-за раздувания ветром содержимого полигона, а также в результате стихийного выброса мусора с автомашин. Ширина зоны замусоривания составляет от 100 до 500 метров. Согласно данным многих авторов [4,5,6], в результате раздувания пылевых частиц и водного стока с полигона, в почвах образуются техногенные ореолы токсичных микроэлементов: марганца, кобальта, меди, свинца, цинка и др., что было подтверждено результатами проведенных исследований (табл. 2). Как видно из таблицы, загрязнение почвы в радиусе нескольких сот метров достигает значений, превышающих фоновые в десятки раз.

Таблица 2 – Содержание загрязняющих веществ в почве

| Вещество | Содержание в почве, мг/кг | | Фон | ПДК | ОДК* |
|----------|---------------------------|-----------------------|-----|------|----------|
| | Минимальное значение | Максимальное значение | | | |
| Барий | 172 | 452 | 203 | - | - |
| Ванадий | 18 | 52 | 83 | 150 | - |
| Кадмий | <0,05 | 1 | 0,3 | | 1(2) |
| Кобальт | 4,7 | 107 | 7,2 | - | - |
| Марганец | 187 | 1099 | 900 | 1500 | - |
| Медь | 5,7 | 476 | 27 | - | 66(132) |
| Молибден | 0,1 | 2,6 | 1 | - | - |
| Мышьяк | 2 | 13 | 3 | 2 | 5(10) |
| Никель | 7,8 | 108 | 20 | - | 40(80) |
| Олово | 0,6 | 11 | 5,2 | - | - |
| Свинец | 7,9 | 270 | 26 | 32 | 65(130) |
| Стронций | 38 | 96 | 30 | - | - |
| Сурьма | <0,05 | 2,1 | 0,2 | 4,5 | - |
| Хром | 14 | 38 | 46 | - | - |
| Цинк | 36 | 187 | 50 | - | 110(220) |

Примечание: *ОДК для суглинистых и глинистых почв со значением $pH(KCl) < 5,5$, в скобках – при $pH(KCl) > 5,5$

Оценивая загрязнение почв с точки зрения опасности загрязнения подземных вод, можно сделать предположение, что в почвенном покрове в зоне влияния полигона ТКО будет формироваться вторичный источник загрязнения. В почве будут накапливаться повышенные количества таких элементов, как цинк, никель, свинец, марганец, хром, ванадий, олово, кобальт, причем как обычно и наблюдается при техногенном загрязнении, доля подвижных форм достаточно велика. Поступление данных элементов в подземные воды может осуществляться с инфильтрующимися, в особенности с кислыми, атмосферными осадками. Загрязнение почвенного покрова может происходить в результате поступления загрязнителей при распылении или с поверхностным стоком.

В настоящее время ведётся комплекс проектно-изыскательных работ по продлению жизненного цикла полигона и территории обременения и его рекультивации. Существует несколько возможных вариантов рекультивации Кулаковского полигона:

1) Вывоз накопленных отходов на другую территорию для дальнейшей вторичной переработки и захоронения неиспользуемых компонентов. В условиях Московского региона данный подход не возможен, так как отсутствуют

незагруженные полигоны подобной мощности и, наиболее важен тот факт, что после вскрытия места залегания ТКО в непосредственной близости от массовой жилой застройки может возникнуть загазованность жилого массива свалочным газом.

2) Использование дополнительного укрытия: специального защитного слоя из глинобитных материалов, полностью блокирующего диффузионный выход свалочного газа в атмосферу. Поверх защитного укрытия укладывается плодородный слой почвы и формируется естественный газон. Данный способ ремедиации является очень длительным, изменяет форму рельефа и, кроме этого, после проведения всех работ доступ граждан на данную территорию запрещается.

3) Применение технологии аэробной биоремедиации, которая позволяет в короткий срок полностью исключить процессы газообразования и образования фильтрата, перевести массу ТКО в стабильное и инертное состояние. В результате применения данной технологии формируется абсолютно экологически безопасная зона, пригодная для последующего использования в рекреационных целях.

Последний способ является наиболее эффективным. Аэробная биоремедиация представляет собой комплекс методов очистки вод, грунтов и атмосферы с использованием метаболического потенциала естественного биоценоза бактерий, растений, грибов, насекомых, червей и других микроорганизмов. Она предполагает перевод анаэробных процессов разложения органических компонентов, происходящих в теле полигона, в аэробные, конечными продуктами которого являются углекислый газ, вода и компост. Использование метода биоремедиации приводит к:

- устранению выделения парникового газа (метана) в свалочном газе и запаха гниения отходов;
- очищению дренажных вод;
- ускорению деструкции органической составляющей ТКО;
- устранению разноса ветром легких фракций и пыли;
- преобразованию анаэробной среды микроорганизмов в аэробную;
- продлению срока эксплуатации полигонов ТБО на несколько лет;
- уплотнению тела полигона (методом трамбовки);
- экономии земли или освобождению ее для различных направлений целевого использования.

Согласно проведенным расчетам по методике [7], в результате проведения биоремедиации концентрации метана, как основного и наиболее опасного компонента парниковых газов, может снизиться (при учете, что 95% метана будет утилизироваться) до 19,2 т/год.

В настоящее время данный способ биорекультивации уже успешно применяется на полигоне ТКО «Некрасовка» в Юго-Восточном районе города Москвы, где к 2017 году планируется превратить территорию свалки в рекреационную зону, на которой появится парк семейных развлечений [8].

Таким образом, технология аэробной биоремедиации является наиболее современным и целесообразным, с точки зрения защиты окружающей среды, способом рекультивации полигонов, однако вопрос экономической целесообразности применения этого метода остается открытым, так как требует учета конкретных природных, географических, климатических, технологических и социальных факторов в каждом конкретном случае.

Список литературы / References

1. Министерство экологии и природопользования Московской области информационный выпуск «О состоянии природных ресурсов и окружающей среды московской области в 2015 году» [Электронный ресурс] // – 2016. – URL: <http://mep.mosreg.ru/meropriyatia/analiticheskie-doklady-i-obzory-informatsionnogo-kharaktera-podgotovlennye-ministerstvom/> (дата обращения: 24.10.16).
2. Полякова Ю. Кулаковский полигон ТБО [Электронный ресурс] / Ю. Полякова // – 2016. – URL: <https://lenta.ru/articles/2016/07/27/greenshield> (дата обращения: 24.10.16).
3. ЛРНЦ «Русское поле» ФГБУ ФНЦ ДГОИ им. Дмитрия Рогачева» Минздрава России [Электронный ресурс] // – 2014. – URL: <http://lrnc.ru/news/21-torzhestvennoe-otkrytie-lrnts-russkoe-pole.html> (дата обращения: 24.10.16).
4. Плющ Л.В. Снижение техногенной нагрузки в районах складирования и захоронения отходов добычи и переработки минерального сырья / Л.В. Плющ [Электронный ресурс] // – 2006. – URL: http://www.giab-online.ru/files/Data/2006/10/10_Plyushch10.pdf (дата обращения: 24.10.16).
5. Пашкевич М.А. Техногенные массивы и их воздействие на окружающую среду / М.А. Пашкевич – СПб: Наука, 2000. – 230 с.
6. Ерошина Д.М. Экологические аспекты захоронения твердых коммунальных отходов на полигонах / Д.М. Ерошина, В.В. Ходин, В.С. Зубрицкий – Минск: Бел НИЦ «Экология», 2010. – 152 стр., ил.
7. Российская Федерация. Справочное руководство по проведению добровольной инвентаризации объема выбросов парниковых газов в субъектах Российской Федерации [принят Министерством природных ресурсов и экологии России 16.04.2015] [Электронный ресурс] // – 2015. – URL: <http://www.mnr.gov.ru/regulatory/detail.php?ID=140995> (дата обращения: 24.10.16).
8. Перепечко А. Некрасовка: как можно преобразить полигон ТБО [Электронный ресурс] / А. Перепечко // – 2015. – URL: <http://ekogradmoscow.ru/novosti/nekrasovka-kak-mozhno-preobrazit-poligon-tbo> (дата обращения: 24.10.16).

Список литературы на английском языке / References in English

1. Ministerstvo jecologii i prirodnopol'zovaniya Moskovskoj oblasti informacionnij vipusk "O sostojanii prirodnih resyrsov i okružhajushhej sredy Moskovskoj oblasti v 2015 gody" [The Ministry of environment and natural management of Moscow region news release "On the state of natural resources and the environment of the Moscow region in 2015"] [Electronic resource] – 2016. – URL: <http://mep.mosreg.ru/meropriyatia/analiticheskie-doklady-i-obzory-informatsionnogo-kharaktera-podgotovlennye-ministerstvom/> (accessed: 24.10.16). [in Russian]
2. Poljakova Ju. Kulakovskij polygon TBO [Kulakovskii SDW landfill] [Electronic resource] / Ju. Poljakova // – 2016. – URL: <https://lenta.ru/articles/2016/07/27/greenshield> (accessed: 24.10.16). [in Russian]

3. LPNC "Russkoe pole" FGBU FNKC DGOU im. Dmitrija Rogachjova" Minzdrav Rossii [MTRC of "Russian field" FSBI Federal Research Center of Pediatric Hematology, Oncology and Immunology of Dmitry Rogacheva" The RF Ministry of health] [Electronic resource] // – 2014. – URL: <http://lrnc.ru/news/21-torzhestvennoe-otkrytie-lrnts-russkoe-pole.html> (accessed: 24.10.16). [in Russian]

4. Pljushh L. V. Snizhenie tehnologicheskoy nagruzki v rajone skladirovaniya i zahoroneniya othodov dobichi i pererabotki mineral'nogo sir'ya [The reducing the anthropogenic impact in the areas of storage and waste disposal from the mining and processing of mineral raw materials] [Electronic resource] // – 2006. – URL: http://www.giab-online.ru/files/Data/2006/10/10_Plyushch10.pdf (accessed: 24.10.16). [in Russian]

5. Pashkevich M. A. Tehnogennye massivy i ih vozdeystviya na okruzhajushhuju sredy [Technogenic masses and their impact on the environment] / M. A. Pashkevich – SP: Nauka, 2000. – 230 p. [in Russian]

6. Eroshina V.S. Jekologicheskie aspekty zahoronenija tverdyh kommunal'nyh othodov na poligonah [Environmental aspects of disposal of solid domestic waste in landfills] / D.E. Eroshina, V.V. Hodina, V.S. Zubrickij – Minsk: Bel NIC "Ecologija" [Belarusian Research Center "Ecology"], 2010. – 152 p. il. [in Russian]

7. Rossijskaja Federacija. Spravochnoe rukovodstvo po provedeniju dobrovol'noj inventarizacii vibrosov parnikovyh gazov v sub'ektah Rossijskoj Federacii [prinjat Ministerstvom prirodnyh resyrsov i jecologii Rossii 16.04.2015] [Russian Federation. Reference Manual for the voluntary inventory of greenhouse gas emissions in the Russian Federation] [adopted by the Natural Resources and Ecology Ministry of Russia 04.16.2015] [Electronic resource] // – 2015. – URL: <http://www.mnr.gov.ru/regulatory/detail.php?ID=140995> (accessed: 24.10.16). [in Russian]

8. Perepechko A. Nekrasovka: kak mozno preobrazit' polygon TBO [Nekrasovka: how to transform the SDW landfill] [Electronic resource] / A. Perepechko // – 2015. – URL: <http://ekogradmoscow.ru/novosti/nekrasovka-kak-mozhno-preobrazit-polygon-tbo> (accessed: 24.10.16). [in Russian]

DOI: 10.18454/IRJ.2016.54.228

Плиско Л.Г.¹, Пакуль В.Н.²

¹ORCID: 0000-0001-7094-9746 младший научный сотрудник,

Кемеровский научно-исследовательский институт сельского хозяйства - филиал СФНЦА РАН

²ORCID: 0000-0003-0681-6773 доктор сельскохозяйственных наук,

Кемеровский научно-исследовательский институт сельского хозяйства - филиал СФНЦА РАН,

ФГБУ ВПО Кемеровский государственный сельскохозяйственный институт

АДАПТИВНАЯ СПОСОБНОСТЬ И СТАБИЛЬНОСТЬ СОРТОВ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Аннотация

Повышение адаптивности сортов яровой мягкой пшеницы позволит увеличить урожайность культуры в жёстких агроклиматических условиях Западной Сибири. Для решения данной задачи важную роль играет подбор исходного материала для конкретной зоны. Поэтому целью проводимых исследований является оценка образцов коллекции ВИР яровой мягкой пшеницы по их экологической пластичности и стабильности в условиях северной лесостепи Западной Сибири. Исследования проведены в Кемеровском НИИИСХ-филиале СФНЦА РАН.

В результате комплексной оценки сортов по параметрам экологической пластичности выделены перспективные генотипы интенсивного типа, с высокой пластичностью и стабильностью: PT-741(к- 64477), $b_i = 1,01$, $Si^2 = 0,25$, Алтайский Простор (к-64454), $b_i = 1,02$, $Si^2 = 0,30$, полунинтенсивные, со средней пластичностью и высокой стабильностью: Алтайская 100 (к=54661), $b_i = 0,82$, $Si^2 = 0,28$, AC Cadillac (к=64565), $b_i = 0,80$, $Si^2 = 0,42$, Омская 36 (к-64667), $b_i = 0,62$, $Si^2 = 0,42$, сорт стандарт Сибирский Альянс (Барнаул, Кемерово), $b_i = 0,66$, $Si^2 = 0,54$, Удача (к-64372), $b_i = 0,86$, $Si^2 = 0,57$, Омская 24 (к-64118), $b_i = 0,46$, $Si^2 = 0,34$. Выделившиеся образцы используются в селекционной программе института на повышение общей адаптивности яровой мягкой пшеницы, для создания новых агроэкологических специализированных сортов.

Ключевые слова: яровая мягкая пшеница, коллекционный питомник, коэффициент регрессии, экологическая пластичность, теоретическая урожайность, стабильность.

Plisko L.G.¹, Pakul V.N.²

¹ORCID: 0000-0001-7094-9746, junior researcher, Kemerovo research institute of agriculture - branch SFNZA RAHN,

²ORCID: 0000-0003-0681-6773, PhD in Agriculture,

Kemerovo research institute of agriculture - branch SFNZA RAHN,

Federal State Budgetary Institution VPO Kemerovsky state agricultural institute

ADAPTIVE ABILITY AND STABILITY OF GRADES OF SPRING-SOWN SOFT FIELD IN THE CONDITIONS OF WESTERN SIBERIA.

Abstract

Increase in adaptability of grades of spring-sown soft field will allow to increase productivity of culture in severe agroclimatic conditions of Western Siberia. For the solution of this task an important role is played by selection of initial material for a concrete zone. Therefore the purpose of the conducted researches is assessment of samples of the VIR collection of spring-sown soft field on their ecological plasticity and stability in the conditions of the northern forest-steppe of Western Siberia. Researches are conducted in the Kemerovo NIISH-branch SFNZA RAHN. As a result of complex assessment of grades in parameters of ecological plasticity perspective genotypes of intensive type, with high plasticity and stability are allocated: PT-741 (to - 64477), $b_i = 1,01$, $Si^2 = 0,25$, the Altai Scope (to-64454)), $b_i = 1,02$, $Si^2 = 0,30$, semi-intensive, with average plasticity and high stability: Altai 100 (to =54661), $b_i = 0,82$, $Si^2 = 0,28$, AC Cadillac (to =64565), $b_i = 0,80$, $Si^2 = 0,42$, Omsk 36 (to =64667), $b_i = 0,62$, $Si^2 = 0,42$, sort standard Siberian Alliance (Barnaul, Kemerovo), $b_i = 0,66$, $Si^2 = 0,54$, Uдача (to =64372), $b_i = 0,86$, $Si^2 = 0,57$, Omsk 24 (to =64118), $b_i = 0,46$, $Si^2 = 0,34$. The selected samples are used in the selection program of the institute for increasing the overall adaptability of spring-sown soft wheat, for the creation of new agroecological specialized varieties.

0,42, Omsk 36 (to-64667), $b_i = 0,62$, $Si_2 = 0,42$, a grade the standard Siberian Alliance (Barnaul, Kemerovo), $b=0,66$, $Si_2=0,54$, Good luck (to-64372), $b = 0,86$, $Si_2 = 0,57$, Omsk 24 (to-64118), $b = 0,46$, $Si_2 = 0,34$. The allocated samples are used in the selection program of institute on increase in the general adaptability of spring-sown soft field, for creation of new agroecological specialized grades.

Keywords: spring-sown soft field, collection nursery, regression coefficient, ecological plasticity, theoretical productivity, stability.

Яровая мягкая пшеница имеет наибольшее распространение из зерновых культур во всех регионах России [1, С. 161].

Урожайность зерновых культур в значительной степени определяется потенциалом возделываемых сортов [2, С.25].

Бесспорно, что среди набора сортов наиболее ценными для производителя будут те, которые имеют более высокий средний уровень урожайности и качества зерна и в то же время меньший размах колебаний признаков в меняющихся условиях выращивания, то есть будут более пластичными [3, С. 270].

Оценка сортов по экологической пластичности представляет интерес для селекции при их районировании. Ускоренная и объективная оценка сортов по параметрам экологической пластичности может быть достигнута путем их изучения в резко контрастных условиях среды. Одной из особенностей лучших современных сортов является сочетание в них высокой продуктивности с относительной устойчивостью урожая в варьирующих условиях выращивания [4, С. 128].

Использование адаптивных сортов в органическом земледелии имеет преимущество [5, С.11]. Высокая урожайность не всегда имеет первостепенное значение [6, С. 5], необходима её стабильность при изменяющихся факторах внешней среды [7, С.8].

Сорта яровой пшеницы могут в большей степени реализовать свой потенциал, когда они созданы в конкретных почвенно-климатических условиях [8, С.66].

Цель исследований заключается в проведении оценки адаптивных свойств образцов яровой мягкой пшеницы из мировой коллекции ВИР в условиях Западной Сибири.

Исследования были проведены 2010-2015 гг. в Кемеровском НИИСХ - филиале СФНЦА РАН.

Объекты исследований – 143 образца яровой мягкой пшеницы из мировой коллекции ВИР.

Неблагоприятные условия влагообеспеченности и температурного режима для формирования урожайности яровой мягкой пшеницы сложились в годы исследований (2010, 2011, 2014, 2015), гидротермический коэффициент в критический период роста и развития (кущение-выход в трубку) составил 0,46-0,95, присутствовала почвенная и воздушная засуха.

Наиболее благоприятные условия в период цветение-восковая спелость отмечены в 2010 и 2014 гг., что положительно сказалось на продуктивности яровой мягкой пшеницы, ГТК = 1,1-2,6 соответственно.

Пластичности сортов уделяется большое внимание при выращивании их в производственных условиях [9, С.168].

Средняя урожайность за годы исследований 2010-2015 гг. по коллекционному питомнику яровой мягкой пшеницы составила – 112,0 г/м². Наиболее высокую среднюю урожайность сформировали образцы: Карабалыкская 98 (к-64702, Казахстан)-152,6 г/м², Эскада 70 (к-64547, Ульяновская область) – 155,8 г/м², Степная 15 (к-64559, Казахстан) – 153,8 г/м², сорт стандарт Сибирский Альянс (Алтай, Кемерово) – 107,9 г/м² (рис. 1).

