

ISSN 1997-4868

av.u.usaca.ru

04 (171) Апрель

Всероссийский научный аграрный журнал **2018**

АГРАРНЫЙ ВЕСТНИК

УРАЛА

Биология и биотехнологии

Технические науки

Экономика

УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ



Приглашаем на обучение по программам
ВЫСШЕГО и СРЕДНЕГО профессионального образования
по следующим эксклюзивным профессиям:

- Ветеринарный врач
- Ветеринарно-санитарный эксперт
- Технолог пищевых производств
- Технолог генетики и селекции растений и животных
- Товаровед по продовольственным и непродовольственным товарам
- Ландшафтный дизайнер
- Кадастровый инженер
- Инженер техносферной безопасности
- Инженер техсервиса и ремонта машин и оборудования
- Флорист
- Кинолог
- Инженер-эколог
- Финансист
- Экономист
- Бухгалтер
- Менеджер по персоналу

УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
сегодня:

- Современный студенческий комплекс
- Высокие стипендии успешным студентам
- Учебная практика зарубежом
- 100% обеспечение общежитием
- Все условия для занятия наукой
- Возможность открыть свое дело
- Легкое трудоустройство

• Колледж

Бакалавриат

Магистратура

Аспирантура

Приемная комиссия: г. Екатеринбург, ул. К. Либкнехта, 42

тел. 8 (343) 350-58-94, 227-27-77

www.urgau.ru vk.com/abiturient_urgau

ФУНГИЦИДЫ ОТ КОМПАНИИ «БАЙЕР»: ОБРАБОТКА ЗЕРНОВЫХ ДЛЯ ВЫСОКОГО УРОЖАЯ

Международный концерн «Байер» известен как производитель препаратов различного спектра действия для использования в сельском хозяйстве. Опыт многих агрономов свидетельствует о том, что применение средств «Байер» – верный шаг: препараты компании обеспечивают защиту растения на протяжении всего цикла роста. Растения, семена которых были обработаны препаратами «Байер», дают в конце сезона высокий урожай, который, кстати, потом прекрасно хранится в течение зимы. Использование препаратов защиты положительно влияет и на параметры качества зерна – его размер, влажность, сохранность и др.

Сегодня речь пойдет о фунгицидах компании «Байер».

Опытом применения фунгицидов для зерновых делится **Денис Геннадьевич Кирсанов, агроном СПК «Килачевский» Ирбитского района Свердловской области.**

– Денис Геннадьевич, расскажите, пожалуйста, что такое фунгициды и для чего они нужны?

– Фунгициды – это химические средства защиты растений, которые нужны для борьбы с заболеваниями. Важно, что фунгициды не только воздействуют на патогенную флору, но и стимулируют собственные защитные процессы в организме растения. И это очевидно при применении средств от компании «Байер» для зерновых: мы получаем высокий урожай зерна от здоровых растений, так как фунгициды хорошо влияют на качество, натуру и урожайность зерна.

– Какие фунгициды для обработки зерновых от компании «Байер» вам известны? С чем вы работаете в СПК «Килачевский»?

– Мне известны такие фунгициды, как «Фалькон», «Солигор», «Зантара», «Прозаро», «Прозаро Квантум», «Фоликур». В нашем хозяйстве мы давно применяем на зерновых культурах препарат «Фалькон». «Фалькон» – это системный фунгицид лечебного, профилактического и искореняющего действия; воздействует на широкий спектр заболеваний. Также мы применяли «Прозаро Квантум» и всегда присматриваемся к новинкам компании.

– А если говорить не только о фунгицидах, какие препараты вам знакомы на деле?

– Прекрасные препараты от «Байер», которые мы используем в своем хозяйстве, – это гербициды для борьбы с сорняками в посевах, такие препараты, как «Агритокс», «Секатор Турбо», «Вердикт». Это высокоселективные гербициды, которые целенаправленно воздействуют на сорняки, не задевая культурные растения. Эти гербициды имеют широкий спектр действия, то есть убивают самые разные сорняки.

– Как давно вы работаете с препаратами «Байер»? Каковы, как вам кажется, преимущества использования фунгицидов от компании «Байер»?

– С препаратами компании «Байер» мы в своем хозяйстве работаем более 10 лет. Преимущества фунгицидов «Байер», на мой взгляд, – это качество препарата и безопасность для человека. И на выходе получается высокий урожай качественного зерна, которое хорошо хранится. Значимо и то, что у компании «Байер» есть много фунгицидов, и агроном всегда может выбрать наиболее подходящее средство по цене, по действию, а также с учетом планируемой урожайности культуры.

– А можете поделиться, насколько можно увеличить урожай только за счет обработки фунгицидами?

– Из личного опыта могу сказать, что фунгицидная обработка дает прибавку урожайности от 3 до 5 центнеров с гектара земли. Кроме того, обработка фунгицидами «Байер» положительно влияет на качество производимого зерна и на его выполненность – степень налива и созревания зерна, которая определяет в конечном итоге его пищевую ценность.

– Каким образом происходит обработка этими препаратами? Есть ли наиболее эффективная схема применения фунгицидов для зерновых?

– Фунгицидная обработка производится опрыскивателями в период вегетации культуры. Это агроном определяет индивидуально. Чтобы получить желаемый эффект от фунгицидов, нужно применять их в нужную фазу развития растений.

В заключение хочу сказать, что компания «Байер» производит качественные и надежные препараты, которые можно рекомендовать всем сельхозтоваропроизводителям.

– Денис Геннадьевич, спасибо за диалог и удачи в новом сезоне!

Представитель АО «Байер» в Свердловской области + 7-912-030-23-56

Аграрный вестник Урала

№ 04 (171), апрель 2018 г.

Редакционный совет:

И. М. Донник — председатель редакционного совета, главный научный редактор, доктор биологических наук, профессор, академик РАН

Б. А. Воронин — заместитель председателя редакционного совета, заместитель главного научного редактора, доктор юридических наук, профессор

А. Н. Сёмин — заместитель главного научного редактора, доктор экономических наук, академик РАН

Члены редакционного совета:

Н. В. Абрамов, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (г. Тюмень)

М. Ф. Баймухамедов, доктор технических наук, профессор (Казахстан)

В. А. Бусол, доктор ветеринарных наук, профессор, академик Национальной академии аграрных наук (Украина), академик РАН

В. Н. Большаков, доктор биологических наук, академик РАН (г. Екатеринбург)

Т. Виашка, доктор ветеринарных наук, академик (Польша)

В. Н. Домацкий, доктор биологических наук, профессор (г. Тюмень)

С. В. Залесов, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заслуженный лесовод РФ (г. Екатеринбург)

Н. Н. Зезин, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (г. Екатеринбург)

В. П. Иваницкий, доктор экономических наук, профессор (г. Екатеринбург)

Ян Кампбелл, доктор-инженер, ассоциированный профессор (Чешская Республика)

Капоста Йожеф, декан факультета экономических и социальных наук (г. Геделле, Венгрия)

Н. С. Мандыгра, доктор ветеринарных наук, член-корреспондент Национальной академии аграрных наук (Украина)