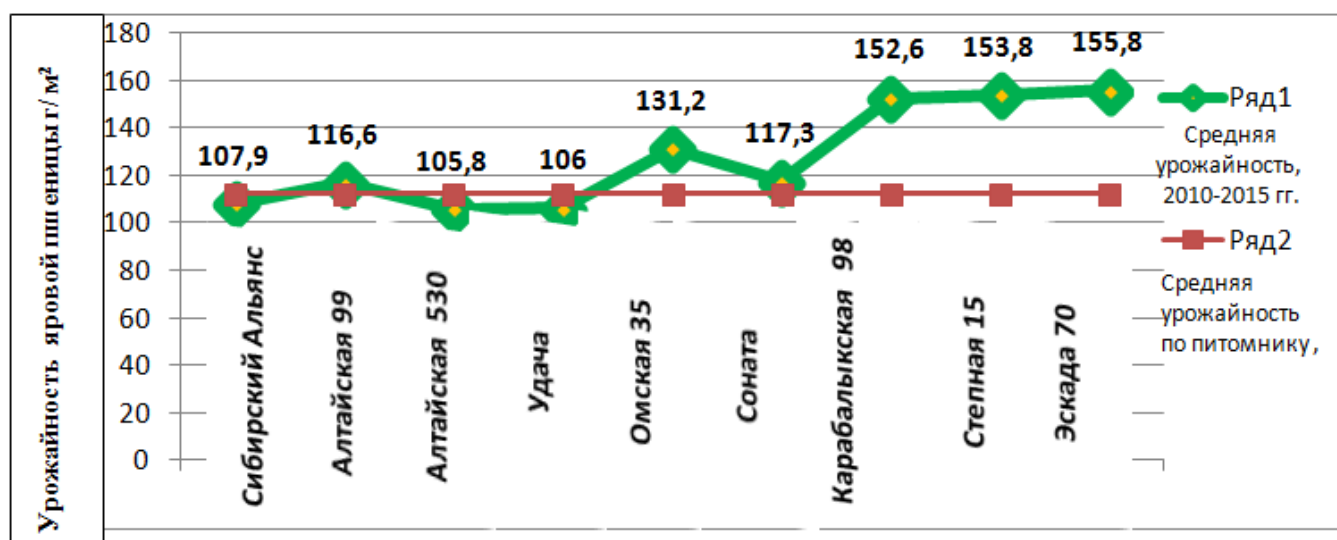


Рис. 1 – Урожайность сортов яровой мягкой пшеницы, 2010-2015 гг.

Ведущим направлением в селекции яровой пшеницы является сохранение урожайности сорта в жестких агроклиматических условиях [10, С.271].

В неблагоприятных условиях, но высокой урожайности сортов, меньше их различия по отрицательным факторам [11, С.48].

За 2010-2015 гг. доля влияния генотипа на урожайность образцов яровой мягкой пшеницы в коллекционном питомнике составила 16,3%, в большей степени повлияли условия года (фактор среда) – 21,7 %.

На основании, проведённых расчётов по методике S.A. Eberchart и W.A. Russel [12, С.37], индексы условий среды - подтверждают менее жёсткие условия в период вегетации в 2014 и в 2010 гг., $I_j = 19,0-111,5$ (табл. 1).

Таблица 1 – Отзывчивость яровой мягкой пшеницы на изменения условий среды

| № п/п | № ВИРА | Название | Урожайность по годам, г/м ² | | | | ΣY_i | Y_i | b_i |
|-------|----------|-------------------|--|---------------|---------------|---------------|---------------|-------|-------|
| | | | 2010 | 2011 | 2014 | 2015 | | | |
| 1 | стандарт | Сибирский Альянс | 119,0 | 107,0 | 133,0 | 72,5 | 431,5 | 107,9 | 0,660 |
| 2 | 64477 | РТ-741 | 156,0 | 70,0 | 82,0 | 42,8 | 350,8 | 87,7 | 1,001 |
| 3 | 64565 | АС Cadillac | 115,6 | 43,6 | 125,0 | 40,2 | 324,4 | 81,1 | 0,805 |
| 4 | 64454 | Алтайский Простор | 168,5 | 46,0 | 86,5 | 71,8 | 372,8 | 93,2 | 1,02 |
| 5 | 54456 | Алтайская 99 | 348,0 | 34,0 | 32,5 | 51,9 | 466,4 | 116,6 | 2,34 |
| 6 | 54661 | Алтайская 100 | 134,0 | 104,4 | 80,0 | 35,2 | 353,6 | 88,4 | 0,82 |
| 7 | 54662 | Алтайская 530 | 96,0 | 137,0 | 155,0 | 35,0 | 423,0 | 105,8 | 0,59 |
| 8 | 64372 | Удача | 128,0 | 68,0 | 168,0 | 60,0 | 424,0 | 106,0 | 0,86 |
| 9 | 64118 | Омская 24 | 92,5 | 84,0 | 123,5 | 82,0 | 382,0 | 95,5 | 0,46 |
| 10 | 64459 | Омская 35 | 148,5 | 158,0 | 172,5 | 45,9 | 524,9 | 131,2 | 0,93 |
| 11 | 64667 | Омская 36 | 97,0 | 108,0 | 137,0 | 32,2 | 374,2 | 93,6 | 0,62 |
| 12 | 64691 | Соната | 137,0 | 92,0 | 155,0 | 85,0 | 469,0 | 117,3 | 0,795 |
| 13 | 64702 | Карабелыкская 98 | 199,0 | 46,8 | 187,0 | 177,5 | 610,3 | 152,6 | 1,08 |
| 14 | 64559 | Степная 15 | 230,0 | 142,0 | 178,0 | 65,0 | 615,0 | 153,8 | 1,49 |
| 15 | 64358 | Биора | 95,0 | 60,0 | 200,0 | 60,0 | 415,0 | 103,8 | 0,67 |
| 16 | 64547 | Эскада 70 | 310,0 | 152,0 | 80,0 | 81,0 | 623,0 | 155,8 | 1,88 |
| | | ΣY_i | 3574,1 | 1452,8 | 2095,0 | 1038,0 | 7159,9 | | |
| | | Y_i | 223,4 | 90,8 | 131,0 | 64,9 | 112,0 | | |
| | | I_j | 111,5 | -21,1 | 19,0 | -47,0 | | | |

Максимальная урожайность яровой мягкой пшеницы в среднем по коллекционному питомнику получена в 2010 г. – 223,4 г/м², отмечены два сорта: Эскада 70 (к-64547, Ульяновская область) – 310 г/м², Алтайская 99 (к-54456) – 348 г/м².

Понятие "пластичность" и "стабильность" характеризуют потенциал модификационной и генотипической изменчивости отдельных признаков и видов растений. Пластичность, то есть способность к изменчивости признаков, а также и стабильность их под действием экологических факторов, считается неотъемлемым и необходимым свойством адаптивности [13, С. 11].

Отзывчивость на изменения условий среды оценивалась по коэффициенту регрессии – b_i . Отмечены сорта которые при благоприятных условиях формируют значительно выше урожайность в сравнении с средним показателем по опыту, это Степная 15 (к-64559, Казахстан) – $b_i = 1,49$, Эскада 70 (к-64547, Ульяновская область) – $b_i = 1,88$, Алтайская 99 (к-54456) – $b_i = 2,34$, но при этом стабильность у данных образцов низкая. При расчёте теоретической урожайности и отклонения от фактического показателя, определён коэффициент стабильности – S_i (табл. 2). Сорта, имеющие среднюю отзывчивость на условия произрастания ($b_i = 0,67-1,08$), но не сохраняющие стабильности при формировании урожайности ($S_i^2 = 0,80-1,95$) в меньшей степени представляют интерес, как источники в селекционном процессе яровой мягкой пшеницы. В данную группу вошли образцы: Омская 35 (к-64459), Соната (к-64691), Карабелыкская 98 (к-64702), Биора (к-64358).

Таблица 2 – Теоретическая урожайность образцов яровой мягкой пшеницы

| № п/п | № ВИРА | Название | Отклонение по урожайности | | | | S_i^2 |
|-------|----------|-------------------------|---------------------------|-------|--------|-------|---------|
| | | | 2010 | 2011 | 2014 | 2015 | |
| 1 | стандарт | Сибирский Альянс | 62,49 | -12,2 | -12,56 | 4,38 | 0,54 |
| 2 | 64477 | РТ-741 | 43,86 | -3,42 | 24,02 | -2,77 | 0,25 |
| 3 | 64565 | АС Cadillac | 55,26 | 2051 | -28,6 | 3,4 | 0,42 |
| 4 | 64454 | Алтайский Простор | 39,0 | 26,0 | 26,0 | 3,0 | 0,30 |
| 5 | 54456 | Алтайская 99 | 30,0 | 34,0 | 129,5 | -49,0 | 2,14 |
| 6 | 54661 | Алтайская 100 | 42,0 | -41,0 | 20,0 | -11,0 | 0,28 |
| 7 | 54662 | Алтайская 530 | 76,0 | 44,0 | -38,0 | 43,0 | 1,28 |
| 8 | 64372 | Удача | 61,0 | 20,0 | -45,0 | 5,58 | 0,57 |
| 9 | 64118 | Омская 24 | 55,0 | 1,79 | -20,0 | -9,0 | 0,34 |
| 10 | 64459 | Омская 35 | 87,0 | 2,0 | 19,26 | -8,12 | 0,80 |

Окончание табл. 2 – Теоретическая урожайность образцов яровой мягкой пшеницы

| № п/п | № ВИРА | Название | Отклонение по урожайности | | | | Si ² |
|-------|--------|------------------|---------------------------|--------|--------|--------|-----------------|
| | | | 2010 | 1011 | 2014 | 2015 | |
| 11 | 64667 | Омская 36 | 39,46 | -27,48 | -31,62 | 32,26 | 0,42 |
| 12 | 64691 | Соната | 68,94 | 8,53 | -22,59 | -5,07 | 1,01 |
| 13 | 64702 | Карабелыкская 98 | 83,85 | 82,2 | -13,68 | -75,46 | 1,95 |
| 14 | 64559 | Степная 15 | 89,93 | -19,64 | -3,91 | 20,77 | 0,90 |
| 15 | 64358 | Биора | 83,51 | 29,66 | -83,28 | 12,31 | 1,5 |
| 16 | 64547 | Эскада 70 | 229,89 | -35,87 | 112,52 | -13,56 | 6,74 |

Выделены полуинтенсивные генотипы, которые в средней степени реагируют на условия внешней среды (b_i стремится к единице), и имеют высокую стабильность урожайности (Si^2 стремится к нулю): Алтайская 100 ($k=54661$), $b_i=0,82$, $Si^2=0,28$, AC Cadillac ($k=64565$), $b_i=0,80$, $Si^2=0,42$, Омская 36 ($k=64667$), $b_i=0,62$, $Si^2=0,42$, сорт стандарт Сибирский Альянс (Барнаул, Кемерово), $b_i=0,66$, $Si^2=0,54$, Удача ($k=64372$), $b_i=0,86$, $Si^2=0,57$, Омская 24 ($k=64118$), $b_i=0,46$, $Si^2=0,34$.

Наибольшую ценность представляют образцы яровой мягкой пшеницы из у которых $b_i > 1$, а Si^2 (коэффициент стабильности) стремится к нулю, такие сорта являются интенсивными. Наиболее приближены к данным параметрам два образца из коллекционного питомника: РТ-741($k=64477$), $b_i=1,01$, $Si^2=0,25$, Алтайский Простор ($k=64454$), $b_i=1,02$, $Si^2=0,30$.

Таким образом, выделены источники ценных признаков из мировой коллекции ВИР яровой мягкой пшеницы: со средней пластичностью и высокой стабильностью – 8 образцов, с высокой пластичностью и стабильностью – 2 образца. Образцы имеющие высокую пластичность (Степная 15 ($k=64559$, Казахстан) – $b_i=1,49$, Эскада 70 ($k=64547$, Ульяновская область) – $b_i=1,88$, Алтайская 99 ($k=54456$) – $b_i=2,34$), также имеют высокую селекционную ценность для создания сортов интенсивного типа, которые могут быть использованы в хозяйствах с высокой культурой земледелия и достаточными материально-техническими ресурсами, позволяющими реализовать их потенциальную урожайность.

Список литературы / References

1. Гончаров Н.П. Происхождение, доместикация и эволюция пшениц [Происхождение и распространение яровой мягкой пшеницы] / Н.П. Гончаров, Е.Я. Кондратенко // Вестник ВОГиС. 2008. – Том 12. – №1/2. – С. 159-179.
2. Корзун О.С., Бруйло А.С. Адаптивные особенности селекции и семеноводства сельскохозяйственных растений : пособие. – Гродно : ГАУ. 2011. – 140 с.
3. Вавилов, Н.И. Избранные труды. – М.: Колос. 1966. – 588 с.
4. Риклефс Р. Основы общей экологии. М. – 1979. – 424 с.
5. Жученко А.А. Возможности создания сортов и гибридов растений с учетом изменения климата / Стратегия адаптивной селекции полевых культур в связи с глобальным изменением климата. – Саратов: ООО «Сателит». – 2004. – С. 10-16.
6. Гончаров П.Л. Слагаемые успеха селекции растений // Актуальные задачи селекции и семеноводства сельскохозяйственных растений на современном этапе: Докл. и сообщ. IX генетико-селекц. школы. – Новосибирск. – 2005. – С. 3-13.
7. Зыкин В.А., Мешков В.В. Селекция яровой мягкой пшеницы на устойчивость к отрицательным абиотическим факторам в условиях Западной Сибири // Селекция засухоустойчивых, среднеспелых и скороспелых зерновых культур. – Новосибирск. – 1982. – С. 3-14.
8. Смально А.А. Экологические характеристики сорта и их практическое использование // Науч.-техн. бюл. Всесоюз. селекц.-генет. ин-та. – Одесса. – 1983. – Вып. 1 (47). – С. 66-68.
9. Вавилов Н.И. Избранные труды. – М.: Колос. – 1966. – 588 с.
10. Жученко А.А. Стратегия адаптивной интенсификации сельскохозяйственного производства: Роль науки в повышении эффективности растениеводства. Урсул. – К.: Штиинца. – 1983. – 304 с.
11. Алабушев А. В. Адаптивный потенциал сортов зерновых культур // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2013. – №2(6). – С.47-51.
12. Eberchart S.A. и Russel W.A. Stability parameters for comparing varieties // Crop Sci. – 1966. – Vol. 6. – № 1. – P. 36-40.
13. Валекжанин В.С., Коробейников Н.И. Адаптивность сортов и линий яровой мягкой пшеницы по урожайности и элементам ее структуры в условиях Приобской лесостепи Алтайского края // Вестник Алтайского университета. – 2012. – № 6 (92). – С.10-14.

Список литературы на английском языке / References in English

1. N. P. Proiskhozhdeniye's potters, domestikation and evolution of wheat [Origin and distribution of spring-sown soft field] / N. P. Goncharov, E. Ya. Kondratenko//Messenger ВОГиС. [Research Vavilovsky magazine of genetics and selection]. 2008. – Volume 12. – No. 1/2. – Page 159 - 179. [in Russian]
2. Korzun O. S., Bruylo Ampere-second. Adaptive features of selection and seed farming of agricultural plants [Potential productivity of crops in various conditions of cultivation] O. S. Korzun., A. S. Bruylo//[Metoichesky benefit of the State agricultural university in Grodno]. – Grodno: GAU. 2011. – 140 pages [in Russian]
3. Vavilov N. I. The chosen works [Sources of valuable signs on plasticity] / N. I. Vavilov//[Scientific works] of M.: Ear. 1966. – 588 pages [in Russian]
4. River Riklifs. Fundamentals of general ecology [Assessment of grades on high productivity in a combination to stability]/R. Riklifs M. [Metoichesky benefit] – 1979. – 424 pages [in Russian]

5. Zhuchenko A. A. Possibilities of creation of grades and hybrids of plants taking into account climate change [The strategy of adaptive selection of field cultures in connection with global climate change] / A. A. Zhuchenko [Monograph] – Saratov: LLC Satelit. – 2004. – Page 10-16. [in Russian]
6. P. L. Slagayemye's potters of success of selection of plants [Value of high productivity in production] / P. L. Goncharov//Urgent tasks of selection and seed farming of agricultural plants at the present stage [Reports and messages IX of genetiko-selection school]. – Novosibirsk. – 2005. – Page 3-13. [in Russian]
7. Zykin V. A., Meshkov V. V. Selection of spring-sown soft field on resistance to negative abiotic factors in the conditions of Western Siberia [Stability of productivity in case of the changing factors of the external environment] / V. A. Zykin, V. V. Meshkov//Selection of drought-resistant, mid-season and early grain crops. [Materials of the international scientific and practical conference]. – Novosibirsk. – 1982. – Page 3-14. [in Russian].
8. Smalko A. A. Ecological characteristics of a grade and their practical use [The characteristic of grades on ecological plasticity] / Smalko A. A. The scientific and technical bulletin All-Union seleksionno – genetic institute [A collection of works All-Union seleksionno – genetic institute]. – Odessa. – 1983. – Issue 1 (47). – Page 66-68. [in Russian]
9. Vavilov N. I. The chosen works [Plasticity of grades when using in production] / N. I. Vavilov//[Scientific works] of M.: Ear. 1966. – 588 pages [in Russian]
10. Zhuchenko A. A. The strategy of an adaptive intensification of agricultural production [Selection of spring-sown field in severe agroclimatic conditions of Kazakhstan] / A. A. Zhuchenko//a science Role in increase in efficiency of crop production [Materials of the international scientific and practical conference]. Ursule. – To.: Shtiintsa. – 1983. – 304 pages [in Russian].
11. Alabushev A. V. Adaptive potential of grades of grain crops [Contrast of negative factors and obtaining high productivity of grain crops] A. V. Alabushev//Leguminous and krupyany cultures. [The all-Union research magazine] – 2013. – No. 2(6). – Page 47-51. [in Russian].
12. Eberchart S.A. и Russel W.A. Stability parameters for comparing varieties // Crop Sci. – 1966. – Vol. 6. - № 1. – P. 36-40.
13. Valekzhanin V. S., Pedlars N. I. Adaptivnost of grades and lines of spring-sown soft field on productivity and elements of its structure in the conditions of the Ob forest-steppe of Altai Krai [Modification and genotipichesky variability of separate signs] / V. S. Valekzhanin, N. I. Korobeynikov//the Messenger of the Altai university [A collection of works of the Altai state university]. – 2012. – No. 6 (92). – Page 10-14. [in Russian].

DOI: 10.18454/IRJ.2016.54.208

Сычева О.В.

ORCID: 0000-0001-8885-7508 Доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Ставропольский государственный аграрный университет

СТАЖИРОВКА КАК ЭЛЕМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛИЗМА КАДРОВ**Аннотация**

Система менеджмента безопасности пищевой продукции (СМБП) в настоящее время на многих предприятиях уже работает, при этом она находится в постоянном развитии и совершенствовании. Для этого нужны подготовленные специалисты.

Ставропольский госагроуниверситет в рамках ведомственной целевой программы «Повышение квалификации инженерно-технических кадров на 2015–2016 годы» по направлению «Разработка, внедрение и поддержание системы менеджмента безопасности пищевой продукции, основанной на принципах HACCP» организовал для слушателей стажировку в Германию совместно с партнером - «Международная Академия управления и технологий «INTAMT».

Стажировка на ведущих (отечественных или зарубежных) предприятиях пищевой индустрии является важным элементом программы. Цель стажировки – получить практический опыт и профессиональные компетенции по актуальным вопросам рационального подхода к созданию, поддержанию и совершенствованию системы менеджмента безопасности пищевой продукции, основанной на принципах HACCP. Стажировка призвана показать специалистам нюансы системы HACCP, которые трудно воспринимаются в процессе теоретического обучения. В результате инженерно-технический персонал приобретает практический опыт по организации и выполнению мероприятий по обеспечению качества продукции на основе функционирования СМБПП HACCP.

Ключевые слова: стажировка, повышение квалификации, система менеджмента безопасности, принципы HACCP

Sycheva O. V.

ORCID: 0000-0001-8885-7508 PhD in Agriculture, Professor

Stavropol State Agrarian University, Stavropol, Russia

INTERNSHIP AS PART OF IMPROVING THE PROFESSIONALISM OF THE STAFF**Abstract**

Safety management system of food production (SMSFP) currently already operating in many enterprises, while it is in constant development and improvement. This requires trained professionals.

Stavropol State Agrarian University within the departmental target program «Advanced training of engineering and technical personnel in the years 2015-2016» in the direction of training «Development, implementation and maintenance of the food safety management system based on the principles of HACCP» arranged for listeners training in Germany jointly with the partner - «International Academy of Management and Technology «INTAMT».