В. С. Мырнин, доктор биологических наук, профессор (г. Екатеринбург)

П. Е. Подгорбунских, доктор экономических наук, профессор (г. Курган)

Н. И. Стрекозов, доктор сельскохозяйственных наук, академик Российской академии сельскохозяйственных наук (г. Москва)

А. В. Трапезников, доктор биологических наук, профессор (г. Екатеринбург)

В. Н. Шевкопляс, доктор биологических наук, профессор (г. Краснодар)

И. А. Шкуратова, доктор ветеринарных наук, профессор (г. Екатеринбург)

Е. А. Эбботт, профессор, Университет штата Айова

Хосе Луис Лопес Гарсиа, профессор, Политехнический университет (г. Мадрид, Испания)

Редакция журнала:

Д. Н. Багрецов — кандидат филологических наук, шеф-редактор

О. А. Багрецова — ответственный редактор

О. Ю. Петрова — редактор

Н. А. Предеина — верстка, дизайн

К сведению авторов

1. Представляемые статьи должны содержать результаты научных исследований, готовые для использования в практической работе специалистов сельского хозяйства, либо представлять для них познавательный интерес (исторические материалы и др.).

2. Структура представляемого материала в целом должна выглядеть так:

— УДК;

— рубрика;

— заголовок статьи (на русском языке);

— Ф. И. О. авторов, ученая степень, звание, должность, место работы, адрес и телефон для связи (на русском языке);

— ключевые слова (на русском языке);

— расширенная аннотация — 200–250 слов (на русском языке);

— заголовок статьи (на английском языке);

— Ф. И. О. авторов, ученая степень, звание, должность, место работы, адрес и телефон для связи (на английском языке);

— ключевые слова (на английском языке);

— расширенная аннотация — 200–250 слов (на английском языке);

— собственно текст (необходимо выделить заголовками в тексте разделы: «Цель и методика исследований», «Результаты исследований», «Выводы. Рекомендации»);

— список литературы, использованных источников (на русском языке);

— список литературы, использованных источников (на английском языке).

3. Линии графиков и рисунков в файле должны быть сгруппированы. Таблицы представляются в формате Word. Формулы — в стандартном редакторе формул Word, структурные химические в ISIS / Draw или сканированные, диаграммы в Excel. Иллюстрации представляются в электронном виде, в стандартных графических форматах.

4. Литература на русском и английском языке должна быть оформлена в виде общего списка, в тексте указывается ссылка с номером. Библиографический список оформляется в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5-2008.

5. Перед публикацией редакция направляет материалы на дополнительное рецензирование в ведущие вузы и НИИ соответствующего профиля по всей России.

6. На публикацию представляемых в редакцию материалов требуется письменное разрешение организации, на средства которой проводилась работа, если авторские права принадлежат ей.

7. Авторы представляют (одновременно):

— статью в печатном виде — 1 экземпляр, без рукописных вставок, на одной стороне стандартного листа, подписанную на обороте последнего листа всеми авторами. Размер шрифта — 12, интервал — 1,5, гарнитура — Times New Roman;

— цифровой накопитель с текстом статьи в формате RTF, DOC;

— иллюстрации к статье (при наличии);

8. Материалы, присланные в полном объеме по электронной почте, дублировать на бумажных носителях не обязательно.

Подписной индекс 16356

в объединенном каталоге «Пресса России»

Учредитель и издатель: Уральский государственный аграрный университет

Адрес учредителя и редакции: 620075, Россия, г. Екатеринбург, ул. К. Либкнехта, д. 42

Телефоны: гл. редактор 8-912-23-72-098; зам. гл. редактора — ответственный секретарь, отдел рекламы и научных материалов 8-919-380-99-78; факс: (343) 350-97-49. E-mail: agro-ural@mail.ru (для материалов)

Издание зарегистрировано: в Министерстве Российской Федерации по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций Журнал входит в Международную научную базу данных AGRIS. Все публикуемые материалы проверяются в системе «Антиплагиат». Журнал «Аграрный вестник Урала» включен в базу данных периодических изданий Ульрих (Ulrich's Periodicals Directory)

Свидетельство о регистрации: ПИ № 77-12831 от 31 мая 2002 г.

Оригинал-макет подготовлен в Уральском аграрном издательстве. 620075, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42

Отпечатано в ООО Универсальная типография «Альфа Принт». 620030, г. Екатеринбург, ул. Карьерная, 14. Тел.: (343) 222-00-34

Подписано в печать: 10.03.2018 г.

Усл. печ. л. — 10,23

Тираж: 2000 экз.

Автор. л. — 7,54

Цена: в розницу — свободная Обложка — источник: <http://pochel.ru/>

avu.usaca.ru

© Аграрный вестник Урала, 2018

БИОЛОГИЯ И БИОТЕХНОЛОГИИ

- А. Б. Гумеров, А. А. Белооков, О. Г. Лоретц, О. В. Горелик, Б. К. Асенова
**МОЛОЧНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРОВ
ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПРОБИОТИЧЕСКИХ ФЕРМЕНТНЫХ ПРЕПАРАТОВ** 5
- Ф. В. Ерошенко, И. Г. Сторчак, Е. О. Шестакова
**СВЯЗЬ ВЕГЕТАЦИОННОГО ИНДЕКСА NDVI С СОДЕРЖАНИЕМ ХЛОРОФИЛЛА
В РАСТЕНИЯХ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ** 10
- А. В. Ким, А. В. Иванов
**ОБ УПРАВЛЕНИИ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛЬЮ ДИНАМИКИ ВИЧ
НА ОСНОВЕ СУБОПТИМАЛЬНЫХ ИГРОВЫХ СЦЕНАРИЕВ ПРЕРЫВИСТОЙ
АНТИРЕТРОВИРУСНОЙ ТЕРАПИИ** 17
- М. Н. Курбанова, Н. М. Сураева, В. П. Рачкова, А. В. Самойлов
**СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТОКСИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ
В АЛЛИУМ-ТЕСТЕ** 25
- И. А. Старицына, А. А. Беличев
**АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ
СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ** 31
- В. В. Степанова
**ИЕРАРХИЧЕСКОЕ И ПОЛОВОЕ ПОВЕДЕНИЕ ЛЕСНЫХ БИЗОНОВ
(BISON BISON ATHABASCAE RHOADS, 1898) В УСЛОВИЯХ НЕВОЛИ** 37
- Г. Ю. Упадышева
**АГРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРИВОЙНО-ПОДВОЙНЫХ КОМБИНАЦИЙ АБРИКОСА
В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОГО РЕГИОНА РОССИИ** 43

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

- М. И. Лоскин, А. И. Кныш
**СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ ОБЪЕКТОВ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЗОНЫ ЯКУТИИ
(на примере гидротехнических сооружений объектов сельскохозяйственного водоснабжения ГБУ
«Упрмелиоводхоз» МСХиПП РС (Я))** 49
- А. В. Маньков, Л. А. Минухин
**КОНЦЕНТРИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПИЩЕВЫХ РАСТВОРОВ В ВЫПАРНЫХ
УСТАНОВКАХ С ТЕПЛОВОМ НАСОСОМ** 55
- В. Ф. Попович, Е. А. Дунаева
**ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ЛОКАЛИЗАЦИЯ УЧАСТКОВ ВТОРИЧНОГО ЗАСОЛЕНИЯ
НА БЫВШИХ РИСОВЫХ ТЕХНОГЕННЫХ СИСТЕМАХ** 59

ЭКОНОМИКА

- Б. А. Воронин, О. Г. Лоретц, И. А. Тухбатов
**ВОПРОСЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО КОНТРОЛЯ (НАДЗОРА)
В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ (НА ПРИМЕРЕ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ)** 67
- Г. М. Дюзельбаева, О. И. Маляренко
**РОЛЬ ЛИЗИНГА В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ РАЗВИТИИ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА
КАЗАХСТАНА** 73
- В. Г. Логинов, М. Н. Игнатьева, А. А. Литвинова, М. С. Кубарев
**ГОСУДАРСТВЕННОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЯ: МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ
ПОЛОЖЕНИЯ** 81

BIOLOGY AND BIOTECHNOLOGIES

- A. B. Gumerov, A. A. Belookov, O. G. Loretz, O. V. Gorelik, B. K. Asenova
THE MILK YIELD OF COWS WHEN USING PROBIOTIC ENZYME PREPARATIONS 5
- F. V. Eroshenko, I. G. Storchak, E. O. Shestakova
THE CONNECTION BETWEEN THE VEGETATIVE INDEX NDVI AND THE CHLOROPHYLL CONTENT IN PLANTS OF WINTER WHEAT 10
- A. V. Kim, A. V. Ivanov
ON THE CONTROL OF HIV DYNAMIC MATHEMATICAL MODEL BASED ON SUBOPTIMAL GAME SCENARIOS OF INTERRUPTED ANTIRETROVIRAL THERAPY 17
- M. N. Kurbanova, N. M. Suraeva, V. P. Rachkova, A. V. Samoylov
COMPARATIVE STUDY OF INDICATORS OF TOXIC ACTIVITY IN THE ALLIUM-TEST 25
- I. A. Staritsyna, A. A. Belichev
ANALYSIS OF THE SVERDLOVSK REGION' DISTURBED LANDS USE 31
- V. V. Stepanova
HIERARCHICAL AND SEXUAL BEHAVIOR OF THE WOOD BISON (*BISON BISON ATHABASCAE* RHODAS, 1898) IN CAPTIVITY 37
- G. Yu. Upadysheva
AGROBIOLOGICAL ESTIMATION OF VARIETY-ROOTSTOCK COMBINATIONS OF THE APRICOT IN THE CENTRAL REGION OF RUSSIA 43

TECHNICAL SCIENCES

- M. I. Loskin, A. I. Knysh
THE CURRENT STATE OF HYDRAULIC STRUCTURES OF YAKUTIA CENTRAL REGIONS' AGRICULTURAL WATER SUPPLY OBJECTS (on example of the agricultural water supply hydraulic structures of the Sakha Republic State Basin Authority «Uprmeliovodkhoz») 49
- A. V. Mankov, L. A. Minukhin
CONCENTRATION OF TECHNOLOGICAL FOOD SOLUTIONS IN EVAPORATORS WITH HEAT PUMP 55
- V. F. Popovich, Ye. A. Dunaieva
SPACE LOCALIZATION OF THE SECONDARY SALINITY PLOTS ON PREVIOUS RICE MAN-CAUSED SYSTEMS 59

ECONOMY

- B. A. Voronin, O. G. Loretz, I. A. Tuhbatov
ISSUES OF IMPROVEMENT OF STATE CONTROL (SUPERVISION) IN AGRICULTURE (ON THE EXAMPLE OF SVERDLOVSK REGION) 67
- G. M. Duzelbayeva, O. I. Malyarenko
THE ROLE OF LEASING IN THE TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT OF AGRIBUSINESS COMPLEX OF KAZAKHSTAN 73
- V. G. Loginov, M. N. Ignatyeva, A. A. Litvinova, M. S. Kubarev
STATE REGULATION OF FOREST MANAGEMENT: METHODOLOGICAL ASPECTS 81

МОЛОЧНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПРОБИОТИЧЕСКИХ ФЕРМЕНТНЫХ ПРЕПАРАТОВ

А. Б. ГУМЕРОВ, аспирант,
А. А. БЕЛООКОВ, доктор сельскохозяйственных наук,
Южно-Уральский государственный аграрный университет
(457100, г. Троицк, ул. Гагарина, д. 13),
О. Г. ЛОРЕТЦ, доктор биологических наук, профессор,
О. В. ГОРЕЛИК, доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
Б. К. АСЕНОВА, доцент,
Государственный университет им. Шакарима
(071412, Республика Казахстан, г. Семей, ул. Глинки, д. 20А)

Ключевые слова: молочная продуктивность, коровы, кормовые добавки, физико-химические показатели молока.

Молочное скотоводство является ведущей отраслью животноводства. Для более полного обеспечения населения страны молоком и молочными продуктами стоит задача по увеличению продуктивности животных. Возможно это за счет оптимизации кормления. Применение новых видов кормов, сбалансированное кормление позволяют увеличить удои при сохранении физиологического статуса и продуктивного долголетия коров. Цель работы – оценка возможности использования концентрата кормового «УРГА» и «Бацелл-М 1» при кормлении дойных коров и их влияния на их молочную продуктивность, состав и свойства молока. Установлено, что коровы, которые получали кормовой концентрат «УРГА», достоверно превосходили контрольную группу коров по удою за лактацию на 1237,5 кг или на 14,0 %, при среднесуточном удое $29,88 \pm 0,34$ кг. В то же время животные 3-й группы также достоверно превосходили коров 1-й группы при $P \leq 0,05$. Расчеты биологической эффективности коровы показали превосходство коров 2-й и 3-й (опытных) групп. От них было получено больше сухого вещества на 100 кг живой массы на 32,22 и 19,67 кг или на 18,0 и 11,0 %, чем от животных 1-й группы. Такие же данные получены и при расчете коэффициента биологической полноценности. По физико-химическим показателям молока коров было установлено, что лучшим в пищевом значении было молоко от коров опытных групп.

THE MILK YIELD OF COWS WHEN USING PROBIOTIC ENZYME PREPARATIONS

A. B. GUMEROV, postgraduate student,
A. A. BELOOKOV, doctor of agricultural sciences,
South Ural State Agrarian University
(13 Gagarina str., 457100, Troitsk),
O. G. LORETZ, doctor of biological sciences, professor,
O. V. GORELIK, doctor of agricultural sciences, professor,
B. K. ASENOVA, associate professor,
State University named after Shakarim
(20A Glinki str., 071412, Semey, Kazakhstan)

Keywords: milk productivity, cows, food additives, physical and chemical indicators of milk.