Internships at leading (domestic or foreign), companies of the food industry is an important element of the program. The purpose of the internship - to gain practical experience and professional competence on actual issues of a rational approach to the creation, maintain and improve the food safety management system, based on the principles HACCP. Internships should show for specialists nuances of the system HACCP, which are difficult are perceived in the process of theoretical training. As a result, engineering and technical personnel acquired practical experience in organizations and execution measures to ensure the quality of products on the basis of the functioning SMSFP HACCP.

Keywords: apprenticeship, training, safety management system, HACCP.

Доктрина продовольственной безопасности РФ, утвержденная указом Президента России пять лет назад (2012 г.), является основой государственной политики в сфере аграрно-промышленного комплекса и продовольствия. В частности, разрабатываются и принимаются технические регламенты, направленные на обеспечение безопасности продуктов питания. Все они гармонизированы с европейскими директивами. В перспективе такой подход открывает перед производителями пищевых продуктов реальные возможности для осуществления экспортных операций.

В настоящее время, согласно ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции», обязательным требованием для всех предприятий пищевой индустрии является наличие системы менеджмента безопасности, основанной на принципах HACCP (в английской транскрипции HACCP – Hazard Analysis and Critical Control Points – анализ рисков и критических контрольных точек). Данный метод определяет системный подход к процессу производства продуктов питания, выявлению возможных факторов риска химического, физического и биологического происхождения, их анализ и контроль [3, С. 29].

Цель этой системы – выявление и идентификация рисков загрязнения продуктов питания и их устранение на всех звеньях цепочки «от поля к столу», то есть от сырья до готового продукта, включая технологический процесс его получения.

В соответствии с указанным техрегламентом, производитель должен разработать, внедрить и не только соблюдать, но и совершенствовать процедуры, основанные на принципах HACCP. Без такой системы предприятие-производитель не сможет подтверждать соответствие выпускаемой продукции требованиям безопасности [4, С. 248].

В этой связи следует уяснить, что, с одной стороны, обеспечение безопасности выпускаемой продукции всегда существовало на любом пищевом предприятии, и поэтому система HACCP не является чем-то необычным и абсолютно новым.

Однако, с другой стороны, HACCP имеет ряд особенностей, в частности, скрупулезное внимание к мелочам, которые кажутся элементарными, постоянное обучение всего персонала, занятого в производстве продукта, что делает обеспечение безопасности пищевых продуктов прочно укоренившейся практикой, надежные системы качества для контроля безопасности производственных процессов, документирование всех процедур, внутренних аудит и др., которые не сразу воспринимаются с должным осмыслением [2, С. 93].

Раньше не было обязательным требованием, что организации должны сами разработать процедуры, а именно, внутренние документы: политику обеспечения безопасности, стандарты организации, инструкции. В свете нынешнего подхода предприятие должно прописать, каким образом оно обеспечивает безопасность продукции для потребителя. Поэтому система менеджмента безопасности пищевой продукции (СМБП) в настоящее время на многих предприятиях уже работает, при этом она находится в постоянном развитии и совершенствовании. Для этого нужны подготовленные специалисты. Один из видов подготовки – дополнительное профессиональное образование, которое дает возможность повышения квалификации. Подобное образование позволяет достигнуть более высокого уровня знаний, вследствие чего повышается оклад на месте трудоустройства [1, С. 150].

Необходимость создания условий обеспечения безопасности пищевых продуктов, то есть эффективной СМБП по всей цепи: «от поля до прилавка» является очевидной и обуславливает актуальность повышения квалификации работников пищевых предприятий по программе «Разработка, внедрение и поддержание системы менеджмента безопасности пищевой продукции, основанной на принципах HACCP», что подтверждается заявками работодателей.

Поэтому, имея опыт проведения курсов повышения квалификации по этой программе, Ставропольский ГАУ стал участником ведомственной (Минобрнауки России) целевой программы «Повышение квалификации инженерно-технических кадров на 2015–2016 годы» по направлению «Разработка, внедрение и поддержание системы менеджмента безопасности пищевой продукции, основанной на принципах HACCP».

Реализация этой программы направлена на получение слушателями актуальной информации в области менеджмента безопасности продуктов питания, стандарта ИСО 22000/HACCP, а также совершенствование их профессиональных компетенций и навыков, необходимых для производственной деятельности, и повышение профессионального уровня в рамках имеющейся квалификации.

Значение квалификации персонала для эффективности применения новых технологий трудно переоценить, так как квалификация стала главнейшим признаком ранжирования персонала предприятия и получила статус, равный характеристикам, определяющим принадлежность работника к той, или иной квалификационной группе (управленческий, технический или производственный, вспомогательный и т.д. персонал). Поэтому очень высока роль повышения квалификации, способствующей росту профессионализма, компетентности и производственной ценности работников, независимо от их возраста.

Паспортом ведомственной программы, наряду с теоретическим и практическим обучением, предусмотрено проведение стажировок для слушателей курсов, как в ведущих предприятиях РФ, так и за рубежом.

Стажировка это – вид дополнительного профессионального образования, нацеленный на закрепление профессиональных компетенций, полученных в процессе теоретической подготовки. Также она осуществляется в целях освоения передового опыта, совершенствования профессионализма и приобретения дополнительных

профессиональных и организаторских навыков для выполнения обязанностей по занимаемой или более высокой должности.

При стажировке в рамках программы повышения квалификации по теме «Разработка, внедрение и поддержание системы менеджмента безопасности пищевой продукции, основанной на принципах HACCP» преследуется цель – получить информацию и практический опыт по актуальным вопросам рационального подхода к созданию, поддержанию и совершенствованию системы менеджмента безопасности пищевой продукции, основанной на принципах HACCP (СМБПП HACCP), на ведущих (отечественных или зарубежных) предприятиях пищевой индустрии. Именно стажировка призвана показать специалистам те нюансы системы HACCP, которые трудно воспринимаются в процессе теоретического обучения.

Отсюда вытекают задачи стажировки – понимание, трактовка и освоение операционного менеджмента функционирования СМБПП HACCP, овладение профессиональными компетенциями и практическими навыками при работе с персоналом и документацией по СМБПП HACCP.

В результате стажировки слушатели курсов получают практический опыт по организации и выполнению мероприятий по обеспечению качества продукции на основе функционирования СМБПП HACCP. При этом у них должны полностью сформироваться следующие компетенции:

- способность обрабатывать текущую производственную информацию, анализировать полученные данные и использовать их в управлении качеством продукции;

- способность принимать управленческие решения с учетом производственных условий.

Чтобы достичь поставленной цели и результатов необходимо правильно выбрать место стажировки и привлечь опытного партнера для решения организационных вопросов, что с успехом удалось Ставропольскому ГАУ.

По менеджменту безопасности производства пищевой продукции проведение стажировки целесообразно в странах Евросоюза, в частности, Германии, где традиционно высоки требования к качеству и безопасности продуктов питания.

В Европейском Сообществе, членом которого является Германия, обязательной является Директива 93/43/ЕЕС о гигиене продуктов, согласно которой все производители и операторы пищевой продукции должны разработать и внедрить у себя процедуры на основе принципов HACCP.

В Германии (а также во Франции и Италии) ритейлерами и оптовыми продавцами брендовой (марочной) продукции, а также их поставщиками применяется международный стандарт International Food Standard (IFS). Структура требований стандарта соотносится со структурой ISO 9001 и включает в себя 5 разделов (ответственность высшего руководства, система менеджмента качества, управление ресурсами, производственные процессы и измерение, анализ и улучшения). При этом основное внимание уделяется безопасности продуктов питания и гигиене. Требования стандарта построены на принципах HACCP, GMP (Good Manufacturing Practice), GLP (Good Laboratory Practice) и GHP (Good Hygiene Practice).

Партнером Ставропольского ГАУ в проведении зарубежной стажировки выступила «Международная Академия управления и технологий «INTAMT» (г. Дюссельдорф, Германия). Эта компания с 2005 года успешно занимается реализацией проектов по повышению квалификации и обмену опытом между специалистами из России, стран СНГ и Европейского Союза в различных тематических направлениях. За 10 лет работы Академия «INTAMT» провела около 400 мероприятий в 25 странах мира, в которых приняли участие более 5000 руководителей и специалистов из России, стран СНГ и ЕС.

С учетом цели и направления стажировки: «Лучшая практика менеджмента пищевой безопасности» (в общей логике программы повышения квалификации) партнеры разработали программу и выбрали ряд предприятий, расположенных на территории Германии и Нидерландов, где участников стажировки ознакомили с организацией системы менеджмента безопасности пищевой продукции в соответствии с принципами HACCP и европейскими требованиями пищевой безопасности.

Программа зарубежной стажировки включала ряд семинаров, тренингов и дискуссий, проводимых с участием ведущих специалистов.

Вводный семинар «Инновационная экономика – стратегическое направление развития Германии», который затрагивал большой круг вопросов, в том числе и вопросы пищевой безопасности, провел для участников стажировки профессор Э.И. Патрик – президент компании INTAMT.

При посещении Отделения технологии производства продуктов питания Института питания и товароведения Рейнского университета им. Фридриха Вильгельма в г. Бонне приват-доцент Ю. Крайеншмидт провела семинар «Управление безопасностью пищевой продукцией в Германии на основе принципов HACCP», где были рассмотрены вопросы:

- идентификация потенциальных рисков при производстве продуктов питания,
- выявление критических контрольных точек в производстве,
- установление критических пределов для каждой критической контрольной точки,
- разработка системы мониторинга критических контрольных точек, разработка корректирующих действий в случае отрицательных результатов мониторинга,
- разработка процедур проверки эффективности функционирования системы HACCP,
- документирование всех процедур системы, форм и способов регистрации данных, относящихся к системе HACCP.

В каждом из посещаемых предприятий: двух мясокомбинатах Großschlachtereі Thönes e.K. и Ecofields, молочном комбинате Dairy Farm Walvoort и сыроварне Kaasboerderij Weenink проводилось ознакомление с организацией производства, используемыми технологиями и оборудованием, методами и инструментами контроля качества продукции, проводились семинары «Номенклатура продукции, производимой предприятием. Стандарты качества продукции, применяемые на предприятии. Методы и инструменты контроля качества продукции. Опыт разработки,

внедрения и сопровождения системы менеджмента безопасности продукции», а также консультации со специалистами.

Участники стажировки – инженерно-технические работники предприятий молочной и мясной промышленности Ставропольского края, высоко оценили представленную возможность в процессе стажировки познакомиться с реальным функционированием СМБП на предприятиях. От их профессионального взгляда не ускользнули, так называемые, мелочи, которые очень важны на практике. Полученный опыт, знания и компетенции они с успехом применяют в своих организациях.

Список литературы / References

1. Лисова О. М. Дополнительное профессиональное образование и повышение квалификации для студентов в Ставропольском ГАУ / О. М. Лисова, О. В. Сычева, М. В. Веселова // Вестник АПК Ставрополя. – 2016. – № 1 (21). – С. 149–152.
2. Мейес Т. Эффективное внедрение HACCP: Учимся на опыте других: учебник / Т. Мейес, С. Мортимор; пер. с англ. В. Широкова. СПб: Профессия. 2005. – 288 с.
3. Небалуева Л. А. Система менеджмента безопасности: технология разработки / Л. А. Небалуева // Методы менеджмента качества. – 2005. – № 8. – С. 29–35.
4. Сычева О. В. Внедрение системы HACCP на пищевом предприятии – всерьез и надолго / О. В. Сычева, М. В. Веселова, Н. Ю. Сарбатова // Перспективы и достижения в производстве и переработке сельскохозяйственной продукции: сборник научных статей / Ставропольский гос. аграрный ун-т. Т. 2. – Ставрополь, 2015. – С. 267–269.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Lisova O. M. Dopolnitel'noe professional'noe obrazovanie i povyshenie kvalifikacii dlja studentov v Stavropol'skom GAU [Additional professional education and advanced training for students of the stavropol state agrarian universit] / O. M. Lisova, O. V. Sycheva, M. V. Veselova // Vestnik APK Stavropol'ja. [Agricultural Bulletin of Stavropol Region]. – 2016. – № 1 (21). – P. 149–152. [in Russian]
2. Mejes T. Jefferktivnoe vnedrenie HASSP: Uchimsja na opyte drugih: uchebnik [Effective implementation of HACCP: Learning from the experience of others: textbook] / T. Mejes, S. Mortimor; per. s angl. [Translated from English] V. Shirokova. SPb: Professija. 2005. – 288 P. [in Russian]
3. Nebalueva L. A. Sistema menedzhmenta bezopasnosti: tehnologija razrabotki [The safety management System: development technology] / L. A. Nebalueva // Metody menedzhmenta kachestva [Methods of quality management]. – 2005. – № 8. – P. 23–25. [in Russian]
4. Sycheva O. V. Vnedrenie sistemy NASSR na pishhevom predpriyatii – vser'ez i nadolgo [Implementation of the HACCP system in a food company – the long haul] / O. V. Sycheva, M. V. Veselova, N. Ju. Sarbatova // Perspektivy i dostizhenija v proizvodstve i pererabotke sel'skohozjajstvennoj produkcii: sbornik nauchnyh statej [Prospects and advances in the production and processing of agricultural products: collection of scientific articles] / Stavropol'skij gos. agrarnyj un-t. [Stavropol State Agrarian University]. V. 2. – Stavropol', 2015. – P. 267–269. [in Russian]

DOI: 10.18454/IRJ.2016.54.179

Титова В.И.¹, Ветчинников А.А.², Чудоквасов А.А.³, Гордеев В.М.⁴

¹Доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующая кафедрой агрохимии и агроэкологии

²кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ^{3,4}аспирант,

ФГБОУ ВО «Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия», г. Нижний Новгород.

ТЕХНОЛОГИЯ НАРАЩИВАНИЯ ПЛОДОРОДНОГО СЛОЯ ПОЧВЫ НА ПЛОЩАДЯХ, ПОДВЕРЖЕННЫХ ПРОЯВЛЕНИЮ КАРСТА

Аннотация

Дано описание технологии ликвидации карстовых депрессий за счет наращивания плодородного слоя. Поэтапно описана процедура выявления площадей, подвергшихся проявлениям карстовых деформаций, подготовки участка к укреплению границ карстовых депрессий и подбор материала для их заполнения. Технология наращивания плодородного слоя почвы завершается нанесением земляного компоста на поверхность карста и биологической рекультивацией деградированных земель с включением внесения удобрений и посевом почвенно-покровных культур.

Ключевые слова: проявления карста, плодородный слой почвы, технология, земляной компост.

Titova V.I.¹, Vetchinnikov A.A.², Chudokvasov A.A.³, Gordeev V.M.⁴

¹PhD in Agriculture, Professor, Head of Department of Agricultural Chemistry and Agroecology,

²PhD in Agriculture, Associate Professor, ^{3,4}postgraduate student, Nizhny Novgorod State Agricultural Academy

TECHNOLOGY INCREASE FERTILE SOIL LAYER ON THE AREA AFFECTED BY KARST

Abstract

The description of technology liquidation of karst depressions by increasing the fertile layer. Incrementally procedure describes how to identify areas affected by displays of karst deformations, preparation sector to strengthen the borders of karst depressions and the selection of material to fill them. Technology to increase fertile layer of soil ends with application of soil compost to the surface karst and biological recultivation of degraded lands to include fertilization and planting of cover crops.

Keywords: karst, fertile soil layer, technology, soil compost.

Введение. Хозяйство расположено в Арзамасском районе Нижегородской области, в зоне распространения карстовых процессов [1], проявляющихся в основном в виде локальных западин, карстовых воронок и блюдца, что приводит к выводу карстоопасных территорий из использования в растениеводческом комплексе,

затрудняет проведение агротехнологических работ на соседних территориях и в целом снижает народнохозяйственную ценность земель сельскохозяйственного назначения.

В соответствии с существующей нормативно-законодательной базой сельхозтоваропроизводитель [2] обязан выполнять мероприятия по сохранению земель сельхозназначения и плодородного слоя почв в частности, что предполагает проведение работ по ликвидации карстовых депрессий или хотя бы снижению активности их проявления [3-5]. В этой связи собственники/арендаторы подобных земельных участков должны постоянно проводить работы по сокращению числа площадей, затронутых проявлениями карста.

Условия и методы проведения исследований. Территория исследования относится к Теша-Мокшинской, или Арзамасской лесостепи с платообразной холмисто-увалистой возвышенностью. Данная лесостепь занимает водораздельное плато рек Тешы и Мокши – притоков Оки. Ареал выделяется среди Приокского Полесья в виде возвышенного платообразного расчлененного острова, получившего в ряде публикаций название «Арзамасское плато». На территории Арзамасского плато широко распространены карстовые явления. Потенциальные возможности для их возникновения и развития создает характер пород, залегающих на рассматриваемой территории, наличие грунтовых вод и хозяйственная деятельность человека.

Согласно [1], Арзамасский район Нижегородской области в целом имеет 90% закарстованных территорий. Закарстованность, в соответствии с данным документом, «...отрицательно влияет на ведение хозяйственной деятельности...» и диктует определённые особенности ведения сельскохозяйственной деятельности.

Проявление карста обусловлено, в первую очередь, геологическим строением местности, а именно выходом на дневную поверхность Татарского яруса пермских отложений, особенностью которых является наличие прослоек гипса и ангидрита различной мощности – от нескольких сантиметров до нескольких метров. Отложения гипса, расположенные близко к поверхности, растворяются как подземными (в том числе грунтовыми и межпластовыми) водами, так и просачивающимися атмосферными осадками. В результате выноса продуктов растворения по трещинам, в породе образуются пустоты, а поскольку прослойки гипса в пермских отложениях перекрыты прослойками мергеля или глины, то со временем на месте растворения и выноса растворов в результате вертикальной миграции образуется провал в форме круглой или овальной воронки. В результате проявления карста образуются различные формы рельефа поверхностного и подземного типа. В рельефе Нижегородской области наибольшее распространение имеет поверхностный карст – карстовые и суффозионно-карстовые воронки, а также карстовые ниши на крутых склонах в прибрежной полосе рек Оки и Волги.

Поскольку данная территория представляет собой выровненное плато, то это приводит к скоплению и застою атмосферных осадков в воронках, а со временем и к образованию в некоторых из них болот верхового типа.

Интенсивность образования карстовых воронок, в том числе появление новых, может быть связана с добычей гипса и образованием новых искусственных пустот. Гипсовые породы широко используются в народном хозяйстве, их промышленная добыча производится в непосредственной близости от объекта исследования.

Кроме того, развитие карстовых процессов определяется скоростью движения подземных вод, которая может возрастать по ряду причин:

- во-первых, вследствие добычи гипса на территории, примыкающей к хозяйству (образующиеся пустоты интенсивнее заполняются водой);
- во-вторых, из-за активного использования подземной воды в хозяйстве для наполнения резервуаров с целью дальнейшего использования грунтовых и межпластовых водных источников в оросительной мелиорации.

Результаты исследования. Подверженность площади исследуемого объекта карсту имеет следствием потенциальную угрозу нарушения территориальной целостности ландшафта. Для сельхозтоваропроизводителя это грозит, во-первых, уменьшением площади пахотных земель, используемых по целевому назначению (т.е. в сельскохозяйственном производстве), а во-вторых, значительным повышением затрат на производство сезонных работ на сельхозземлях, прилегающих к точкам проявления карста и снижением эффективности ведения производства в растениеводстве.

В частности, ежегодно на полях хозяйства проявляются карстовые процессы в виде появления на поверхности поля карстовых воронок, деформаций и локальных оседаний. Данные проявления существенно увеличивают трудоёмкость возделывания сельскохозяйственных культур и работ, направленных на восстановление и поддержание почвенного плодородия, т.к. приходится ежегодно нивелировать почвенную поверхность с помощью механизированного и ручного труда. Однако ликвидация последствий подвижек грунта и связанного с ним плодородного слоя приводит к тому, что по границам карстовых проявлений выходят на поверхность (или припахиваются, т.к. пахотный горизонт становится менее мощным) нижележащие горизонты, обладающие заметно меньшим плодородием.

Всё это требует проведения некоторых работ по рекультивации, включая технический ее этап. Кроме этого, требуются дополнительное внесение органических и минеральных удобрений, более тщательное и качественное проведение механизированных работ. Плюс ко всему при движении по неровной в вертикальном направлении поверхности увеличивается тяговое усилие при проведении обработки почвы, что приводит к снижению скорости работ, их удорожанию и более интенсивному износу сельскохозяйственных машин и механизмов.

Учитывая высокую подверженность изучаемой территории карстовым деформациям, сильно осложняющую ведение растениеводства на пахотных площадях, землепользователь вынужден постоянно проводить работы по сокращению площадей, деградированных вследствие проявления карстовых процессов.

С этой целью используется технология наращивания плодородного слоя на участках с проявлениями карста, которая базируется на следующих принципах:

1. Систематический мониторинг карстовых деформаций, установление особенностей проявления карста.
2. Соблюдение последовательности выполнения технологических операций по ликвидации карстовых депрессий:

- локализация границ деформаций почвы;
- создание основы (ложа) для заполнения карстовых депрессий, для чего используются древесные остатки растительности, покрывающей провалы и понижения;
- последовательное, растянутое во времени, заполнение объема карстовой депрессии различными органо-минеральными компонентами (процесс, аналогичный технологии приготовления компоста), для чего используют земляной грунт, остатки древесной массы, ранее произрастающей в местах проявления карстовых прогибов – ветки, щепы и т.п.;
- выбор и обоснование возможности использования компонентов для приготовления земляного компоста;
- этап биологической рекультивации, включающий внесение минеральных удобрений и посев сидеральной (или почвопокровной) культуры.

3. Введение рекультивированных площадей в активное сельхозпользование. При этом неизбежным является обязательность контроля за состоянием участков, ранее подвергшихся карстовым деформациям. Кроме этого, постоянным является контроль границ депрессии (недопущение расширения карстовых деформаций, для чего используют сдвиг части плодородного слоя с территории, граничащей с карстовыми деформациями, в сторону депрессии; щадящее (с соблюдением сельскохозяйственных норм) припахивание пахотного слоя с соседней территории и др.).

Ниже описаны основные этапы технологии наращивания плодородного слоя на площадях, подверженных проявлению карста.

Этап 1. Выявление участков, подверженных проявлению карста. Наиболее распространёнными вариантами проявления карстовых процессов на территории хозяйства являются провальные воронки (западины) (рис. 1). Большая часть карстовых провалов и прогибов поверхности всевозможна или в отдельные периоды времени покрыта водой. Есть заболоченные участки, есть участки со сформировавшимся растительным (болотные травы или древесная растительность) покровом. Скопление воды в воронках и карстовых ямах в условиях бессточной равнины, а также наличие в коренных пермских породах уплотнённых слабопроницаемых прослоек глины и мергеля, создающих дополнительные предпосылки для формирования болота, приводит к образованию болот. Болотные почвы обычно формируются по верховому типу.



Рис. 1 – Формы проявления карстовых депрессий

Этап 2. Подготовка участка к ликвидации карстовой депрессии. Этот этап начинается с установления границ подвижек почвы, их укрепления и подготовки материала для нанесения на места проявления карстовых депрессий. При обнаружении участков проседания поверхности (наиболее часто это происходит весной после схода с полей снега), проводится определение площади воронки и её глубины, рассчитывается объём необходимых компонентов.

Затем, когда дно воронки подготовлено соответствующим способом, вниз укладывается грунт тяжёлого гранулометрического состава (наиболее часто это лёгкие и средние глины). Данный грунт трамбуется путём многократного прохода тяжёлой строительной или сельскохозяйственной техники, что способствует снижению или даже ликвидации просачивания поверхностных вод в карстующиеся породы, а в конечном итоге – снижению скорости проявления карста.

Следующим шагом в подготовке карстовой воронки к заделке является «армирование» подпахотных горизонтов (рис. 2). Для этой цели в хозяйстве используют спилённую сорную древесно-кустарниковую растительность и щепу, образующуюся в процессе деревообработки или валки леса. После размещения армирующих элементов их снова прикатывают тяжёлой сельскохозяйственной техникой, после чего участок засыпается плодородным грунтом (как привозным, так и заблаговременно смещённым с участка проведения рекультивационных работ).

Этап 3. Подготовка материала для заполнения карстовых депрессий. Основными материалами для ликвидации карстовых воронок и западин являются остатки древесно-кустарниковой растительности, ранее произрастающей в месте образования депрессий, и земляные компосты, подготовленные на основе ранее находившегося здесь верхнего плодородного слоя почвы с участка (предварительно перемещённого на небольшое расстояние по рельефу для хранения и дальнейшего использования), а также материалов расчистки дна озера, находящегося на территории хозяйства (рис. 3).



Рис. 2 – Создание основы для заполнения карстовых депрессий



Рис. 3 – Основные компоненты для ликвидации карстовых прогибов

Эти материалы используются для приготовления земляного компоста. Согласно [6], компостом называют органическое удобрение, полученное в результате разложения органических отходов растительного или животного происхождения. В данном случае в качестве компонента, являющегося основой для получения органических отходов, служат остатки древесно-кустарниковой растительности, произрастающей в местах проявления карстовых образований, или торфяные образования, которые выносят на поверхность рельефа при чистке дна озера, расположенного на территории хозяйства. Второй, чаще основной компонент для приготовления компоста – гумусо-аккумулятивный горизонт с участка поля, подверженного проявлениям карста. В итоге получают земляной компост, т.е. компост на основе земли (почвы). В процессе подготовки такого компоста компоненты тщательно разрыхляют, на отдельной площадке формируют штабель, располагая компоненты послойно, и оставляют на некоторое время (сезон года) для созревания.

Этап 4. Нанесение грунта (земляного компоста) на поверхность карста и посев почвопокровной культуры. Этап подготовки основы для ликвидации карстовой депрессии завершается нанесением на нее плодородного грунта и нивелированием поверхности бывшего прогиба в один уровень с поверхностью поля. Вслед за этим начинается биологический этап рекультивации. Основными мероприятиями по восстановлению плодородия почв, нарушенных вследствие проявления карста, следует считать внесение удобрений в агрономически и экологически целесообразных дозах, известкование и выращивание культур, обладающих высоким проективным покрытием (однолетние и многолетние бобовые или злаковые травы, представители семейства капустных, крестоцветных и пр.). Как правило, проведения данного набора мероприятий достаточно для предотвращения локального развития карстовых проявлений на несколько лет вперед.

Заключение

Основными принципиальными положениями и этапами в процессе ликвидации (или снижения проявления) карстовых депрессий являются: а) локализация границ; б) создание основы (ложа) для заполнения карстовых образований, для чего используются древесные остатки растительности, покрывающей провалы и понижения; в) заполнение объема воронок и западин различными органо-минеральными компонентами (процесс, аналогичный технологии приготовления компоста), для чего используют земляной грунт, остатки древесной массы, ранее произрастающей в местах проявления карстовых прогибов (ветки, щепы и т.п.); г) элементы биологической рекультивации восстановленных участков (внесение минеральных удобрений, известкование, посев трав или почвенно-покровной культуры).

Весь процесс ликвидации карстообразных проявлений на землях сельхозназначения длится весьма долгое время и в принципе завершиться не может. Часть территории, подвергшаяся полному комплексу восстановительных работ, однако еще долгое время остается в определенной опасности как в отношении очередного проявления карста, так и с точки зрения полноты почвенного плодородия. Эти земли требуют более внимательного отношения к себе – заботы о физических параметрах плодородного слоя, системы работы с агромерелиорантами и удобрениями, особенной системы обработки почвы и пр.

Список литературы / References

1. Толмачев В.В. Рекомендации по проведению инженерных изысканий, проектированию, строительству и эксплуатации зданий и сооружений на закарстованных территориях Нижегородской области / В.В. Толмачёв, М.В. Леоненко, П.Р. Афанасьев, Р.Б. Давыдко, С.В. Леоненко, В.К. Пичурова, М.А. Протасова, Т.И. Тихомирова // Правительство Нижегородской области. Департамент градостроительного развития территории Нижегородской области. – 2012 г. – 139 с.
2. ГОСТ 17.4.3.02-85 Охрана природы. Почвы. Требования к охране плодородного слоя почвы при производстве земляных работ [Текст]. – Введ. 1987–01–01. - Москва: ИПК Изд-во стандартов, 1987. – 3 с.
3. «Основные положения о рекультивации земель, снятии, сохранении и рациональном использовании плодородного слоя почвы», утвержденные приказом Минприроды РФ и Роскомзема от 22 декабря 1995 г., № 525/67
4. ГОСТ 17.5.1.01-83 (СТ СЭВ 3848-82) Охрана природы. Рекультивация земель. Термины и определения [Текст]. – Введ. 1984–01–01. Москва: Госстандарт России, 1984. – 14 с.
5. ГОСТ 17.5.3.04-83 Охрана природы. Земли. Общие требования к рекультивации земель [Текст] – Введ. 1984–01–01. Москва: Госстандарт России, 1984. – 7 с.

6. ГОСТ Р 53042-2008 Удобрения органические. Термины и определения. [Текст] – Введ. 2010–01–01. – Москва: Госстандарт России, 2009. – 8 с.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Tolmachev V.V. Rekomendacii po provedeniju inzhenernyh izyskanij, proektirovaniu, stroitelstvu i jekspluatacii zdaniy i sooruzhenij na zakarstovannyh territorijah Nizhegorodskoj oblasti [Recommendations for the engineering survey, design, construction and operation of buildings and structures on karst territories of the Nizhny Novgorod Region] / V.V. Tolmachev, M.V. Leonenko, P.R. Afanasiev, R.B. Davydko, S.V. Leonenko, V.K. Pichurova, M.A. Protasov, T.I. Tikhomirov // The Government of the Nizhny Novgorod region. Department urban development of the Nizhny Novgorod region. - 2012. - 139 p. [in Russian]
2. Standard 17.4.3.02-85 Ohrana prirody. Pochvy. Trebovaniya k ohrane plodorodnogo sloja pochvy pri proizvodstve zemljanyh rabot [Nature Conservancy. Soils. The requirements for the protection of topsoil in the production of earthworks] [text] – Vved. 1987 –01–01. – Moscow: PKI Publishing House of Standards, 1987. - 3 p. [in Russian]
3. Osnovnye polozheniya o rekultivacii zemel, snjatii, sohranении i racional'nom ispolzovanii plodorodnogo sloja pochvy [Basic provisions on land reclamation, removal, preservation and rational use of the fertile layer of the soil], approved by order of Ministry of Natural Resources and Roskomzema on December 22, 1995, number 525/67 [in Russian]
4. GOST 17.5.1.01-83 (ST SEV 3848-82), Ohrana prirody. Rekultivacija zemel. Terminy i opredeleniya [The Nature Conservancy. Land reclamation. Definitions] [Text] – Vved. 1987 –01–01. - Moscow: Russian State Standard 1984. – 14 p. [in Russian]
5. Standard 17.5.3.04-83 Ohrana prirody. Zemli. Obshhie trebovaniya k rekultivacii zemel [Nature Conservancy. Earth. General requirements for land reclamation] [Text] – Vved. 1984–01–01. – Moscow: Russian State Standard 1984. – 7 p. [in Russian]
6. GOST R 53042-2008 Udobreniya organicheskie. Terminy i opredeleniya [Organic fertilizers. Terms and Definitions] [Text] – Vved. 2010–01–01. – Moscow: Russian State Standard 2009. – 8 p. [in Russian]

DOI: 10.18454/IRJ.2016.54.059

Устарханова Э.Г.¹, Зайцев Р.Н.², Черезов Р.Н.³

¹Кандидат сельскохозяйственных наук, ²доктор сельскохозяйственных наук,
³младший научный сотрудник,

ФГБНУ «Армавирская опытная станция Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур им. В.С. Пустовойта», в г. Армавире.

ОЦЕНКА НОВЫХ ПЕРСПЕКТИВНЫХ СОРТОВ СОИ АРМАВИРСКОЙ ОПЫТНОЙ СТАНЦИИ ВНИИМК

Аннотация

Одним из главных направлений селекции сои в настоящее время является создание высокопродуктивных сортов с повышенной адаптивностью к различным климатическим условиям.

В 2016 году, для выявления потенциала продуктивности перспективных для передачи в Государственное испытание сортов сои селекции Армавирской опытной станции ВНИИМК была проведена их экологическая оценка. Целью, которой являлось изучение реакции перспективных сортов сои на различные условия выращивания для выявления потенциала их продуктивности, стабильности урожая и адресности использования.

Ключевые слова: селекция, соя, сорт, урожайность, условия выращивания.

Ustarkhanova E.G.¹, Zaytsev R.N.², Tcheretov R.N.³

¹PhD in Agriculture, ²PhD of economy, ³junior researcher,

FGBNU «Armavir Experimental Station of All-Russian Scientific Research Institute of Oil Crops
after V.S. Pustovoyt» in Armavir.

THE ESTIMATION OF NEW PROMISING SOYBEAN VARIETIES BY ARMAVIR EXPERIMENTAL STATION OF VNIIMK

Abstract

One of the main areas of soybean breeding at the present time is the creation of high-yielding varieties with increased adaptability to various climatic conditions.

In 2016, to identify potential productivity promising for transfer to the State variety testing soybean breeding Armavirskaya experimental station of VNIIMK was conducted their environmental assessment. The goal was to study the response of promising varieties of soybean at various growth conditions to identify the potential of their productivity, stability of yields and targeted use.

Keywords: breeding, soybean, variety, yield, growing conditions.

Введение. Наиболее распространённой в мировом земледелии зернобобовой культурой, имеющей большое значение для производства продуктов питания, кормов для животноводства и сырья для перерабатывающей промышленности является соя [3].

Возделывание сои способствует решению таких актуальных проблем сельского хозяйства как обеспечение населения высокобелковыми продуктами питания и маслом, создание полноценной кормовой базы животноводства и восстановление плодородия почв [2].

Уровень урожайности сои и ее стабильность зависят в значительной степени от генетических особенностей конкретного сорта, и уровня адаптивности сорта к конкретным почвенно-климатическим условиям.

Изменение климата, фитопатологической ситуации, организационных, экономических и технологических условий диктуют необходимость постоянной сортосмены и сортообновления [1].

При продвижении иностранных сортов сои на внутрироссийский рынок иностранные компании-оригинаторы их российские посредники заявляют об их высокой потенциальной (до 40 ц/га) урожайности, которая некорректно противопоставляется с невысокой фактической (13–15 ц/га) среднероссийской урожайностью этой культуры. Однако статистические данные по Южному федеральному округу свидетельствуют об обратном. В целом в производственных условиях, практически во всех регионах внедрения иностранных сортов сои, их средняя урожайность, как правило, заметно ниже по сравнению с отечественными сортами. При этом серьезным недостатком подавляющего большинства иностранных сортов сои является не их пониженная урожайность, а пониженная адаптивность к суровым условиям большинства сосеюющих регионов России [2].

Одним из резервов получения высоких урожаев и увеличения производства сои является внедрение в сельскохозяйственное производство новых отечественных высокопродуктивных сортов с повышенной адаптивностью к неблагоприятным по влагообеспечению условиям среды [4].

Одним из эффективно работающих на юге России селекционных центров по сое является Армавирская опытная станция ВНИИМК, г. Армавир, где селекция этой культуры была начата селекционером Н.З. Дудкой ещё 40 лет назад, в 1976 г. Основной задачей селекции сои на станции на тот момент являлось выведение сортов для орошаемых условий юга России.

Главным направлением селекции сои в настоящее время стало создание среднеранних и ранних высокопродуктивных сортов сои, устойчивых к неблагоприятным абиотическим и биотическим факторам среды для неорошаемых условий зоны неустойчивого увлажнения Северо-Кавказского региона.

Помимо селекции на урожайность большое внимание при создании сортов уделяется таким признакам как устойчивость к полеганию, растрескиванию бобов, компактному расположению ветвей, высоте прикрепления нижнего боба [1]. Так же на опытной станции особое значение уделяется повышению адаптивности создаваемых сортов к конкретным условиям выращивания, способствующей максимальному использованию имеющихся ресурсов среды для формирования хозяйственно полезной продукции [4].

Цель наших исследований заключалась в оценке реакции перспективных сортов сои селекции Армавирской опытной станции ВНИИМК на пригодность к выращиванию в различающихся экологических условиях с целью выявления потенциала их продуктивности, стабильности урожаев и зональной адресности использования.

Материалы и методы. Экологическое испытание сорта сои ЛА-2013 (Зара) селекции Армавирской опытной станции ВНИИМК проводили в период 2015–2016 гг. В 2016 г. в программу экологических испытаний был включён сорт ЛА-2015. В качестве стандарта в оба года испытаний высевали среднеранний сорт Вилана. Комплексную оценку сортов проводили по единой общепринятой методике, разработанной во ВНИИМК и в Госкомиссии по сортоиспытанию РФс соблюдением принятой технологии возделывания сои на полях селекционных севооборотов ФГБНУ ВНИИМК (г. Краснодар), ФГБНУ «АОС ВНИИМК» (Краснодарский край, г. Армавир), ФГБНУ «Донская опытная станция им. Л.А. Жданова» (Ростовская область, Азовский район, пос. Опорный), Вознесенского филиала ФГБНУ ВНИИМК находящегося в южно-предгорной зоне Краснодарского края (Краснодарский край, Лабинский район, поселок Розовый).

Предшественником во всех пунктах испытания была озимая пшеница. Сев сои осуществляли в оптимальные сроки. Густота стояния 300–350 тыс. раст./га. Агроклиматические условия географических пунктов, где проводилось экологическое испытание сортообразцов сои, имеют существенное различия по количеству выпадающих осадков, температуре воздуха, а также по характеру их распределения в течение вегетации культуры.

Поля центральной экспериментальной базы ФГБНУ ВНИИМК и Армавирской опытной станции (ФГБНУ «АОС ВНИИМК») расположены в зоне неустойчивого увлажнения Краснодарского края. Донская опытная станция им. Жданова расположена в зоне недостаточного увлажнения Ростовской области, а поля Вознесенского филиала ФГБНУ ВНИИМК в зоне достаточного увлажнения Краснодарского края.

Результаты и обсуждение. Испытываемые сортообразцы сои ЛА-2013 (Зара) и ЛА-2015 селекции Армавирской опытной станции имеют полудетерминантный тип роста, устойчивы к полеганию и растрескиванию бобов.

Анализ урожайных данных сортов в 2015 г., свидетельствует о существенных различиях в степени благоприятности для формирования урожая сои в пунктах их экологического испытания, что связано, как с их различной влагообеспеченностью, так и с острожасушливыми условиями 2015 г. во всём Северо-Кавказском регионе, где географически расположены пункты экологического сортоиспытания. Так, наибольшую урожайность новый сорт ЛА-2013 (Зара) и сорт-стандарт Вилана сформировали в условиях г. Краснодара на базе ЦЭБ ВНИИМК – 1,48 и 1,56 т/га соответственно (таблица 1).

Таблица 1 – Результаты экологического испытания перспективных сортов сои, 2015 г.

| Сорт | Оригинатор | Урожайность (т/га) по пунктам испытания | | | |
|----------------------------|------------|--|-------------------|---------------|-------------------------|
| | | ЦЭБ ВНИИМК | Армавирская ОС | Донская ОС | Вознесен-ский филиал |
| Вилана (ср.-ран. стандарт) | ЦЭБ ВНИИМК | 1,56 | 1,08 | 1,16 | 0,81 |
| ЛА-2013 (Зара) | АОС ВНИИМК | 1,48 | 1,34 | - | 1,33 |
| НСР ₀₅ | - | 0,26 | | 0,25 | - |

Напротив, избыточное количество осадков в начале летнего периода и полное их отсутствие в позднелетний период на Армавирской опытной станции и в Вознесенском филиале ВНИИМК не способствовали нормальному наливу семян, в результате чего эти сорта сформировали пониженный урожай семян – 1,34–1,08 т/га соответственно. Аналогичная реакция изучаемых сортов была выявлена при их оценке в экологических условиях предгорий Западного Кавказа – в Вознесенском филиале. Урожайность сорта сои ЛА-2013 здесь составила 1,33 при урожае стандарта – 0,81 т/га. Тем не менее, в южно-предгорных условиях Армавирской опытной станции и Вознесенского филиала ВНИИМК сорт ЛА-2013 имел заметные преимущества по урожайности перед наиболее распространённым на юге России высокоурожайным сортом Вилана.