Dairy cattle breeding is the leading branch of animal husbandry. For a more complete provision of population with milk and dairy products is the task of increasing the productivity of animals. Perhaps this is due to the optimization of feeding. The use of new types of fodder, balanced feeding allows to increase the yield while maintaining the physiological status and productive longevity of cows. The purpose of evaluating the possibility of using concentrate feed «URGA» and «Bazell-M 1» when feeding dairy cows and their effect on their milk production, composition and properties of milk. Found that cows, which received feed concentrate «URGA», significantly surpassed the control group cows according to yield of milk per lactation on 1237.5 kg or 14.0 %, while average daily milk yield of 29.88 ± 0.34 kg. At the same time animals of group 3 also significantly exceeded cows 1 group at $P \leq 0.05$. Calculations of the biological efficiency of cows showed the superiority of that of cows experimental groups 2 and 3. From them was received more dry matter per 100 kg live weight at 32.22 and of 19.67 kg or 18.0 and 11.0 %, than from the animals of the 1st group. The same data were obtained when calculating the coefficient of biological value. The physical and chemical indicators of milk cows it was found that the best food value of milk from cows of the experimental groups.

Положительная рецензия представлена Л. П. Ярмориц, доктором сельскохозяйственных наук, профессором Государственного аграрного университета Среднего Зауралья.

Увеличение производства молока высокого качества — одна из главных задач работников агропромышленного комплекса страны, поскольку решает две глобальные проблемы: экономическую (обеспечение продовольственной безопасности Российской Федерации) и социальную (обеспечение трудоспособного населения рабочими местами) [1–6]. Молоко содержит все необходимые для нормальной жизнедеятельности человека вещества [7–9]. Молоко — это не только ценный продукт питания, созданный самой природой, но и сырье для молочной промышленности. Молоко в основном получают от крупного рогатого скота. Поэтому молочное скотоводство является ведущей отраслью животноводства [1–9]. Для более полного обеспечения населения страны молоком и молочными продуктами стоит задача по увеличению продуктивности животных. Возможно это за счет оптимизации кормления. Применение новых видов кормов, сбалансированное кормление позволяют увеличить удои при сохранении физиологического статуса и продуктивного долголетия коров [10–14]. В последние годы в виде кормовых добавок применяют продукты биотехнологического происхождения — ферментные препараты [15–17]. К ним относятся такие кормовые добавки, как концентрат кормовой «УРГА» и «Бацелл-М 1», которые наряду с повышением питательности корма благодаря способности производить молочную кислоту создают условия, неприемлемые для развития патогенных и гнилостных микроорганизмов в желудочно-кишечном тракте, повышают иммунно-защитные свойства, восстанавливают кишечный биоценоз после антибиотикотерапии, при стрессовых состояниях,

при смене корма, обладают противовирусными свойствами, активизируют систему местного иммунитета лимфоидной ткани кишечника, способствуют устойчивости к инфекционным заболеваниям, предотвращают септические осложнения, очищают организм от токсинов. Поэтому изучение применения этих добавок для молочного скота, в том числе дойных коров, имеет научное и практическое значение.

Целью нашей работы явилась оценка возможности использования концентрата кормового «УРГА» и «Бацелл-М 1» при кормлении дойных коров и их влияния на их молочную продуктивность, состав и свойства молока.

Для проведения исследований методом сбалансированных групп было подобрано три группы коров по третьей лактации с учетом их продуктивности за последнюю лактацию, происхождения, даты отела, возраста. 1-я группа — контрольная — получала основной рацион, принятый в хозяйстве (ОР), 2-я группа — ОР + 40 г/гол кормового концентрата «УРГА» в смеси с концентратами, 3-я группа — ОР + 30г/гол пробиотика «Бацелл-М 1», также в смеси с концентратами. Добавки применяли в период раздоя, который составил 100 дней. Молочную продуктивность оценивали по контрольным дойкам. Физико-химические показатели оценивали по общепринятым методам и методикам.

В табл. 1 представлены данные о молочной продуктивности коров за лактацию.

Данные таблицы позволяют сделать вывод о том, что коровы 2-й группы, которые получали кормовой концентрат «УРГА», имели более высокие показатели продуктивности. Установлено, что они достовер-

Таблица 1
Молочная продуктивность коров, $\bar{X} \pm Sx$, $n = 20$
Table 1
Milk yield of cows, $\bar{X} \pm Sx$, $n = 20$

Показатель Figure	Группа Group		
	1	2	3
Удой за лактацию, кг Milk yield per lactation, kg	8623,0 $\pm$ 203,21	9860,5 $\pm$ 144,57**	9302,7 $\pm$ 189,34*
Продолжительность лактации, дней Duration of lactation, days	349,5 $\pm$ 4,44	330,7 $\pm$ 3,97*	344,6 $\pm$ 2,56
Среднесуточный удой за лактацию, кг Average daily milk yield for lactation, kg	24,67 $\pm$ 0,54	29,88 $\pm$ 0,34**	27,03 $\pm$ 0,28**
Удой за 305 дней лактации, кг Milk yield for 305 days of lactation, kg	7510,0 $\pm$ 163,89	9209,0 $\pm$ 122,17**	8769,5 $\pm$ 133,78**
Среднесуточный удой, кг The average daily milk yield, kg	25,08 $\pm$ 0,79	30,19 $\pm$ 0,31**	28,75 $\pm$ 0,39**
Удой за первые 100 дней лактации, кг Milk yield for the first 100 days of lactation, kg	3379,5 $\pm$ 167,10	4144,1 $\pm$ 98,78**	3946,3 $\pm$ 118,23**
Среднесуточный удой в период раздоя, кг Average daily milk yield in the period of milking, kg	33,80 $\pm$ 0,98	41,44 $\pm$ 0,76**	39,46 $\pm$ 0,87**
Живая масса, кг Live weight, kg	616 $\pm$ 1,12	612 $\pm$ 2,11	615 $\pm$ 1,96
Коэффициент молочности, кг The coefficient of milk yield, kg	1400 $\pm$ 44	1611 $\pm$ 84**	1513 $\pm$ 54*

Таблица 2
Качественные показатели молочной продуктивности
Table 2
Qualitative indicators of milk production

Показатель Figure	Группа Group		
	1	2	3
МДЖ, % MJ, %	3,98 ± 0,02	4,31 ± 0,03**	4,39 ± 0,02***
МДБ, % MDB, %	3,23 ± 0,01	3,31 ± 0,01**	3,29 ± 0,02**
Количество молочного жира, кг The number of milk fat, kg	343,2 ± 3,23	414,0 ± 1,66***	408,4 ± 2,67***
Количество молочного белка, кг The number of milk protein, kg	278,5 ± 1,68	326,4 ± 1,21**	306,1 ± 1,37**
БЭК BACK	180,30	212,52	199,97
КБП KBP	126,27	151,13	139,62
Соотношение жир – белок The ratio of fat – protein	1 : 0,81	1 : 0,77	1 : 0,75

но превосходили контрольную группу коров по удою за лактацию на 1237,5 кг или на 14,0 %, при среднесуточном удое 29,88 ± 0,34 кг. Они достоверно по удою за лактацию и среднесуточному удою за лактацию превосходили своих сверстниц из других групп при $P \leq 0,01$ (1-ю группу) и при $P \leq 0,05$ (3-ю группу). В то же время животные 3-й группы также достоверно превосходили коров 1-й группы при $P \leq 0,05$. Коровы всех групп имели удлиненную лактацию, которая была больше, чем 305 дней, на 25,7–44,5 дня. Поэтому удой, приведенный к общепринятому показателю – удой за 305 дней лактации, – оказался ниже, при более высоких среднесуточных удоях. Причем следует отметить, что в опытных группах они оказались достоверно выше при среднем уровне достоверности – $P \leq 0,01$. У них же был выше надой за первые 100 дней лактации, т. е. за период раздоя. По этому показателю они превосходили коров из контрольной группы на 23,0 и 17,0 % соответственно по группам ($P \leq 0,01$).

По коэффициенту молочности судят о конституциональной направленности животных в ту или иную сторону продуктивности. Наши исследования позволяют сказать, что все коровы, участвующие в исследованиях, имели молочное направление продуктивности. При этом коровы опытных групп, которые получали в смеси концентратов пробиотики, отличались от сверстниц из контрольной группы высокими коэффициентами молочности, которые были выше на 211 и 113 кг или на 15,0 и 8,0 % соответственно по группам ($P \leq 0,01$ и $P \leq 0,05$).

Животные 3-й группы (пробиотик «Бацелл-М 1») имели более высокие показатели массовой доли жира в молоке ($P \leq 0,001$ в пользу 3-й группы относительно контрольной), о чем можно судить из данных табл. 2. Однако более высокие удои и достаточ-

но высокие показатели массовой доли жира привели к тому, что больше молочного жира с молоком было получено от коров 2-й группы. Разница достоверна при $P \leq 0,05$ в пользу коров 2-й группы относительно 2-й и при $P \leq 0,001$ относительно контрольной. Следует отметить, что коровы 2-й опытной группы, которые получали кормовой концентрат «УРГА» превосходили по показателям продуктивности сверстниц из 1-й (контрольной) и 3-й (опытной) групп по количеству молочного белка и его массовой доле при достоверной разнице при $P \leq 0,01$.

Расчеты биологической эффективности коровы, показывающей, сколько сухого вещества (питательных веществ) можно получить на 100 кг живой массы, показал превосходство коров опытных 2-й и 3-й групп. От них было получено больше сухого вещества на 100 кг живой массы на 32,22 и 19,67 кг или на 18,0 и 11,0 %, чем от животных 1-й группы. Такие же данные получены и при расчете коэффициента биологической полноценности, который показывает, насколько биологически полноценное молоко получают от тех или иных коров.

Соотношение жир – белок показывает, сколько на 100 г жира приходится белка. В идеале оно должно быть 1 к 1. Считается, что продукт с соотношением 1 к 0,75 и выше полноценный. В нашем случае лучшим было молоко от коров 1-й группы (контрольной).

Молочная продуктивность оценивается не только по количественным, но и по качественным показателям, таким как содержание в молоке жира, белка и других компонентов. Кроме того, по химическому составу и физическим свойствам можно судить о пищевой и биологической ценности продукта, о его санитарно-гигиенических показателях. В табл. 3 представлены данные о физико-химических показателях молока в среднем за лактацию.

Таблица 3
Физико-химические показатели молока, % ($X \pm Sx$, $n = 20$)
Table 3
Physico-chemical characteristics of milk, % ($X \pm Sx$, $n = 20$)

Показатель <i>Figure</i>	Группа <i>Group</i>		
	1	2	3
Сухое вещество, % <i>Dry substance, %</i>	12,88 ± 0,029	13,19 ± 0,013***	13,22 ± 0,018***
СОМО, % <i>SOMO, %</i>	9,02 ± 0,021	9,38 ± 0,013***	9,23 ± 0,021**
Жир, % <i>Fat, %</i>	3,98 ± 0,02	4,31 ± 0,03**	4,39 ± 0,02***
Общий белок, % <i>Total protein, %</i>	3,23 ± 0,01	3,31 ± 0,01**	3,29 ± 0,02**
в том числе казеин, % <i>including casein, %</i>	2,54 ± 0,010	2,60 ± 0,006*	2,59 ± 0,008**
сывороточные белки, % <i>whey proteins, %</i>	0,69 ± 0,002	0,71 ± 0,001	0,69 ± 0,002
Лактоза, % <i>Lactose, %</i>	4,67 ± 0,016	4,68 ± 0,015	4,69 ± 0,012
Зола, % <i>Ash, %</i>	0,88 ± 0,02	0,89 ± 0,01	0,89 ± 0,01
Плотность, ° А <i>Density, ° A</i>	29,4 ± 0,111	29,4 ± 0,133	29,2 ± 0,148
Кислотность, ° Т <i>Acidity, ° T</i>	16,4 ± 0,112	16,4 ± 0,118	16,2 ± 0,093
Калорийность, кКал <i>Calorific value, kcal</i>	68,77	72,04	72,00

При рассмотрении данных о физико-химических показателях молока коров было установлено, что в наших исследованиях лучшим в пищевом значении было молоко от коров опытных групп. В нем было больше сухого вещества и жира, что повлияло на калорийность продукта, она оказалась самой высокой и составила 72,04 кКал/100г (2-я группа), 72,00 кКал/100г (3-я группа). Разница по содержанию сухого вещества, СОМО, жира, казеина достоверна между 1-й (контрольной) группой и 2-й и 3-й (опытными) группами при $P \leq 0,01$ – $P \leq 0,001$. По содержанию СОМО и общего белка в молоке судят о биологической ценности продукта. Больше СОМО было в молоке коров опытных групп, получавших в рационе кормления в период раздоя в смеси концентратов пробиотика. У них же наблюдалось повышенное содержание белка на 0,08 и 0,06 % соответствен-

но ($P < 0,01$). Подробные данные получены в разрезе отдельных видов белков молока. Поскольку сывороточные белки более биологически полноценны, то их повышенное содержание в молоке животных опытных групп позволяет сделать вывод о том, что оно более ценное для человека с точки зрения продукта питания.

По содержанию лактозы достоверных различий между группами не установлено.

По плотности и кислотности молока судят о его натуральности и свежести. Эти показатели были в пределах нормы во всех группах.

Таким образом, применение пробиотических кормовых добавок – концентрата кормового «УРГА» и «Бацелл-М 1» – в кормлении дойных коров в период раздоя повышает продуктивность и улучшает качество молока.

Литература

1. Миколайчик И. Н. Биологические и продуктивные показатели стельных сухостойных коров при скормлении иммунобиологических добавок / И. Н. Миколайчик, Л. А. Морозова, Г. У. Абилова, Н. А. Субботина // Вестник Курганской ГСХА. 2016. № 2 (18). С. 44–47.
2. Морозова Л. А. Влияние пробиотической добавки «Лактур» на активность энергетического и азотистого обмена в организме телят / Л. А. Морозова, И. Н. Миколайчик, О. В. Подоплелова, Г. К. Дускаев, Г. И. Левашин // Уральский научный вестник. 2016. Т. 6. № 1. С. 15–20.
3. Горелик А. С., Барашкин М. И. Повышение иммунитета телят в молочный период путем применения биотехнологического препарата «Альбит-Био» // Аграрный вестник Урала. 2016. № 11. С. 17–22.
4. Лоретц О. Г., Горелик А. С., Харлап С. Ю. Суточная динамика компонентов молозива у коров при использовании «Альбит-Био» // Аграрный вестник Урала. 2015. № 5. С. 38–41.
5. Горелик А. С. Фактор повышения сохранности молодняка крупного рогатого скота // Молодежь и наука. 2015. № 3. С. 16.
6. Лоретц О. Г., Барашкин М. И. Состояние здоровья и молочная продуктивность коров в промышленных регионах // Ветеринарная патология. 2012. Т. 40. № 2. С. 113–115.