В погодных условиях 2016 г. армавирские сорта сои ЛА-2013 и ЛА-2015 повторно сформировали максимальную урожайность в пункте выведения – в экологических условиях Армавирской опытной станции ВНИИМК, где их урожайность была максимальной и составила 3,01 и 3,15 т/га соответственно, достоверно превысив сорт-стандарт Вилана (таблица 2).

Таблица 2 – Результаты экологического испытания перспективных сортов сои, 2016 г.

| Сорт | Оригинатор | Урожайность (т/га) по пунктам испытания | | | |
|----------------------------|------------|--|-------------------|---------------|------------------------|
| | | ЦЭБ ВНИИМК | Армавирская ОС | Донская ОС | Вознесенский филиал |
| Вилана (ср.-ран. стандарт) | ЦЭБ ВНИИМК | 1,97 | 2,71 | - | 3,22 |
| ЛА-2013 (Зара) | АОС ВНИИМК | 2,04 | 3,01 | 1,31 | 2,59 |
| ЛА-2015 | АОС ВНИИМК | 1,89 | 3,15 | 1,20 | 2,80 |
| НСР ₀₅ | - | 0,12 | 0,19 | - | - |

Избыточное количество осадков в начале летнего периода и полное их отсутствие в позднелетний период на Донской ОС ВНИИМК и центральной экспериментальной базе ВНИИМК не способствовало нормальному наливу семян, в результате чего сорта сформировали невысокий урожай семян.

В экологических условиях ЦЭБ ВНИИМК, г. Краснодар, наиболее высокую урожайность – 2,04 т/га, сформировал сорт ЛА-2013 (Зара). В условиях Армавирской ОС лидером по продуктивности стал сорт ЛА-2015, сформировавший 3,15 т/га. В экологических условиях северо-восточного Приазовья на Донской ОС максимальную урожайность 1,31 т/га также сформировал сорт ЛА-2013 (Зара). При испытании сортов сои в условиях Вознесенского филиала ВНИИМК лидером по урожайности оказался сорт-стандарт Вилана – 3,22 т/га.

По всем другим хозяйственно ценным признакам (устойчивость к полеганию, высота прикрепления нижнего боба, устойчивость к растрескиванию бобов и др.) все изучавшиеся в экологическом испытании перспективные сорта сои селекции Армавирской опытной станции ВНИИМК имели параметры, соответствующие модели сорта, адаптивного к южнороссийским эколого-климатическим условиям.

Таким образом, при проведении эколого-географических испытаний в пределах Южного федерального округа, в нескольких климатических зонах была выявлена высокая продуктивность новых перспективных сортов сои ЛА-2013 и ЛА-2015. Это свидетельствует об их повышенной адаптивности к условиям произрастания, а также высокой конкурентоспособности в отношении иностранных сортов в южно-предгорной зоне Западного Кавказа.

Полученные экспериментальные данные позволяют сделать заключение о возможности передачи нового высокопродуктивного сорта сои Зара (ЛА-2013) на Государственное сортоиспытание РФ по 6 зоне (Северный Кавказ).

Список литературы / References

1. Лукомец В.М. Болезни, вредители и сорняки на посевах сои в Краснодарском крае и меры борьбы с ними / В.М. Лукомец, В.Н. Пивень, А.В. Кочегура и др. // Научно-технический бюллетень ВНИИМК. – 2007. – Вып. №1 (136). – С. 66-75.
2. Устарханова Э.Г. Черезов Р.Н. Краткий исторический экскурс селекции сои на Армавирской опытной станции ВНИИМК/ Э.Г. Устарханова, Р.Н. Черезов // Сборник материалов XII Международной научно-практической конференции «Сельскохозяйственные науки и агропромышленный комплекс на рубеже веков» – Новосибирск, 2015. – С. 29-34.
3. Зайцев Н.И. Особенности селекции и технологии выращивания семян масличных культур в зоне неустойчивого увлажнения Северного Кавказа / Н.И. Зайцев. – Армавир, 2012. – 135 с.
4. Зайцев Н.И. Бочкарев Н.И., Зеленцов С.В. Перспективы и направления селекции сои в России в условиях реализации национальной стратегии импортозамещения // Научно-технический бюллетень ВНИИМК. – 2016. – Вып. №2 (166). – С. 3-11.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Lukomec V.M. Bolezni, vrediteli i sornjaki na posevah soi v Krasnodarskom krae i mery bor'by snimi [Disease, pests and weeds in soybean crops in the Krasnodar region and the measures against them] / V.M. Lukomec, V.N. Piven', A.V. Kochegura and others // Nauchno-tehnicheskij bjulleten' VNIIMK [Scientific and Technical Bulletin of VNIIMK]. – 2007. – Vyp[Edition]. №1 (136). – P. 66-75. [in Russian]
2. Ustarhanova Je.G. Cherezov R.N. Kratkij istoricheskij jekskurs selekcii soi na Armavirskoj opytnoj stancii VNIIMK [Brief history of soybean breeding at the Armavirskaya experimental station of VNIIMK] / Je.G. Ustarhanova, R.N. Cherezov // Sbornik materialov XII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Sel'skohozjajstvennyye nauki i agropromyshlennyy kompleks na rubezhe vekov» [The collection of materials of XII International scientific-practical conference "Agricultural science and agribusiness at the turn of the century"] – Novosibirsk, 2015. – P. 29-34. [in Russian]

3. Zajcev N.I. Osobennosti selekcii i tehnologii vyrashhivaniya semjan maslichnyh kul'tur v zone neustojchivogo uvlazhnenija Severnogo Kavkaza [Features of breeding and cultivation technology of oil seeds in the zone of unstable moistening of the North Caucasus] / N.I. Zajcev. – Armavir, 2012. – 135 p. [in Russian]

4. Zajcev N.I. Bochkarev N.I., Zelencov S.V. Perspektivy i napravleniya selekcii soi v Rossii v uslovijah realizacii nacional'noj strategii importozameshhenija [Prospects and directions for soybean breeding in Russia under implementation conditions of the national strategy of import substitution] // Nauchno-tehnicheskij bul'eten' VNIIMK [Scientific and Technical Bulletin of VNIIMK]. – 2016. – Vyp [Edition]. №2 (166). – P. 3-11. [in Russian]

DOI: 10.18454/IRJ.2016.54.034

Устарханова Э.Г.¹, Черезов Р.Н.²

¹Кандидат сельскохозяйственных наук, ²младший научный сотрудник, ФГБНУ «Армавирская опытная станция Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур им. В.С. Пустовойта»

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ДАННЫЕ ПО ОЦЕНКЕ СОРТОВ СОИ АРМАВИРСКОЙ ОПЫТНОЙ СТАНЦИИ ВНИИМК НА ЗАМОРОЗКОУСТОЙЧИВОСТЬ

Аннотация

На Армавирской опытной станции ВНИИМК был проведен эксперимент, который показал реакцию сортов сои на воздействие отрицательными температурами в естественных условиях.

Растения пророщенные в теплице до фазы сформированных примордиальных листьев – начала образования первого тройчатого листа, были перемещены на открытую площадку. Здесь растения подверглись закалке низкими положительными температурами. Затем, испытываемые сорта сои, при воздействии отрицательными температурами (–0,5 °C; –2,5 °C; –2,9 °C) были оценены на заморозкоустойчивость. Наилучшие результаты в эксперименте показал сорт сои Мечта.

Ключевые слова: соя, сорт, температура, ранний посев, холодостойкость, морозоустойчивость.

Ustarkhanova E.G.¹, Tcherezov R.N.²

¹PhD in Agriculture, ²junior researcher,

FGBNU «Armavir Experimental Station of All-Russian Scientific Research Institute of Oil Crops named after V.S. Pustovoyt»

EXPERIMENTAL DATA OF FREEZE- RESISTANCE OF SOYBEAN CULTIVARS DEVELOPED IN ARMAVIR EXPERIMENTAL STATION OF VNIIMK.

Abstract

On Armavir Experimental Station VNIIMK an experiment was conducted, which showed the reaction of soybean to the impact of negative temperatures under natural conditions. Plants germinated in a greenhouse to the phase of primordial leaves formed – the beginning of the formation of the first trifoliate leaf were moved to an open area. Here plants were subjected to hardening low positive temperatures. Then, the tested varieties of soybeans, when exposed to negative temperatures (–0,5 °C; –2,5 °C; –2,9 °C) were evaluated for frost

Keywords: soybeans, variety, temperature, early seeding, resistance to cold, frost.

Введение. Соя белково-масличная культура, которая приобретает сегодня исключительное значение благодаря эффективному использованию в различных отраслях народного хозяйства.

В настоящее время все больше расширяется производство сои, это связано с необходимостью решения белковой проблемы в питании людей и кормлении сельскохозяйственных животных.

Производство сои в нашей стране сосредоточено во многих регионах, резко различающихся по почвенно-климатическим условиям. Юг европейской части страны является наиболее благоприятным для выращивания сои. Наиболее крупным ее производителем в этой части страны является Краснодарский край.

В последние годы успешно расширяют посевы сои в Центральном, Приволжском, а также Сибирском и Уральском федеральных округах [6].

Одной из основных проблем выращивания сои в условиях климата юга России является то, что ее производство в этом регионе сдерживается в основном нестабильной урожайностью по годам. Основной причиной нестабильности урожаев сои являются июльско-августовские засухи характерные для этого региона.

Острый дефицит осадков и низкая относительная влажность воздуха в критические периоды развития растений (цветение, формирование и налив семян) приводит к абортации генеративных органов. [5].

Так, исходя из многолетних метеорологических наблюдений, в Краснодарском крае отмечают существенный дефицит осадков в августе и частично в сентябре месяце, одновременно с этим фиксируют высокие температуры воздуха, что приводит уменьшению числа репродуктивных органов на растениях сои и прекращению их развития [1].

Важная роль в решении этой проблемы отводится селекционно-технологическому пути, суть которого заключается в сверххранних посевах. Посев в конце марта - начале апреля позволит сдвинуть критические по водопотреблению фазы развития растений (цветение и налив семян) на более ранний период, лучше обеспеченный влагой за счет зимних и весенних осадков. При этом завершение развития растений и формирование урожая семян будет происходить до наступления пика позднелетних засух [1,2,4].

Созданные и возделываемые селекционерами сорта различаются не только по морфологическим признакам, продолжительности вегетации, но и по реакции на световой и тепловой режимы, устойчивости к абиотическим факторам. [3].

Требования сои к теплу изменяется по фазам роста развития растений, ко времени созревания семян потребность в тепле уменьшается. Минимальная температура для прорастания семян составляет 8-10 °С. Чем ниже температура почвы и воздуха, тем более продолжителен период посев-всходы. При минимальном прогревании верхнего слоя почвы (6-8 см) период от посева до всходов составляет 15-20 дней, а также будет отмечена неравномерность всходов.

Оптимальным сроком посева сои принято считать стабильное прогревание верхнего посевного слоя почвы до 16-18 °С, период от посева до всходов при этом составит 6-9 дней. На ранних этапах развития растения сои довольно хорошо переносят небольшие весенние заморозки (до -2,5 °С).

Для выращивания сои в сверхранние сроки (в условиях Краснодара это III-я декада марта) нужны холодостойкие сорта, способные быстро прорасти при пониженных положительных температурах почвы и выдерживать кратковременные заморозки на начальных этапах развития.

Модель холодоустойчивого сорта сои, разработанная во ВНИИМК, включает повышенную устойчивость растений на начальных этапах онтогенеза (всходы – первый тройчатосложный лист) к кратковременным заморозкам с температурами на поверхности почвы не менее –3 °С. Исследования по холодостойкости и заморозкоустойчивости проводили в 2008-2010 гг. во ВНИИМК на ранних сортах Альба и Славия селекции ВНИИМК [1].

Сравнительная характеристика сортов сои селекции Армавирской опытной станции ВНИИМК на заморозкоустойчивость является целью настоящей статьи.

Материал и методы. Под термином «заморозкоустойчивость» в данной работе понимали способность растений выдерживать кратковременные отрицательные температуры воздуха (-2...-2,9 °С). Эксперимент проводили на сортах селекции АОС ВНИИМК Дуар, Дуниза, Мечта, Весточка, Романо. Для сравнения использовался сорт селекции ВНИИМК Славия, характеризующийся как холодостойкий [1].

Для изучения заморозкоустойчивости, сорта сои проращивали в посевных ящиках (50 x 20 x 10 см) в теплице при температуре 26-28 °С с продолжительностью освещения 16 часов (с 08.00 до 12.00).

Эксперимент был заложен 12 февраля 2016 года. Всходы появились на 5 сутки. Через 6 суток начали формироваться примордиальные листья.

Для определения реакции сортов на условия данной природно-климатической зоны, в фазе сформированных примордиальных листьев – начала образования первого тройчатого листа (1 марта) ящики с растениями были перемещены из теплицы на открытую площадку.

Результаты и обсуждение. Температурный режим на открытой площадке в эксперименте складывался следующим образом (таблица 1).

Таблица 1 – Динамика среднесуточных и минимальных температур воздуха, °С
Метеостанция АОС ВНИИМК (март, 2016 г.)

| Температура воздуха | Число | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|-------|------|-----|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
| Среднесуточная | 10,6 | 10,7 | 7,7 | 12,3 | 11,2 | 7,4 | 7,9 | 8,3 | 6,5 | 6,6 | 6,8 | 7,3 | 7,7 | 5,4 | 1,1 | 0,4 | 3,7 |
| Минимальная | 4,8 | 4,3 | 5,6 | 4,2 | 8,3 | 3,8 | 1,1 | 3,6 | 1,8 | 2,1 | 4,9 | 3,2 | 6,1 | 2,5 | 0,5 | 2,5 | 2,9 |

В течение первых 5 суток среднесуточная температура воздуха была выше 10 °С, при минимальной около 5 °С. Затем, в последующие 9 суток произошло понижение среднесуточной температуры до 5,4-8,3 °С, при снижении минимальной температуры до 1,1-4,9 °С, что предположительно благоприятно сказалось на закалке растений.

Резкое снижение ночных температур последующих 3-х суток, позволило оценить сорта на заморозкоустойчивость. Так, 15 марта, когда ночная температура воздуха опустилась до – 0,5 °С, высокую выживаемость показали сорта Мечта (100 %) и Славия (73 %). У остальных сортов более половины растений погибло (выживаемость составила от 20 до 43 %) (см. рис. 1).

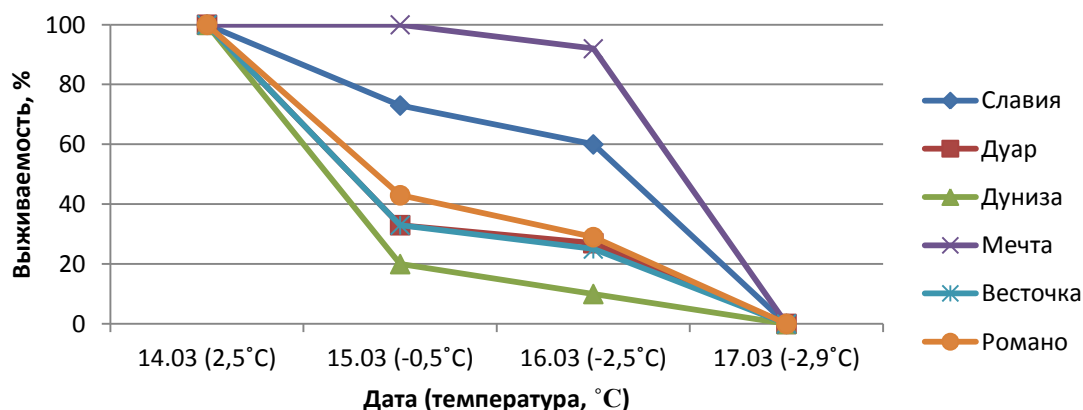


Рис.1 – Устойчивость сортов к отрицательным температурам (2016 г.)

Ночные заморозки ($-2,5^{\circ}\text{C}$) следующих суток продолжили отрицательную динамику выживаемости. Неплохие показатели были отмечены у сортов Мечта (92 %) и Славия (60 %), у остальных от 10 до 29 %. Наименьшую выживаемость имел сорт Дуниза. А последующие заморозки ($-2,9^{\circ}\text{C}$) привели к 100 % гибели растений на всех сортах.

Проведенный эксперимент позволил оценить сорта селекции Армавирской опытной станции ВНИИМК на устойчивость к влиянию отрицательных температур.

Эксперимент показал существенное различие сортов по устойчивости к отрицательным температурам. Сорта сои Мечта и Славия характеризовались как заморозкоустойчивые. Остальные сорта при понижении температуры ниже 0°C , резко снижают свою выживаемость.

Выводы. Проведенный эксперимент позволил оценить сорта сои селекции Армавирской опытной станции ВНИИМК на их устойчивость к воздействию отрицательных температур в естественных условиях. Наибольшая выживаемость растений, при воздействии отрицательных температур была выявлена у сорта Мечта. Данный сорт можно предварительно рекомендовать для использования в селекционном процессе в качестве источника заморозкоустойчивости, а также для проведения посевов в местах, где после всходов возможны ранневесенние заморозки до $-2,5^{\circ}\text{C}$.

Список литературы / References

1. Зеленцов С. В. Перспективы использования сверхранних посевов сои в условиях Краснодарского края / С.В. Зеленцов, Е.В. Мошненко // Научно-технический бюллетень ВНИИМК. – 2010. – Вып. №1 (142-143). – С. 87-94.
2. Зеленцов С.В. Оценка устойчивости генотипов сои к пониженным температурам на начальных этапах органогенеза / С.В. Зеленцов, Е.В. Мошненко // Сборник материалов научно-практической конференции Кубанского отделения ВОГиС. – Краснодар, 2009. – С. 114-115.
3. Корреа У.Т. Оптимизация сроков посева разных по продолжительности вегетационного периода сортов сои / У.Т. Корреа // Научно-технический бюллетень ВНИИМК. – 2007. – Вып. №1 (136). – С. 51-60.
4. Кочегура А.В. Основные результаты НИР по селекции, семеноводству и технологии возделывания сои и перспективные направления исследований / А.В. Кочегура // Сборник статей 2-й международной конференции по сое, Россия Краснодар, 9-10 сентября 2008 г. «Современные проблемы селекции и технологии возделывания сои» – Краснодар.: С. 8-14.
5. Кочегура А.В. Признаки адаптивности растений сои к условиям недостаточного увлажнения /А.В. Кочегура, М.В. Мирошниченко // Научно-технический бюллетень ВНИИМК. – 2007. – Вып. №2 (137). – С. 84-87.
6. Федотов В.А. Соя в России / В.А. Федотов, С.В. Гончаров, О.В. Столяров и др.; под общ. ред. В.А. Федотова и С.В. Гончарова – М.: 2013. – 432 с.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Zelencov S. V. Perspektivy ispol'zovaniya sverhhrannih posevov soi v usloviyah Krasnodarskogo kraja [Prospects of use of super early soybean sowings in the conditions of Krasnodar region] / S.V. Zelencov, E.V. Moshnenko // Nauchno-tehnicheskij bjulleten' VNIIMK [Scientific and Technical Bulletin of VNIIMK] – 2010. – Vyp [Edition]. №1 (142-143). – S. 87-94. [in Russian]
2. Zelencov S.V. Ocenka ustojchivosti genotipov soi k ponizhennym temperaturam na nachal'nyh jetapah organogeneza [Assessment of the sustainability of soybean genotypes to low temperatures in the initial stages of organogenesis] / S.V. Zelencov, E.V. Moshnenko // Sbornik materialov nauchno-prakticheskoy konferencii Kubanskogo otdelenija VOGiS [The collection of materials of scientific-practical conference of the Kuban branch of VOGiS]. – Krasnodar, 2009. – S. 114-115. [in Russian]
3. Korrea U.T. Optimizacija srokov poseva raznyh po prodolzhitel'nosti vegetacionnogo perioda sortov soi [The optimization of sowing dates of different by duration of vegetative period soybean cultivars]/ U.T. Korrea // Nauchno-tehnicheskij bjulleten' VNIIMK [Scientific and Technical Bulletin of VNIIMK]. – 2007. – Vyp [Edition]. №1 (136). – S. 51-60. [in Russian]
4. Kochegura A.V. Osnovnye rezul'taty NIR po selekcii, semenovodstvu i tehnologii vozdel'nyvanija soi i perspektivnye napravlenija issledovanij [Main results of scientific investigation on breeding, seed growing and cultivation technologies of soybean and perspective directions of researches] / A.V. Kochegura // Sbornik statej 2-j mezhdunarodnoj konferencii po soe, Rossija Krasnodar, 9-10 sentjabrja 2008 g. «Sovremennye problemy selekcii i tehnologii vozdel'nyvanija soi» [Collection of articles of the 2nd International Conference on soybeans, Russia Krasnodar, September 9-10, 2008. "Current problems of breeding and cultivation technology of soybean"] – Krasnodar.: S. 8-14. [in Russian]
5. Kochegura A.V. Priznaki adaptivnosti rastenij soi k uslovijam nedostatochnogo uvlazhnenija [Traits of soybean adaptability to unstable rain fall] /A.V. Kochegura, M.V. Miroshnichenko // Nauchno-tehnicheskij bjulleten' [Scientific and Technical Bulletin of VNIIMK]. – 2007. – Vyp [Edition]. №2 (137). – S. 84-87. [in Russian]
6. Fedotov V.A. Soja v Rossii [Soy in Russian] / V.A. Fedotov, S.V. Goncharov, O.V. Stoljarov i dr.; edites by V.A. Fedotova, S.V. Goncharova – M.: 2013. – 432 s. [in Russian]

DOI: 10.18454/IRJ.2016.54.159

Шариков А.Ю.¹, Середа А.С.², Великорецкая И.А.³, Костылева Е.В.⁴, Веселкина Т.Н.⁵¹ORCID: 0000-0001-9483-5209, кандидат технических наук,²ORCID: 0000-0001-9097-3946, кандидат технических наук,³ORCID: 0000-0003-1851-1127, младший научный сотрудник,⁴ORCID: 0000-0002-4775-303X, кандидат технических наук,⁵ORCID: 0000-0003-0261-1756, старший научный сотрудник,

Всероссийский научно-исследовательский институт пищевой биотехнологии - филиал ФГБУН

«ФИЦ питания и биотехнологии»

*Исследование проведено в рамках гранта Президента РФ для государственной поддержки молодых ученых — кандидатов наук МК-5743.2015.4***ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ СУБСТРАТА И ДОЗИРОВОК ФЕРМЕНТНЫХ ПРЕПАРАТОВ НА ПРОЦЕСС ГИДРОЛИЗА ЭКСТРУДИРОВАННОГО ШРОТА ПОДСОЛНЕЧНИКА****Аннотация**

С целью повышения пищевой и кормовой ценности шрота подсолнечника были проведены исследования по его комбинированной биоконверсии с применением термомеханической экструзии и ферментативной обработки препаратами целлюлолитического и протеолитического действия. Методом рототабельного композиционного планирования, в котором управляющими факторами являлись концентрация субстрата и дозировки ферментных препаратов, было установлено, что повышение концентрации сухих веществ в реакционной смеси при гидролизе экструдированного шрота подсолнечника способствует повышению степени гидролиза некрахмальных полисахаридов и затрудняет гидролиз белка до легкоусвояемых растворимых пептидов с молекулярной массой ниже 10 кДа. Максимальные достигнутые концентрации продуктов гидролиза в условиях опыта (12-12,5 мг ВС /г СВ и 245-250 мг растворимого белка/г СВ) соответствовали максимальным дозировкам соответствующих ферментных препаратов. Показано, что экструзионная предподготовка шрота подсолнечника обеспечивает повышение концентрации ВС на 51,5% и растворимого белка на 15,1% по сравнению с гидролизатами неэкструдированного шрота подсолнечника.

Ключевые слова: шрот подсолнечника, экструзия, гидролиз, протеаза, целлюлаза, концентрация субстрата.Sharikov A.Yu.¹, Sereda A.S.², Velikoretskaya I.A.³, Kostyleva E.V.⁴, Veselkina T.N.⁵¹ORCID: 0000-0001-9483-5209, PhD in Engineering,²ORCID: 0000-0001-9097-3946, PhD in Engineering,³ORCID: 0000-0003-1851-1127, junior researcher,⁴ORCID: 0000-0002-4775-303X, PhD in Engineering,⁵ORCID: 0000-0003-0261-1756, senior researcher,

Russian research institute of food biotechnology – branch of Federal Research center of nutrition and biotechnology

*The study was conducted within the framework of the Russian President to grant state support to young scientists – PhD MK-5743.2015.4***EFFECT OF SOLIDS CONCENTRATION AND ENZYMES DOSAGES ON HYDROLYSIS OF EXTRUDED SUNFLOWER MEAL****Abstract**

In order to improve the nutritional value of sunflower meal, studies have been conducted on its combined bioconversion using thermomechanical extrusion and enzymatic treatment with cellulolytic and proteolytic preparations. Using the rotatable composite planning method, in which managing factors were the substrate concentration and the enzyme preparations dosage, it was found that increasing the solids concentration in the reaction mixture during extruded sunflower meal hydrolysis enhances the degree of hydrolysis of non-starch polysaccharides and hinders hydrolysis of the protein to digestible soluble peptides with a molecular weight below 10 kDa. The maximal achieved concentrations of hydrolysis products in the experiment conditions (12-12.5 mg RS / g DM and 245-250 mg soluble protein / g DM) corresponded to the maximum dosages of appropriate enzyme preparations. It was shown that sunflower meal pretreatment using extrusion provides increased RS concentrations by 51.5% and the soluble protein by 15.1% compared to hydrolysates of the nonextruded sunflower meal.

Keywords: sunflower meal, extrusion cooking, hydrolysis, proteases, cellulase, solids concentration.**Введение**

Шрот подсолнечника является перспективным сырьевым источником для пищевой, кормовой и микробиологической отраслей. Белки подсолнечника не содержат антипитательных компонентов, не обладают специфическим вкусом и характеризуются хорошо сбалансированным аминокислотным составом, за исключением лизина, который является лимитирующей кислотой [1]. Использование подсолнечного шрота (ПШ) в кормовых целях ограничено из-за высокого содержания некрахмальных полисахаридов (НКП), оказывающих антипитательное действие. НКП повышают вязкость перевариваемой массы, снижают утилизацию нутриентов, образуют комплексы с белком, снижая его переваримость, способствуют развитию патогенной микрофлоры в кишечнике [2, 3]. Основными НКП подсолнечного шрота являются целлюлоза и арабиноксиланы. В среднем, в семенах подсолнечника общее содержание НКП составляет до 31,2%.

Для снижения антипитательного действия НКП широко применяют ферментативную биоконверсию. Ферментные препараты (ФП) целлюлаз и гемицеллюлаз разрушают матрикс клеточных стенок и повышают доступность питательных компонентов для действия пищеварительных ферментов. Частичный гидролиз НКП повышает содержание простых сахаров, дефицит которых является одной из проблем кормопроизводства. Недостаток простых сахаров в рационе может вызывать целый ряд нарушений обмена веществ животных, снижающих степень использования питательных

веществ и их трансформации в продукты животноводства и уменьшающих срок хозяйственного использования животных [4]. Помимо карбогидраз при обработке ПШ используют протеолитические ФП для получения гидролизатов с улучшенными функциональными и питательными свойствами. Гидролизаты белка подсолнечника могут быть источником биоактивных пептидов [5]. Важными технико-экономическими факторами проведения биоконверсии шрота подсолнечника являются концентрация сухих веществ в реакционной среде и дозировки гидролитических ферментных препаратов. Субстрат с высоким содержанием НКП склонен к набуханию, что при водно-ферментативной обработке при высоких концентрациях сухих веществ значительно снижает массообмен, повышает вязкость среды, затрудняет перемешивание и перекачивание гидролизата с риском образования заторов в технологических трубопроводах.

Целью исследования являлось изучение влияния концентрации сухих веществ и дозровок ФП на качество гидролиза шрота подсолнечника, предварительно подвергнутого термомеханической экструзии — процесса, обеспечивающий доизмельчение сырья, его баро-, влаго- и термообработку в условиях высокого напряжения сдвига [6] и способствующего повышению ферментативной атакемости биополимеров растительного сырья.

Материалы и методы исследования

Объектом исследования являлся шрот подсолнечника тостированный влажностью 7,8% с содержанием белка 39% на абсолютно сухое вещество.

Шрот подсолнечника экструдировали на лабораторном экструдере Werner&Pfleiderer Continua 37 (Штутгарт, Германия) с диаметром шнеков 37 мм и относительной длиной зоны экструзии 27 м/м. Температура экструзии составляла 150 °С, скорость вращения шнеков 270 об/мин, давление 5,8 МПа.

Гидролиз проэкструдированного шрота осуществляли протеолитическим ферментным препаратом Протолад Б (ОАО «Энзим», Украина) и целлюлолитическим препаратом Целлюлад (ОАО «Энзим», Украина). Ферментативную обработку субстрата проводили в течение 5 часов при температуре 40 °С.

Дизайн исследования базировался на методе рототабельного композиционного планирования эксперимента, в котором в качестве управляющих факторов были приняты концентрация реакционной среды и дозировки ферментных препаратов. Уровни варьирования факторов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Реальные и кодированные значения управляющих факторов

| Кодированные значения | Реальные значения | | |
|-----------------------|----------------------------|--------------------|---------------------|
| | Концентрация сухих веществ | Дозировка протеазы | Дозировка целлюлазы |
| | % | ед.ПС/ г СВ | ед. КМЦ/ г СВ |
| -α | 15,0 | 0,5 | 10,0 |
| -1 | 17,0 | 0,8 | 16,0 |
| 0 | 20,0 | 1,25 | 25,0 |
| 1 | 23,0 | 1,7 | 34,0 |
| α | 25,0 | 2,0 | 40,0 |

Выходными параметрами эксперимента являлись выход растворимого белка и выход восстанавливающих сахаров (ВС), как косвенный показатель гидролиза некрахмалистых полисахаридов (НКП). Содержание растворимого белка определяли методом Лоури как концентрацию низкомолекулярных пептидов с молекулярной массой (М.м.) менее 10 кДа [7], содержание ВС определяли методом Шомоди-Нельсона [8].

Статистическую обработку результатов измерения, выполнение расчетов методом ортогонального композиционного планирования, проверку значимости коэффициентов уравнения по критерию Стьюдента и адекватность модели по критерию Фишера осуществляли с применением программы Scilab 5.5 (Scilab Enterprises, Франция) при уровне значимости α=0,05.

Результаты и их обсуждение

В таблице 2 представлены результаты гидролиза экструдированного шрота подсолнечника.

Таблица 2 – Результаты гидролиза

| Концентрация сухих веществ | Дозировка протеазы | Дозировка целлюлазы | Концентрация растворимого белка | Концентрация восстанавливающих сахаров |
|----------------------------|--------------------|---------------------|---------------------------------|--|
| % | ед.ПС/ г СВ | ед. КМЦ/ г СВ | мг/ г СВ | мг/ г СВ |
| 23,0 | 1,7 | 34,0 | 223,0 | 12,0 |
| 17,0 | 1,7 | 34,0 | 251,0 | 11,0 |
| 23,0 | 0,8 | 34,0 | 209,0 | 13,6 |
| 23,0 | 1,7 | 16,0 | 220,0 | 8,7 |
| 17,0 | 0,8 | 16,0 | 198,0 | 8,1 |
| 23,0 | 0,8 | 16,0 | 195,0 | 10,9 |
| 17,0 | 1,7 | 16,0 | 243,0 | 8,5 |
| 17,0 | 0,8 | 34,0 | 211,0 | 10,9 |

Окончание табл. 2 – Результаты гидролиза

| Концентрация сухих веществ | Дозировка протеазы | Дозировка целлюлазы | Концентрация растворимого белка | Концентрация восстанавливающих сахаров |
|----------------------------|--------------------|---------------------|---------------------------------|--|
| % | ед.ПС/ г СВ | ед. КМЦ/ г СВ | мг/ г СВ | мг/ г СВ |
| 15,0 | 1,25 | 25,0 | 235,0 | 8,4 |
| 25,0 | 1,25 | 25,0 | 214,0 | 11,5 |
| 20,0 | 0,5 | 25,0 | 189,0 | 11,2 |
| 20,0 | 2,0 | 25,0 | 243,0 | 12,1 |
| 20,0 | 1,25 | 10,0 | 220,0 | 6,1 |
| 20,0 | 1,25 | 40,0 | 237,0 | 12,0 |
| 20,0 | 1,25 | 25,0 | 220,0 | 10,0 |
| 20,0 | 1,25 | 25,0 | 219,0 | 9,8 |
| 20,0 | 1,25 | 25,0 | 220,0 | 11,3 |
| 20,0 | 1,25 | 25,0 | 218,0 | 11,1 |
| 20,0 | 1,25 | 25,0 | 226,0 | 9,6 |
| 20,0 | 1,25 | 25,0 | 223,0 | 10,7 |
| Контроль (без экстракции) | | | | |
| 20,0 | 1,25 | 25,0 | 192 | 6,6 |

Методом рототабельного композиционного планирования на основании проведенных экспериментальных работ получены адекватные математические модели в виде полиномов второго порядка 1 и 2, описывающих влияние управляющих факторов — концентрации субстрата и дозировок гидролитических ферментных препаратов на концентрацию растворимого белка и восстанавливающих сахаров.

$$ph = 16,7 + 2,97 \cdot S + 224 \cdot p + 3,26 \cdot z - 4,13 \cdot s \cdot p - 42,98 \cdot p^2 - 0,0545 \cdot z^2 \quad (1)$$

$$rs = -14,86 + 1,3 \cdot S + 2,25 \cdot p + 0,44 \cdot z - 0,41 \cdot s \cdot p - 0,0125 \cdot S^2 + 2,465 \cdot p^2 - 0,0054 \cdot z^2 \quad (2)$$

где ph — концентрация растворимого белка, мг/ г СВ;

rs - концентрация восстанавливающих сахаров, мг / г СВ;

S - концентрация сухих веществ гидролизата, %;

p- дозировка протеазы, ед.ПС/ г СВ;

z - дозировка целлюлазы, ед. КМЦ/ г СВ;

Графическая интерпретация полученных моделей в виде линий равного уровня при фиксированных значениях одного из управляющих факторов представлена на рисунках 1 и 2.

Анализ рисунка 1 показывает, что в исследуемом факторном пространстве максимальное образование восстанавливающих сахаров 12-12,5 мг/ г СВ соответствует высокой концентрации субстрата 21-23% и высокой концентрации целлюлазы 28-34 ед. КМЦ/ г СВ (рисунок 1С, 1D и 1I). Характер линий равного уровня свидетельствует о положительной корреляции между этими управляющими факторами и концентрацией восстанавливающих сахаров. Низкие значения концентрации субстрата (17-19%) и дозировки целлюлазы (16-20 ед. КМЦ/ г СВ) обеспечивают гидролиз некрахмалистых полисахаридов до восстанавливающих сахаров на уровне значений 7,5-8 мг/ г СВ. Стоит отметить, что значение контроля — неэкструдированного образца, прогидролизованного при условиях центра рототабельного плана, составило всего 6,6 мг/г СВ. Сравнение со средним значением опыта в центре плана, составляющим 10 мг/ г СВ, свидетельствует о том, что предварительное экструдирование сырья позволило повысить концентрацию восстанавливающих сахаров на 51,5%.

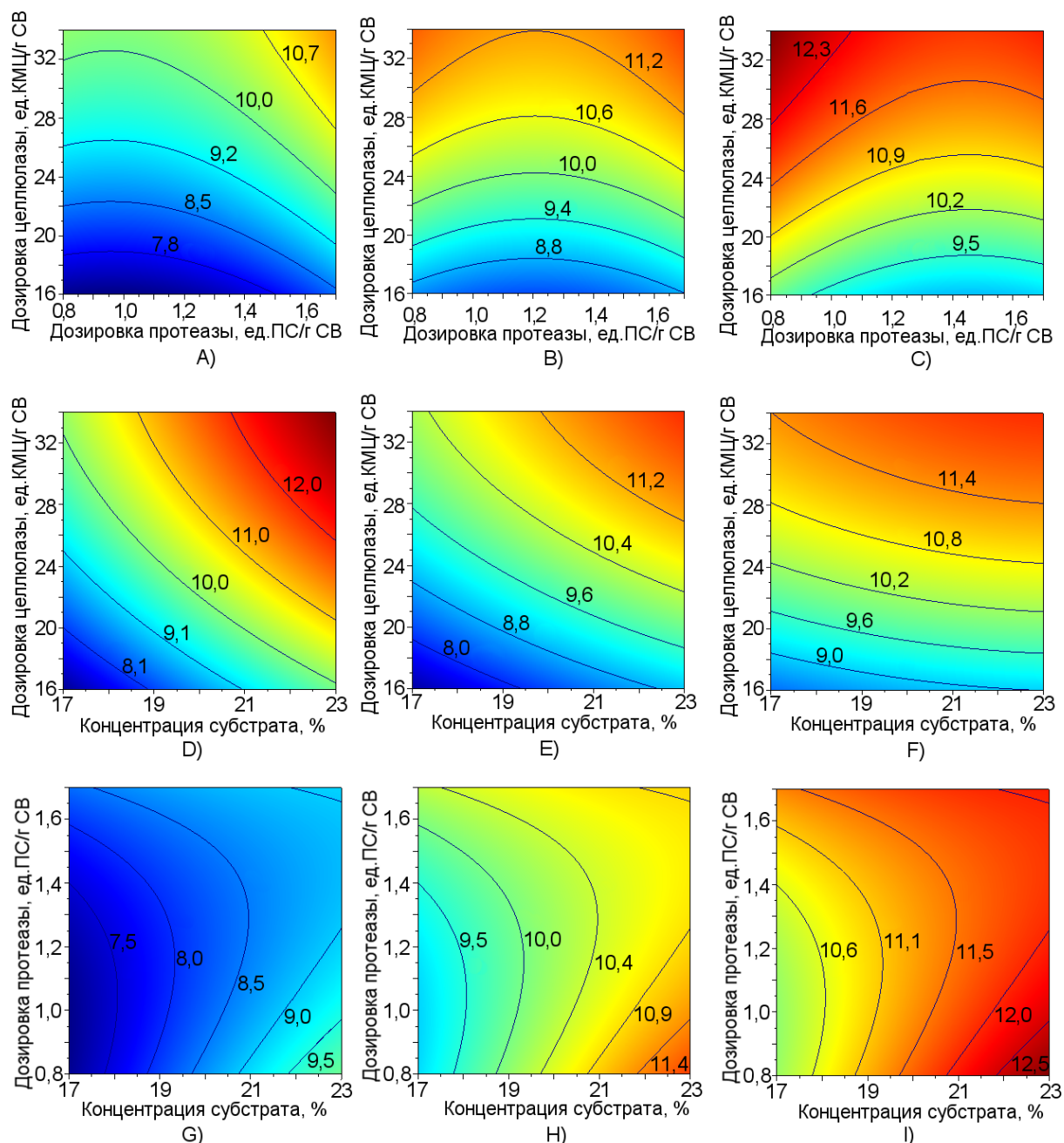


Рис.1 – Влияние управляющих факторов на изменение концентрации восстанавливающих сахаров при фиксированной концентрации субстрата:

А – 17 % СВ, В – 20 % СВ, С – 23 % СВ;
 при фиксированной дозировке протеазы:
 D – 0,8 ед. ПС/ г СВ, Е – 1,25 ед.ПС/ г СВ, F – 1,7 ед.ПС / г СВ;
 при фиксированной дозировке целлюлазе:
 G – 16 ед.КМЦ/г СВ, Н – 25 ед.КМЦ/г СВ, I – 34 ед.КМЦ/г СВ

Помимо очевидного влияния концентрации сухих веществ и дозировки целлюлазы, стоит отметить значимое влияние протеазы на результаты гидролиза НКП. При низкой концентрации субстрата (рисунок 1А) увеличение дозировки протеазы совместно с увеличением дозировки целлюлазы способствует повышению содержания восстанавливающих сахаров. В зоне высокой концентрации СВ гидролизата влияние протеазы имеет обратный характер (рисунок 1С, 1D и 1I) и максимальным значениям концентрации восстанавливающих сахаров соответствует минимальная дозировка протеазы 0,8-1 ед. ПС/г СВ. Такое влияние протеазы можно связать с эффектом протеолиза белковых молекул целлюлаз, возрастающего в условиях повышения концентрации среды и дозировки протеолитического ФП.