7. Лоретц О. Г. Оценка качества молока коров при разном генезе и технологиях содержания // Аграрный вестник Урала. 2012. № 8. С. 43–44.
8. Лоретц О. Г. Влияние технологии содержания и кратности доения на продуктивность коров и качество молока // Аграрный вестник Урала. 2013. № 8. С. 72–74.
9. Лоретц О. Г. Результаты оценки производства и качества молока-сырья // Аграрный вестник Урала. 2012. № 5. С. 95–97.
10. Лоретц О. Г. Современные подходы к обеспечению качества молока // Ветеринария Кубани. 2012. № 6. С. 19–20.
11. Канарейкина С. Г., Ребезов М. Б., Ибатуллина Л. А., Кулуштаева Б. М. Технология цельномолочных и пробиотических продуктов. Алматы, 2015. Сер. Продукты питания животного происхождения.
12. Донник И. М., Шкуратова И. А., Исаева А. Г., Верещак Н. А., Кривоногова А. С., Бейкин Я. Б., Портнов В. С., Барашкин М. И., Лоретц О. Г. Физиологические особенности животных в районах техногенного загрязнения // Аграрный вестник Урала. 2012. № 1. С. 26–28.
13. Лоретц О. Г. Влияние генетических и экологических факторов на продуктивное долголетие // Аграрный вестник Урала. 2014. № 9. С. 34–37.
14. Донник И. М., Шкуратова И. А., Бурлакова Л. В., Мымрин В. С., Портнов В. С., Исаева А. Г., Лоретц О. Г., Барашкин М. И., Кошелев С. Н., Абилова Г. У. Адаптация импортного скота в Уральском регионе // Аграрный вестник Урала. 2012. № 1. С. 24–26.
15. Mikolajczyk I. N. Efficacy of biologics in dairy cattle farming / I. N. Mikolajczyk, L. A. Morozova, G. U. Abileva, N. A. Lushnikov // Современный научный вестник. 2016. Т. 11. № 1. С. 149–153.
16. Морозова Л. А. Роль пробиотической добавки «Лактур» в коррекции физиологического статуса телят / Л. А. Морозова, И. Н. Миколайчик, Е. В. Достовалов // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. 2015. № 2. С. 394–395.
17. Морозова Л. А. Влияние пробиотиков на интенсивность пищеварительных процессов у молодняка крупного рогатого скота / Л. А. Морозова, И. Н. Миколайчик, Е. В. Достовалов, О. В. Подоплелова // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2015. № 9. С. 25–33.

References

1. Mikolajczyk I. N. Biological and productive indicators of pregnant dry cows when fed immuno-biological additives / I. N. Mikolajczyk, L. A. Morozova, G. U. Abileva, N. A. Subbotina // Bulletin of Kurgan state agricultural Academy. 2016. No. 2 (18). S. 44–47.
2. Morozova L. A. the Influence of probiotic supplements «Lectur» on the activity of the energy and nitrogen metabolism in the organism of calves / L. A. Morozova, I. N. Mikolajczyk, O. V. Podoplelov, G. K. Duskaev, G. I. Levakhin // Scientific Bulletin of the Ural. 2016. Vol. 6. No. 1. S. 15–20.
3. Gorelik A. S., Barashkin M. I. Improving the immunity of calves in the suckling period by applying the biotechnological preparation «Albit-Bio» // Agrarian Bulletin of the Urals. 2016. No. 11. P. 17–22.
4. Loretz O. G., Gorelik A. S., Kharlap S. Y. Daily dynamics of the components of colostrum of cows for the use of «Albit-Bio» // Agrarian Bulletin of the Urals. 2015. No. 5. P. 38–41.
5. Gorelik A. S. A factor in increasing the safety of young cattle // Youth and science. 2015. No. 3. P. 16.
6. Loretz O. G., Barashkin M. I. Health status and milk yield of cows in the industrial regions // Veterinary pathology. 2012. T. 40. No. 2. P. 113–115.
7. Loretz O. G. Assessment of the quality of milk of cows of different origin and technology content // Agrarian Bulletin of the Urals. 2012. No. 8. P. 43–44.
8. Loretz O. G. Influence of technology content and frequency of milking on cow performance and milk quality // Agrarian Bulletin of the Urals. 2013. No. 8. P. 72–74.
9. Loretz O. G. Evaluation of the production and quality of milk-raw materials // Agrarian Bulletin of the Urals. 2012. No. 5. P. 95–97.
10. Loretz O. G. Modern approaches to quality assurance of milk // Veterinary Kuban. 2012. No. 6. P. 19–20.
11. Kanareikina S. G., Rebezov M. B., Ibatullin L. A., Cousteau B. M. Technology of dairy and probiotic products. Almaty, 2015. Ser. Food of animal origin.
12. Donnik I. M., Shkuratova I. A., Isaeva A. G., Vereshchak N. A. Krivonogova A. S., Beykin Y. B., Portnov V. S., Barashkin M. I., Loretts O. G. Physiological characteristics of animals in the areas of technogenic pollution // Agrarian Bulletin of the Urals. 2012. No. 1. P. 26–28.
13. Loretz O. G. Influence of genetic and environmental factors on productive longevity // Agrarian Bulletin of the Urals. 2014. No. 9. P. 34–37.
14. Donnik I. M., Shkuratova I. A., Burlakova L. V., Mymrin V. S., Portnov V. S., Isaeva A. G., Loretz O. G., Barashkin M. I., Koshelev S. N., Abileva G. W. Adaptation of imported cattle in the Urals region // Agrarian Bulletin of the Urals. 2012. No. 1. P. 24–26.
15. Mikolajczyk I. N. Efficacy of biologics in dairy cattle farming / I. N. Mikolajczyk, L. A. Morozova, G. U. Abileva, N. A. Lushnikov // Modern scientific Bulletin. 2016. T. 11. No. 1. P. 149–153.
16. Morozova L. A. The role of probiotic supplements «Laktur» in the correction of physiological status of calves / L. A. Morozova, I. N. Mikolajczyk, E. V. Dostovalov // Questions of normative-legal regulation in veterinary medicine. 2015. No. 2. P. 394–395.
17. Morozova L. A. The effect of probiotics on the intensity of the digestive processes in calves cattle / L. A. Morozova, I. N. Mikolajczyk, E. V. Dostovalov, V. O. Podoplelova // Feeding of agricultural animals and fodder production. 2015. No. 9. P. 25–33.