На рисунке 2 в виде линий равного уровня представлена модель влияния исследуемых управляющих факторов на гидролиз белка экструдированного шрота до растворимых фракций. Положительной корреляцией характеризуется зависимость концентрации растворимого белка от дозирования протеазы и целлюлазы (рисунок 2А и 2В). Максимальное значение в условиях опыта составляло 245-250 мг/г СВ. Низким значениям дозировки протеазы соответствует концентрация растворимого белка 201-210 мг/ г СВ, что выше, чем в контрольном образце неэкструдированного шрота, гидролиз которого был проведен при более высоких дозировках протеазы. Концентрация растворимого белка

отрицательно коррелирует с концентрацией, что хорошо видно на рисунках 2F, 2H и 2I. При этом характер линий равного уровня показывает, что эффект влияния концентрации субстрата на результаты гидролиза возрастает с увеличением дозировки протеазы как показано на рисунках 2G, 2H и 2I.

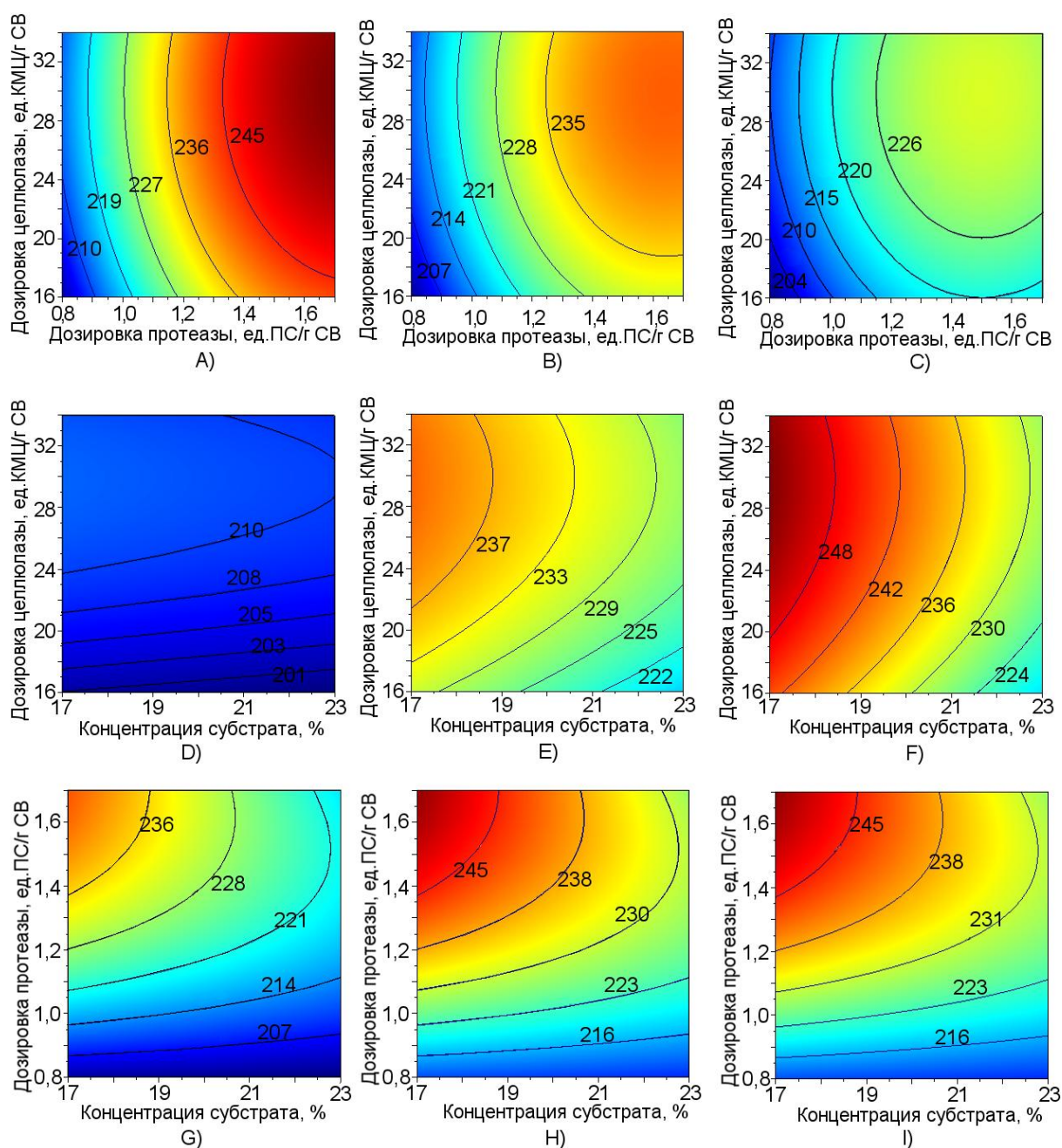


Рис. 2 – Влияние управляющих факторов на изменение концентрации растворимого белка при фиксированной концентрации субстрата:
 А – 17 % СВ, В – 20 % СВ, С – 23 % СВ;
 при фиксированной дозировке протеазы:
 D – 0,8 ед. ПС/г СВ, Е – 1,25 ед. ПС/г СВ, F – 1,7 ед. ПС/г СВ;
 при фиксированной дозировке целлюлазе:
 G – 16 ед. КМЦ/г СВ, H – 25 ед. КМЦ/г СВ, I – 34 ед. КМЦ/г СВ

Так например, при фиксированной дозировке целлюлазы 34 ед. КМЦ / г СВ и дозировке протеазы 1,4 ед. ПС / г СВ увеличение концентрации СВ реакционной смеси с 17 до 20% вызывает снижение концентрации растворимого белка с 245 до 238 мг/ г СВ. А дальнейшее увеличение до 22,7% уменьшает концентрацию растворимого белка до 231 мг/г СВ, то есть общее снижение в рамках интервала варьирования концентрации гидролизата составляет около 6%.

В случае гидролиза белковой фракции экструдированного шрота подсолнечника в сравнении с неэкструдированным образцом контроля установлено увеличение концентрации растворимого белка с 192 до 221 мг/ г СВ. Таким образом, экструзия в идентичных условиях гидролиза обеспечивает увеличение содержания растворимого белка на 15,1%.

Выводы

По результатам проведенного исследования установлено, что повышение концентрации сухих веществ в реакционной смеси при гидролизе экструдированного шрота подсолнечника повышает качество гидролизата

некрахмальных полисахаридов и снижает уровень гидролиза белка. Максимально достигнутые концентрации продуктов гидролиза в условиях опыта составляли 12-12,5 мг ВС /г СВ и 245-250 мг растворимого белка/ г СВ соответствовали максимальным дозировкам используемых ферментных препаратов. При этом максимальные значения концентрации восстанавливающих сахаров отмечены для минимальных дозировок протеазы, что может быть вызвано частичным гидролизом целлюлолитического ФП в условиях повышения дозировки протеолитического ФП. Увеличение концентрации целлюлазы в комплексе с протеазой оказывает положительный эффект на гидролиз белка.

Сравнение результатов опыта с контрольным образцом прогидролизованного неэкструдированного сырья показало, что экструзионная предподготовка шрота подсолнечника обеспечивает повышение концентрации ВС на 51,5%, а растворимого белка на 15,1%.

Список литературы / References

1. Sredanovic S.A. The nutritive value of poultry diets containing sunflower meal supplemented by enzymes / S.A. Sredanovic, J.D. Levića, R.D. Jovanovic, O.M. Duragić // *Acta periodica technologica*.- 2012. - V.43- P. 79-91.
2. Amerah A.M. Effect of different levels of rapeseed meal and sunflower meal and enzyme combination on the performance, digesta viscosity and carcass traits of broiler chickens fed wheat-based diets/ A.M. Amerah, K. van de Belt, J.D. van Der Klis // *Animal*. -2015.- V.9. - P.1131-1137.
3. Sredanovic S. Enzyme enhancement of the nutritional value of sunflower meal / S. Sredanovic, J. Levic, O. Djuragic// *Biotechnology in Animal Husbandry*.- 2005.-V.21. -P.197-202.
4. Забудский Ю.И. Зоогигиена с основами проектирования животноводческих объектов Электронный учебно-методический комплекс / Ю.И. Забудский, Р.А. Камалов, И.И. Кочиш М.: ФГОУ ВПО РГАЗУ и ФГОУ ВПО МГАВМиБ им. К.И. Скрябина.-2008.- URL: <https://goo.gl/pqAGmw>
5. Characterization of sunflower seed and kernel proteins/ S Žilić, M Barać, M Pešić, M Crevar, S Stanojević, A Nišavić, G Saratlić, M Tolimir// *HELIA*.- 2010. V.33, N52.- P.103-114.
6. Lamsal B. Extrusion as a thermo-mechanical pre-treatment for lignocellulosic ethanol / B. Lamsal, J. Yoo, K. Brijwani, S. Alavi // *Biomass and Bioenergy*. 2010. - №12. - P.1703-1710.
7. Morais H.A. Correlation between the degree of hydrolysis and the peptide profile of whey protein concentrate hydrolysates: effect of the enzyme type and reaction time / H.A. Morais, M.P.C. Silvestre, V.D.M. Silva , M.R. Silva, A.C. Simoes e Silva, J.N. Silveira// *American Journal of Food Technology*.- 2013.- №8. P.1-16.
8. Синицын А.П. Методы изучения и свойства целлюлолитических ферментов /А.П. Синицын, В.М. Черноглазов, А.В. Гусаков // *Биотехнология*. (Итоги развития науки и техники АН СССР). М., 1990. Вып. 25. С. 152.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Sredanovic S.A. The nutritive value of poultry diets containing sunflower meal supplemented by enzymes / S.A. Sredanovic, J.D. Levića, R.D. Jovanovic, O.M. Duragić // *Acta periodica technologica*.- 2012. - V.43- P. 79-91.
2. Amerah A.M. Effect of different levels of rapeseed meal and sunflower meal and enzyme combination on the performance, digesta viscosity and carcass traits of broiler chickens fed wheat-based diets/ A.M. Amerah, K. van de Belt, J.D. van Der Klis // *Animal*. -2015.- V.9. - P.1131-1137.
3. Sredanovic S. Enzyme enhancement of the nutritional value of sunflower meal / S. Sredanovic, J. Levic, O. Djuragic// *Biotechnology in Animal Husbandry*.- 2005.-V.21. -P.197-202.
4. Zabudskiy Yu.I. Zoogigiena s osnovami proetirovaniya zhivotnovodcheskih obektov. [Zoohygiene with the basics of designing of the livestock facilities. Electronic teaching coursescomplex]/ Yu.I. Zabudskiy, R.A. Kamalov, I.I. Kochish . - M.- 2008.- URL: <https://goo.gl/pqAGmw> [in Russian]
5. Characterization of sunflower seed and kernel proteins/ S Žilić, M Barać, M Pešić, M Crevar, S Stanojević, A Nišavić, G Saratlić, M Tolimir// *HELIA*.- 2010. V.33, N52.- P.103-114.
6. Lamsal B. Extrusion as a thermo-mechanical pre-treatment for lignocellulosic ethanol / B. Lamsal, J. Yoo, K. Brijwani, S. Alavi // *Biomass and Bioenergy*. 2010. - №12. - P.1703-1710.
7. Morais H.A. Correlation between the degree of hydrolysis and the peptide profile of whey protein concentrate hydrolysates: effect of the enzyme type and reaction time / H.A. Morais, M.P.C. Silvestre, V.D.M. Silva , M.R. Silva, A.C. Simoes e Silva, J.N. Silveira// *American Journal of Food Technology*.- 2013.- №8. P.1-16.
8. Sinitsyn A.P. Methody izucheniya i svoistva celluloliticheskikh fermentov [Methods of investigation of cellulolytic enzymes and its properties]/ A.P. Sinitsyn, V.M. Chernoglazov, A.V. Gusakov // *Biotechnology*. (Results of Research and Technology. Academy of Sciences of the USSR). М., 1990. Is.25. 152 P. [in Russian]

DOI: 10.18454/IRJ.2016.54.035

Шеуджен А.Х.¹, Бондарева Т.Н.², Хачмамук П.Н.³, Галай Н.С.⁴, Зоз О.В.⁵¹ORCID: 0000-0001-5116-197X, академик РАН, доктор биологических наук, профессор,²ORCID: 0000-0002-2764-2236, кандидат сельскохозяйственных наук, ³младший научный сотрудник,⁴младший научный сотрудник, ⁵ORCID: 0000-0002-8361-0212, аспирант,

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт риса», г. Краснодар, Россия

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ФОСФОГИПСА НЕЙТРАЛИЗОВАННОГО
В РИСОВОМ СЕВООБОРОТЕ**

Последствие фосфогипса нейтрализованного сохраняется на протяжении 2-х лет после его применения. Влияние фосфогипса, внесенного в количестве 4 и 6 т/га, на следующий год после применения (1-й год последействия) обуславливало увеличение по сравнению с внесением минеральных удобрений урожайности зерна риса на 0,56 т/га (7,1 %) и 0,33 т/га (4,2 %), а зеленой массы люцерны 1-го года на 0,55 и 0,65 т/га (6,9 и 8,2 %) и 0,77 и 0,80 т/га (9,7 и 10,0 %) соответственно при внесении весной и осенью. Во 2-й год последействия фосфогипса нейтрализованного урожайность зеленой массы люцерны 1-го года на этих участках была выше, чем на контрольных на 5,0–5,5 % (0,56–0,62 т/га).

Ключевые слова: фосфогипс нейтрализованный, аммонийный азот, подвижный фосфор, подвижный калий, урожайность риса, урожайность люцерны.

Sheudzhen A.Kh.¹, Bondareva T.N.², Khachmamuk P.N.³, Galay N.S.⁴, Zoz O.V.⁵¹ORCID: 0000-0001-5116-197X, Academician of Russian academy of Science, PhD in Biology, professor,²ORCID: 0000-0002-2764-2236, PhD. in Agriculture, ³Junior scientist, ⁴Junior scientist,⁵ORCID: 0000-0002-8361-0212, Postgraduate student,

FSBSI «All-Russian Rice Research Institute», Krasnodar, Russia

EFFICIENCY OF USING NEUTRALIZED PHOSPHOGYPSUM IN RICE CROP ROTATION

The aftereffect of neutralized phosphogypsum stays for 2 years after application. Influence of phosphogypsum introduced at dose of 4 and 6 t / ha in the year following the application (1st year of aftereffect) causes an increase in rice grain yield, in comparison with the aftereffect of mineral fertilizers, by 0.56 t/ha (7,1%) and 0.33 t/ha (4,2%) and increase in green mass of first year alfalfa by 0.55 and 0.65 t/ha (6,9 and 8,2%) and 0.77 and 0.80 t/ha (9,7 and 10,0%) with the spring and autumn application respectively. In the 2nd year of aftereffect of neutralized phosphogypsum yield of green mass of first year alfalfa in these areas was higher than in the control by 5,0-5,5% (0,56-0,62 t/ha).

Keywords: neutralized phosphogypsum, ammonium nitrogen, labile phosphorus, labile potassium, rice yield, alfalfa yield.

В земледелии Российской Федерации как следствие недостаточного внесения минеральных удобрений сложился отрицательный баланс элементов питания, что приводит к деградации почвенного плодородия. За последние два десятилетия в почвах Краснодарского края содержание подвижных форм бора сократилось на 10 %, кобальта – 14 %, марганца – 10 %, меди – 7 %, молибдена – 15 %, цинка – на 6 %. Особенно интенсивно эти процессы идут в почвах рисовых оросительных систем, т. к. в затопленной почве потери азота увеличиваются, а подвижность большинства микроэлементов уменьшается за счет образования недоступных растениям соединений – гидрокарбонатов, сульфидов, фосфидов. Интенсивное сельскохозяйственное использование рисовых оросительных систем без применения агрохимических средств ведет к их деградации. Частично решает эту проблему внесение в почву фосфогипса нейтрализованного ООО «ЕвроХим–БМУ, побочного продукта производства фосфорных удобрений [5].

Внесение фосфогипса обеспечивает оптимизацию реакции среды почв в благоприятном для риса интервале, пополнение содержания в почве кальция, серы, кремния, фосфора и микроэлементов, стабилизацию минеральных коллоидов, обеспечивающих поддержание плодородия, увеличение количества мелкодисперсных частиц, которые имеют большое значение в образовании поглотительной способности почв и увеличении содержания элементов питания [2, 3]. На основании многочисленных исследований, выполненных на разных почвах и культурах, доказано, что фосфогипс нейтрализованный и обычный являются комплексным удобрением, содержащим кальций, фосфор, серу, кремний и ряд микроэлементов. Замена в системе удобрения риса при внесении в основной прием 150 кг/га аммофоса на 40 кг/га карбамида и 4 т/га фосфогипса обеспечивает более высокий уровень содержания доступных растениям форм азота, фосфора и калия в почве, чем при внесении $N_{18+55,2+46}P_{80}K_{60}$, и обеспечивает формирование урожая, как минимум эквивалентного с полученным на фоне внесения полного минерального удобрения, но чаще всего на 8–12 % выше. Рост урожая происходит в результате повышения выживаемости растений, озерненности метелки и массы зерна с растения [6, 7]. Применение фосфогипса имеет еще и природоохранное значение, заключающееся не только в освобождении многих сотен гектаров земли, занятых многотоннажным отходом, но и в значительном обогащении почв элементами питания.

Имеются сведения о пролонгированном влиянии фосфогипса нейтрализованного на питательный режим почв и урожайность сельскохозяйственных культур [1, 8, 10]. Для рационального применения фосфогипса на посевах риса необходимо оценить продолжительность его действия как поликомпонентного удобрения.

Цель исследований – оценить последствие фосфогипса нейтрализованного в рисовом севообороте.

Методика. Полевые исследования проводили в соответствии с общепринятыми методиками на рисовой оросительной системе ФГУП РПЗ «Красноармейский» им. А.И. Майстренко Красноармейского района Краснодарского края. Территория хозяйства относится к Центральной агроклиматической зоне Краснодарского края. Изучалось последствие фосфогипса (ФГ), внесенного под рис в количестве 2, 4 и 6 т/га весной и осенью, в звене рис-рис, рис-люцерна и рис-рис-люцерна. При выращивании следующих после внесения фосфогипса культур

вносилось только азотное и калийное удобрение на посеве риса. Площадь делянки 2500 м². Повторность 4-х кратная. Агротехника выращивания культур общепринятая для данной зоны в соответствии с рекомендациями ВНИИ риса.

Объектом исследования были сорт риса Рапан, люцерна Славянская местная и фосфогипс нейтрализованный ООО «ЕвроХим-БМУ». Почва опытного участка: рисовая луговая маломощная слабогумусная на аллювиальных тяжелых суглинках.

Содержание в почве обменного аммония определяли в 2 % KCl вытяжке, подвижного фосфора и подвижного калия – по Чирикову; pH_{водн.} – потенциометрическим методом, состав поглощенных оснований – по методу Шолленберга [4]. Урожайность приводили к стандартной влажности и чистоте. Статистическая оценка результатов исследований выполнена с использованием метода дисперсионного анализа [9].