СВЯЗЬ ВЕГЕТАЦИОННОГО ИНДЕКСА NDVI С СОДЕРЖАНИЕМ ХЛОРОФИЛЛА В РАСТЕНИЯХ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

Ф. В. ЕРОШЕНКО, доктор биологических наук, заведующий отделом,

И. Г. СТОРЧАК, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник,

Е. О. ШЕСТАКОВА, аспирант,

Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр

(356241, г. Михайловск, Ставропольский край, ул. Никонова, д. 49; e-mail: yer-sniish@mail.ru, sniish.storchak@gmail.com, shestakova.e.o@yandex.ru)

Ключевые слова: вегетационный индекс, NDVI, озимая пшеница, хлорофилл, фотосинтетическая продуктивность, урожай зерна.

Установленные связи NDVI с урожайностью озимой пшеницы для таких территорий, как район, почвенно-климатическая зона и край (область) в целом, не сохраняются для отдельных полей. Поэтому изучение влияния одной из важнейших характеристик фотосинтетической продуктивности – содержания хлорофилла в растениях на NDVI – может позволить разработать методы оценки продуктивности посева по данным ДЗЗ. Цель исследований – установить взаимосвязь между содержанием хлорофилла в растениях озимой пшеницы и вегетационным индексом NDVI для условий Ставропольского края. Работу проводили в 2011–2014 гг. на полях производственных посевов Ставропольского научно-исследовательского института сельского хозяйства. Проведен анализ корреляционной связи между относительным содержанием зеленых пигментов в единице биомассы, в единице площади ассимиляционной поверхности, а также валовым их количеством на 1 кв. м посева и NDVI полей. Он показал, что устойчивая связь (обратная) наблюдается только в случае с количеством хлорофилла в единице биомассы (мг/г), которая в среднем оценивается величиной –0,79. С остальными показателями она либо неустойчивая, либо вовсе отсутствует. Отрицательные значения полученных коэффициентов корреляции объясняются тем, что максимальное количество хлорофилла в растениях озимой пшеницы отмечается в начальные периоды роста и развития, а далее наблюдается так называемое ростовое разбавление, которое сопровождается уменьшением количества зеленых пигментов в единице биомассы, при этом NDVI посевов возрастает. Таким образом, между относительным содержанием хлорофилла в растениях озимой пшеницы и вегетационным индексом NDVI существует достаточно высокая и устойчивая обратная взаимосвязь.

THE CONNECTION BETWEEN THE VEGETATIVE INDEX NDVI AND THE CHLOROPHYLL CONTENT IN PLANTS OF WINTER WHEAT

F. V. EROSHENKO, doctor of biological sciences, head of department,

I. G. STORCHAK, candidate of agricultural sciences, senior research fellow,

E. O. SHESTAKOVA, postgraduate student,

North-Caucasian Federal Scientific Agrarian Center

(49 Nikonova str., 356241, Mikhailovsk, Stavropol territory; e-mail: yer-sniish@mail.ru, sniish.storchak@gmail.com, shestakova.e.o@yandex.ru)

Keywords: vegetative index, NDVI, winter wheat, chlorophyll, photosynthetic productivity, grain yield.

The established NDVI connections with the yield of winter wheat for such territories as the region, soil-climatic zone and the region (region) are not generally preserved for individual fields. Therefore, the study of the influence of one of the most important characteristics of photosynthetic productivity – the chlorophyll content in plants on NDVI – may allow us to develop methods for evaluating the productivity of crops according to remote sensing data. The aim of the studies was to establish the relationship between the chlorophyll content in winter wheat plants and the vegetative index NDVI for the conditions of the Stavropol Territory. The work was carried out in 2011–2014 on the fields of industrial crops of Stavropol Scientific Research Institute of Agriculture. We analyzed the correlation between the relative content of green pigments in a biomass unit, in the unit area of the assimilation surface, as well as their gross quantity on 1 square meter of sowing and NDVI fields. Which showed that a stable link (reverse) is observed only in the case of the amount of chlorophyll per unit of biomass (mg/g), which is estimated at an average of –0.79. With the rest of the indicators, it is either unstable or completely absent. The negative values of the correlation coefficients obtained are explained by the fact that the maximum amount of chlorophyll in the plants of winter wheat is observed in the initial periods of growth and development, and then there is the so-called growth dilution, which is accompanied by a decrease in the amount of green pigments in a biomass unit, with NDVI growing. Thus, between the relative content of chlorophyll in plants of winter wheat and the vegetative index NDVI, there is a sufficiently high and stable inverse relationship.

Положительная рецензия представлена М. П. Жуковой, доктором сельскохозяйственных наук, профессором Ставропольского государственного аграрного университета.

Для условий Ставропольского края данные дистанционного зондирования Земли могут быть использованы при оценке продуктивности озимой пшеницы [1, 8]. Регрессионные модели зависимости урожайности от вегетационного индекса NDVI строят для таких территорий, как район, почвенно-климатическая зона и край в целом. Анализ проводят по усредненным значениям вегетационного индекса NDVI всех полей выбранной территории. В результате происходит нивелирование сортовых, технологических, почвенных и погодных особенностей. К сожалению, для отдельных полей такая связь неустойчива или вовсе отсутствует [7].

Известно [3–6, 9], что из всех основных характеристик фотосинтетической продуктивности растений содержание хлорофилла более точно отражает продукционный процесс. В то же время при расчете NDVI используется коэффициент отражения посева в красной области спектра электромагнитных волн, в которой находится максимум поглощения зеленых пигментов. Поэтому изучение зависимости вегетационного индекса NDVI от содержания хлорофилла в растениях позволит раскрыть некоторые механизмы взаимосвязи данных дистанционного зондирования Земли с продукционным процессом сельскохозяйственных культур.

Цель и методика исследований. Целью наших исследований было установить взаимосвязь между содержанием хлорофилла в растениях озимой пшеницы и вегетационным индексом NDVI для условий Ставропольского края.

Общие условия и методы проведения исследований. Работу проводили в 2011–2014 гг. на полях производственных посевов Ставропольского НИИ сельского хозяйства, расположенного в зоне неустойчивого увлажнения. 2011/2012 сельскохозяйственный год характеризовался ранним прекращением осенней и поздним возобновлением весенней вегетации при повышенном температурном режиме и недоборе осадков в весенне-летний период. Особенности 2012/2013 сельскохозяйственного года были: сильная засуха в сентябре и октябре, которая в значительной степени компенсировалась благоприятными условиями ноября и декабря, раннее возобновление весенней вегетации и своевременное выпадение осадков в репродуктивный период. 2013/2014 сельскохозяйственный год отличался благоприятными условиями температурного и водного режимов во все периоды роста и развития озимой пшеницы.

Вегетационный индекс NDVI получали с помощью сервиса «ВЕГА» Института космических исследований РАН. Содержание хлорофилла определяли по методу Я. И. Милаевой и Н. П. Примак.