Результаты исследований. На следующий год после внесения фосфогипса нейтрализованного был посеян рис. Вносилось N₁₂₀K₆₀ (азотное удобрение (карбамид) – N₂₃ до посева, N₄₆ – 4–5 листьев и N₄₆ – 6–7 листьев), т. е. фосфорное удобрение не вносилось. Анализ почвы до посева и внесения удобрений выявил незначительное подщелачивание почвенного раствора на вариантах с внесением фосфогипса. Степень увеличения pH зависела от нормы фосфогипса: чем она больше, тем выше были значения pH (табл. 1).

Таблица 1 – Динамика pH почвенного раствора (последствие фосфогипса 1-й год)

| Вариант | До посева | После уборки |
|---|-----------|--------------|
| Без удобрений | 6,59 | 6,59 |
| N ₁₂₀ P ₈₀ K ₆₀ – контроль | 6,58 | 7,69 |
| N ₁₂₀ K ₆₀ | 6,64 | 6,74 |
| N ₁₂₀ K ₆₀ + ФГ*, 2 т/га | 6,72 | 7,63 |
| N ₁₂₀ K ₆₀ + ФГ, 4 т/га | 6,74 | 7,85 |
| N ₁₂₀ K ₆₀ + ФГ, 6 т/га | 6,98 | 7,78 |

В почве с внесением фосфогипса в период вегетации растений риса содержалось больше, чем на контроле, аммонийного азота, подвижных форм фосфора и калия (табл. 2). Наибольшее их количество отмечалось в вариантах с внесением в предшествующем году фосфогипса в количестве 4 и 6 т/га.

Таблица 2 – Содержание доступных растениям форм элементов питания в рисовой луговой почве (последствие фосфогипса 1-й год), мг/100 г

| Вариант | Азот аммонийный | | Фосфор подвижный | | Калий подвижный | |
|---|-----------------|--------------|------------------|--------------|-----------------|--------------|
| | до посева | после уборки | до посева | после уборки | до посева | после уборки |
| Без удобрений | 0,30 | 0,68 | 5,37 | 6,07 | 8,85 | 9,24 |
| N ₁₂₀ P ₈₀ K ₆₀ – контроль | 1,56 | 0,68 | 5,92 | 6,83 | 7,91 | 7,35 |
| N ₁₂₀ K ₆₀ | 0,93 | 0,54 | 5,74 | 7,81 | 8,73 | 7,35 |
| N ₁₂₀ K ₆₀ + ФГ, 2 т/га | 1,64 | 0,68 | 5,74 | 8,87 | 8,09 | 8,23 |
| N ₁₂₀ K ₆₀ + ФГ, 4 т/га | 1,63 | 0,50 | 7,27 | 8,95 | 7,81 | 7,85 |
| N ₁₂₀ K ₆₀ + ФГ, 6 т/га | 0,95 | 0,54 | 7,42 | 9,85 | 8,05 | 7,51 |

Внесение фосфогипса отразилось на составе и сумме поглощенных оснований (табл. 3). В почвенно-поглощающем комплексе рисовой луговой почвы в результате внесения фосфогипса снизились доли магния и натрия, и повысилась – кальция.

Таблица 3 – Сумма и состав поглощенных оснований рисовой луговой почве в 1-й год последствия фосфогипса

| Вариант | Содержание катионов, мг-экв./100 г | | | | | Доля от суммы, % | | | |
|---|------------------------------------|------------------|-----------------|----------------|-------|------------------|------------------|-----------------|----------------|
| | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | Na ⁺ | K ⁺ | сумма | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | Na ⁺ | K ⁺ |
| До посева | | | | | | | | | |
| Без удобрений | 29,2 | 3,3 | 1,36 | 1,80 | 35,66 | 81,88 | 9,25 | 3,81 | 5,05 |
| N ₁₂₀ P ₈₀ K ₆₀ – контроль | 29,2 | 3,2 | 1,32 | 1,74 | 34,46 | 82,35 | 9,02 | 3,72 | 4,91 |
| N ₁₂₀ K ₆₀ | 29,4 | 3,1 | 1,38 | 1,81 | 35,69 | 82,38 | 8,69 | 3,87 | 5,07 |
| N ₁₂₀ K ₆₀ + ФГ, 2 т/га | 29,3 | 3,2 | 1,31 | 1,90 | 35,71 | 82,05 | 8,96 | 3,67 | 5,32 |
| N ₁₂₀ K ₆₀ + ФГ, 4 т/га | 29,2 | 3,1 | 1,30 | 1,69 | 35,29 | 82,74 | 8,78 | 3,68 | 4,79 |
| N ₁₂₀ K ₆₀ + ФГ, 6 т/га | 29,3 | 3,4 | 1,34 | 1,84 | 35,88 | 81,66 | 9,48 | 3,73 | 5,13 |
| После уборки | | | | | | | | | |
| Без удобрений | 28,4 | 2,9 | 1,31 | 1,67 | 34,28 | 82,85 | 8,46 | 3,82 | 4,87 |
| N ₁₂₀ P ₈₀ K ₆₀ – контроль | 28,3 | 3,0 | 1,29 | 1,86 | 34,45 | 82,15 | 8,71 | 3,74 | 5,40 |
| N ₁₂₀ K ₆₀ | 28,4 | 3,1 | 1,22 | 1,62 | 34,34 | 82,70 | 9,03 | 3,55 | 4,72 |
| N ₁₂₀ K ₆₀ + ФГ, 2 т/га | 29,5 | 2,9 | 1,19 | 1,72 | 35,31 | 83,55 | 8,21 | 3,37 | 4,87 |
| N ₁₂₀ K ₆₀ + ФГ, 4 т/га | 29,9 | 2,8 | 1,19 | 1,59 | 35,48 | 84,27 | 7,89 | 3,35 | 4,48 |
| N ₁₂₀ K ₆₀ + ФГ, 6 т/га | 29,9 | 2,8 | 1,15 | 1,84 | 35,69 | 83,78 | 7,85 | 3,22 | 5,16 |

После уборки урожая физико-химические свойства почвы из вариантов с внесением фосфогипса и полного минерального удобрения остались такими же, какими были весной до посева риса. Исключение составило содержание аммонийного азота, которое было несколько меньше, чем в контроле.

Последствие фосфогипса зафиксировано при его внесении в количествах 4 и 6 т/га. Это проявилось в увеличении урожайности риса по сравнению с контролем на 0,56 т/га (7,13 %) и 0,33 т/га (4,20 %) соответственно (табл. 4).

Таблица 4 – Урожайность зерна риса, последствие фосфогипса 1-й год

| Вариант | Урожайность, т/га | Прибавка, | |
|----------------------------------|-------------------|-----------|-------|
| | | т/га | % |
| $N_{120}P_{80}K_{60}$ – контроль | 7,85 | – | – |
| $N_{120}K_{60}$ | 7,91 | 0,06 | 0,76 |
| $N_{120}K_{60}$ + ФГ, 2 т/га | 7,84 | 0,01 | 0,13 |
| $N_{120}K_{60}$ + ФГ, 4 т/га | 8,41 | 0,56 | 12,23 |
| $N_{120}K_{60}$ + ФГ, 6 т/га | 8,18 | 0,33 | 4,20 |
| НСР ₀₅ | 0,32 | | |

Таким образом, положительное влияние фосфогипса, внесенного в количестве 4 и 6 т/га, продолжается на следующий после применения год и выражается увеличением на 0,56 и 0,33 т/га урожайности риса по сравнению с полным минеральным удобрением соответственно.

Влияние фосфогипса сказалось и на люцерне, посеянной на рисовом чеке, на котором в предшествующий год под рис применялся фосфогипс (табл. 5). Последствие фосфогипса нейтрализованного, внесенного весной, выразилось в увеличении урожайности зеленой массы на 0,55–0,65 т/га или 6,9–8,2 %, а сена – на 0,17–0,20 т/га, что составляет 7,1–8,4 % по сравнению с контролем, где в предшествующий год вносилось полное минеральное удобрение из расчета $N_{120}P_{80}K_{60}$. Еще существеннее последствие фосфогипса, внесенного осенью под основную обработку почвы. В этих вариантах урожайность зеленой массы люцерны была больше, чем в контроле на 0,17–0,80 т/га или 2,1–10,0 %, а сена – на 0,06–0,24 т/га или 2,5–10,0 %. Достоверных различий в последствии 4 и 6 т/га фосфогипса, внесенного как весной, так и осенью, не отмечено.

Таблица 5 – Урожайность люцерны 1-го года 2-й укос, последствие фосфогипса 1-год, т/га

| Вариант | Зеленая масса | | Сено | |
|-------------------------------------|---------------|----------|-------------|----------|
| | урожайность | прибавка | урожайность | прибавка |
| $N_{120}P_{80}K_{60}$ – контроль | 7,98 | – | 2,39 | – |
| $N_{120}K_{60}$ | 7,25 | –0,73 | 2,18 | –0,21 |
| $N_{120}K_{60}$ + ФГ, 2 т/га весной | 7,96 | –0,02 | 2,39 | 0,0 |
| $N_{120}K_{60}$ + ФГ, 4 т/га весной | 8,53 | 0,55 | 2,56 | 0,17 |
| $N_{120}K_{60}$ + ФГ, 6 т/га весной | 8,93 | 0,65 | 2,59 | 0,20 |
| $N_{120}K_{60}$ + ФГ, 2 т/га осенью | 8,15 | 0,17 | 2,45 | 0,06 |
| $N_{120}K_{60}$ + ФГ, 4 т/га осенью | 8,75 | 0,77 | 2,63 | 0,24 |
| $N_{120}K_{60}$ + ФГ, 6 т/га осенью | 8,78 | 0,80 | 2,63 | 0,24 |
| НСР ₀₅ | 0,52 | – | 0,14 | – |

Действие фосфогипса нейтрализованного сказывалось на росте и развитии растений люцерны, посеянной после 2-х лет выращивания риса на участке, где он вносился 2 года назад. В этом опыте урожайность зеленой массы люцерны в результате последствия 4 и 6 т/га фосфогипса нейтрализованного была выше, чем на участке с внесением удобрения из расчета $N_{120}P_{80}K_{60}$, на 0,56 и 0,62 т/га, что составляет 5,0 и 5,5 %, а сена – на 0,17 и 0,19 т/га или 5,1 и 5,7 %. Прибавки по сравнению с неудобренным вариантом были выше и составляли 45,5–46,2 % и 45,9–46,7 % соответственно зеленой массы и сена (табл. 6). Наиболее значительным было последствие фосфогипса, внесенного в количестве 6 т/га.

Таблица 6 – Урожайность люцерны 1-го года 2-й укос, последствие фосфогипса 2-год, т/га

| Вариант | Зеленая масса | | Сено | |
|-------------------------------------|---------------|----------|-------------|----------|
| | урожайность | прибавка | урожайность | прибавка |
| Без удобрений | 8,08 | – | 2,42 | – |
| $N_{120}P_{80}K_{60}$ – контроль | 11,20 | – | 3,36 | – |
| $N_{120}K_{60}$ | 10,41 | –0,79 | 3,12 | –0,24 |
| $N_{120}K_{60}$ + ФГ, 2 т/га весной | 11,12 | –0,08 | 3,34 | –0,02 |
| $N_{120}K_{60}$ + ФГ, 4 т/га весной | 11,76 | 0,56 | 3,53 | 0,17 |
| $N_{120}K_{60}$ + ФГ, 6 т/га весной | 11,82 | 0,62 | 3,55 | 0,19 |
| НСР ₀₅ | 0,55 | – | 0,15 | – |

Таким образом, положительное действие фосфогипса нейтрализованного сохраняется на протяжении 2-х лет после его применения. Так, влияние фосфогипса, внесенного в количествах 4 и 6 т/га, на следующий год после применения (1-й год последствия), обуславливало увеличение, по сравнению с внесением минеральных удобрений,

урожайности зерна риса на 0,56 т/га (7,1 %) и 0,33 т/га (4,2 %), а зеленой массы люцерны 1-го года на 0,55 и 0,65 т/га (6,9 и 8,2 %) и 0,77 и 0,80 т/га (9,7 и 10,0 %) соответственно при внесении весной и осенью. Через два года после применения фосфогипса нейтрализованного (2-й год последствий) урожайность зеленой массы люцерны 1-го года на этих участках была выше, чем на контрольных на 5,0–5,5 % (0,56–0,62 т/га).

Выводы. Последствие фосфогипса нейтрализованного сохраняется на протяжении 2-х лет после его применения. Влияние фосфогипса, внесенного в количестве 4 и 6 т/га на следующий год после применения (1-й год последствий), обуславливало увеличение, по сравнению с внесением минеральных удобрений урожайности зерна риса на 7,1 % и 4,2 %, а зеленой массы люцерны 1-го года на 6,9–9,7 % и 8,2–10,0 % соответственно при внесении весной и осенью. Во 2-й год последствий фосфогипса нейтрализованного урожайность зеленой массы люцерны 1-го года на этих участках была выше, чем на контрольных на 5,0–5,5 %.

Список литературы / References

1. Добрыднєв Е.П. Агроэкологическая эффективность нейтрализованного фосфогипса при возделывании озимой пшеницы в условиях Краснодарского края / Е.П. Добрыднєв, А.Х. Шеуджен, М.Ю. Локтионов, Н.И. Аканова, Л.М. Онищенко // Научно-методический журнал «XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс», – 2014. – 01(17). – С. 74-80.
2. Локтионов М.Ю. Агроэкологическая эффективность применения нейтрализованного фосфогипса при возделывании риса / М.Ю. Локтионов, Н.И. Аканова // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2015. – №1. – С. 26-31.
3. Локтионов М.Ю. Экологическая и агроэкономическая эффективность применения нейтрализованного фосфогипса в земледелии / М.Ю. Локтионов, И.А. Шильников, А.Х. Шеуджен, Н.И. Аканова // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс, – 2015. – № 05(27). – С. 134-146.
4. Рябцова С.А. Методические указания по проведению агрохимического обследования почв и анализа длительно затопляемых почв / С.А. Рябцова, В.Н. Чижи́ков, Т.Ф. Бочко, Л.А. Швы́дка. – Краснодар, 2012. – 52 с.
5. Теория и практика применения фосфогипса нейтрализованного в рисоводстве: методические рекомендации / А.Н. Корбка, ... С.В. Гаркуша, А.Х. Шеуджен, Т.Н. Бондарева, ... – Краснодар: ВНИИ риса, 2016. – 40 с.
6. Шеуджен А.Х. Использование фосфогипса нейтрализованного на посевах риса в качестве поликомпонентного удобрения. Сообщение I / А.Х. Шеуджен, Т.Н. Бондарева // Научный журнал КубГАУ, 2015. – №09(113). Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2015/09/pdf/20.pdf>, 1,188 у.п.л.
7. Шеуджен А.Х. Использование фосфогипса нейтрализованного на посевах риса в качестве поликомпонентного удобрения. Сообщение II / А.Х. Шеуджен, Т.Н. Бондарева // Научный журнал КубГАУ, 2015. – №09(113). Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2015/09/pdf/65.pdf>, 1,688 у.п.л.
8. Шеуджен А.Х. Агрохимия. Часть 3. Экспериментальная агрохимия / А.Х. Шеуджен – Краснодар: КубГАУ, 2016. – 715 с.
9. Шеуджен, А.Х. Методика агрохимических исследований и статистическая оценка их результатов / А.Х. Шеуджен, Т.Н. Бондарева. – Майкоп: ОАО «Полиграф-Юг», 2015. – 664 с.
10. Шеуджен А.Х. Фосфогипс нейтрализованный – высокоэффективное поликомпонентное удобрение на посевах зерновых культур / А.Х. Шеуджен, Л.М. Онищенко, Т.Н. Бондарева, С.В. Есипенко / Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2015. – № 1(52). – С 144–148.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Dobrydnev E.P. Agroekologicheskaja jeffektivnost' nejtralizovannogo fosfogipsa pri vozdeľvanii ozimoy pshenicy v uslovijah Krasnodarskogo kraja [Agroecological efficiency of neutralized phosphogypsum in cultivation of winter wheat in conditions of Krasnodar region] / E.P. Dobrydnev, A.Kh. Sheudzhen, M.Ju. Loktionov, N.I. Akanova, L.M. Onishhenko // Scientific and methodical journal «XXI century: results of the past and problems of the present plus» – 2014. – 01(17). – P. 74-80. [in Russian]
2. Loktionov M.Ju. Agroekologicheskaja jeffektivnost' primenenija nejtralizovannogo fosfogipsa pri vozdeľvanii risa [Agroecological efficiency of using neutralized phosphogypsum in rice cultivation] / M.Ju. Loktionov, N.I. Akanova // International agricultural journal – 2015. – №1. – P. 26-31. [in Russian]
3. Loktionov M.Ju. Jekologicheskaja i agroekonomicheskaja jeffektivnost' primenenija nejtralizovannogo fosfogipsa v zemledelii [Ecological and agroeconomic efficiency of using neutralized phosphogypsum in agriculture] / M.Ju. Loktionov, I.A. Shil'nikov, A.Kh. Sheudzhen, N.I. Akanova // XXI century: results of the past and problems of the present plus – 2015. – № 05(27). – P. 134-146. [in Russian]
4. Rjabcova S.A. Metodicheskie ukazanija pro provedeniju agrohimicheskogo obsledovanija pochv i analiza dlitel'no zatopljaemyh pochv [Guidelines on conducting agrochemical survey of soils and analysis of long-flooded soils] / S.A. Rjabcova, V.N. Chizhikov, T.F. Bochko, L.A. Shvydkaja. – Krasnodar, 2012. – 52 p. [in Russian]
5. Teorija i praktika primenenija fosfogipsa nejtralizovannogo v risovodstve: metodicheskie rekomendacii [Theory and practice of using neutralized phosphogypsum in rice growing: guidelines] / A.N. Korobka, ... S.V. Garkusha, A.Kh. Sheudzhen, T.N. Bondareva, ... – Krasnodar: All-Russian Rice Research Institute, 2016. – 40 p. [in Russian]
6. Sheudzhen A.Kh. Ispol'zovanie fosfogipsa nejtralizovannogo na posevah risa v kachestve polikomponentnogo udobrenija. Soobshhenie I [Using neutralized phosphogypsum on rice crops as a polycomponent fertilizer. Report I] / A.Kh. Sheudzhen, T.N. Bondareva // Scientific Journal of KubSAU, 2015. – №09(113). Access mode: <http://ej.kubagro.ru/2015/09/pdf/20.pdf>, 1,188 u.p.l. [in Russian]
7. Sheudzhen A.Kh. Ispol'zovanie fosfogipsa nejtralizovannogo na posevah risa v kachestve polikomponentnogo udobrenija. Soobshhenie II [Using neutralized phosphogypsum on rice crops as a polycomponent fertilizer. Report II] / A.Kh. Sheudzhen, T.N. Bondareva // Scientific Journal of KubSAU, 2015. – №09(113). Access mode: <http://ej.kubagro.ru/2015/09/pdf/65.pdf>, 1,688 u.p.l. [in Russian]

8. Sheudzhen A.Kh. Agrohimiya. Chast' 3. Jeksperimental'naja agrohimiya [Agrochemistry. Part 3. Experimental agrochemistry] / A.Kh. Sheudzhen – Krasnodar: KubSAU, 2016. – 715 p. [in Russian]
9. Sheudzhen A.Kh. Metodika agrohimicheskikh issledovanij i statisticheskaja ocenka ih rezul'tatov [Methodic of agrochemical researches and statistical evaluation of their results] / A.Kh. Sheudzhen, T.N. Bondareva. – Maykop: OAO «Poligraf-Jug», 2015. – 664 p. [in Russian]
10. Sheudzhen A.Kh. Fosfogips nejtralizovannyj – vysokojeffektivnoe polikomponentnoe udobrenie na posevah zernovykh kul'tur [Neutralized phosphogypsum – high efficiency polycomponent fertilizer on grain crops] / A.Kh. Sheudzhen, L.M. Onishhenko, T.N. Bondareva, S.V. Esipenko / Works of Kuban State Agrarian University. – 2015. – № 1(52). – P.144–148. [in Russian]