Результаты исследований. Существует несколько показателей, связанных с хлорофиллом: относи-

тельное содержание в единице биомассы, в единице площади и валовое его количество. Нами был проведен анализ взаимосвязи между этими показателями и вегетационным индексом NDVI. Полученные результаты свидетельствуют о том, что такая взаимосвязь неоднозначна как по показателям, так и по годам.

Анализ полученных данных показал, что коэффициент корреляции между количеством хлорофилла на квадратном метре посева озимой пшеницы и вегетационного индекса NDVI составил 0,62, 0,25 и 0,39 в 2012, 2013 и 2014 гг. соответственно (рис. 1). Таким образом, взаимосвязь между количеством хлорофилла на единице площади посева озимой пшеницы и NDVI в среднем за годы исследований очень слабая (коэффициент корреляции равен 0,42), а по отдельным полям крайне нестабильна, независимо от условий выращивания.

Связь между относительным содержанием хлорофилла в единице площади ассимиляционной поверхности растений озимой пшеницы и NDVI в среднем по полям за годы наших исследований полностью отсутствует, коэффициент корреляции составляет –0,20 (рис. 2). Следовательно, взаимосвязь содержания хлорофилла в единице площади ассимиляционной поверхности растений озимой пшеницы и NDVI в среднем по вариантам и годам практически отсутствует (коэффициент корреляции равен –0,20). По отдельным полям такая связь либо отсутствует вовсе, либо еще более нестабильна, чем в случае с валовым количеством зеленых пигментов на квадратном метре ценоза.

Нами был проведен анализ взаимосвязи NDVI посевов озимой пшеницы и такого показателя, как содержание хлорофилла в единице биомассы растений [2, 10], который наряду с валовым количеством зеленых пигментов на квадратном метре посева чаще всего используется для характеристики размеров фотосинтетического аппарата (рис. 3).

Анализ полученных данных показал, что коэффициент корреляции между вегетационными индексами и относительным содержанием хлорофилла в мг/г в среднем по всем изученным полям за годы исследований составляет –0,79. Это говорит о достаточно высокой степени сопряжения NDVI с количеством фотосинтетических пигментов в органах растений озимой пшеницы.

Таким образом, существует тесная обратная и достаточно стабильная взаимосвязь между количеством хлорофилла в единице биомассы растений озимой пшеницы и NDVI, которая оценивается коэффициентом корреляции, равным –0,79.

Полученные результаты можно объяснить следующим. Вегетационный индекс NDVI рассчитывается по данным коэффициентов спектральной яркости посева в красной и инфракрасной областях спектра

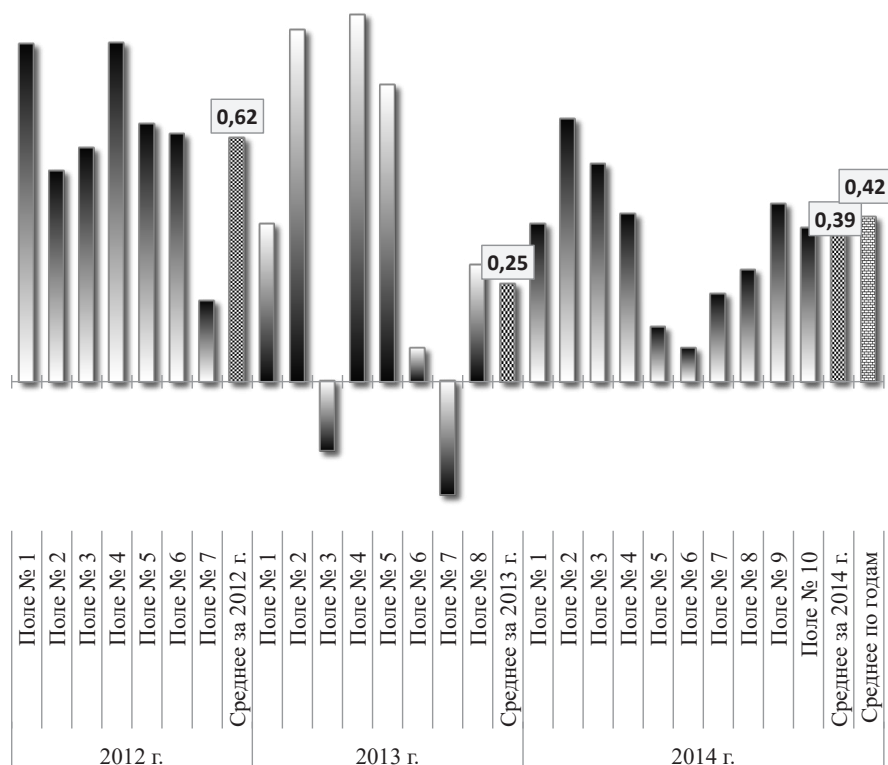


Рис. 1. Коэффициенты корреляции между количеством хлорофилла на квадратном метре посева озимой пшеницы (г/м²) и NDVI

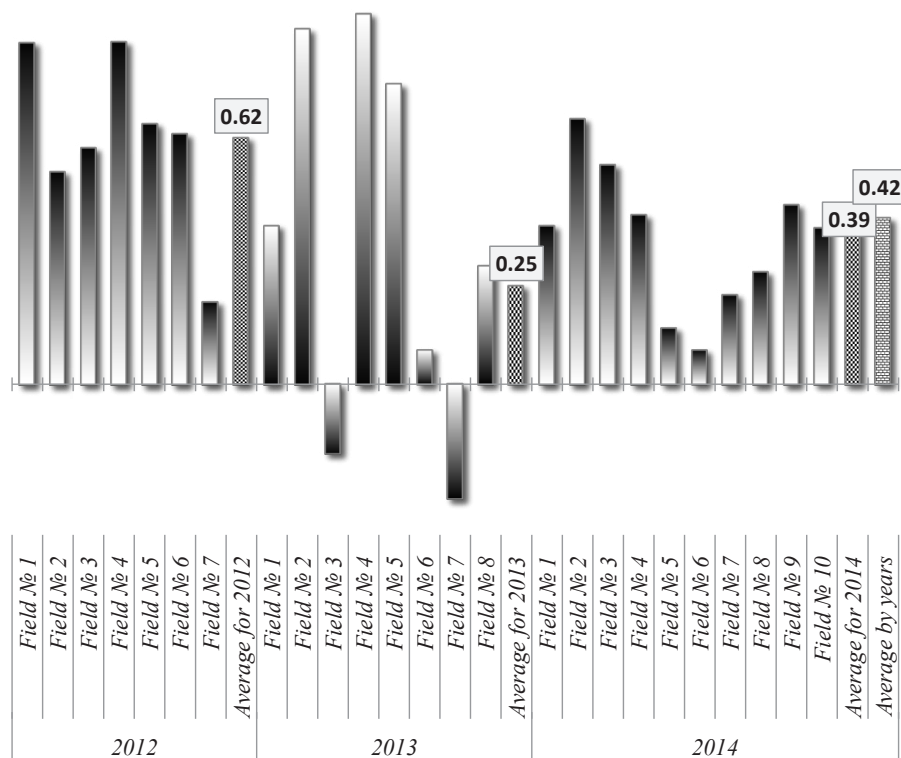


Fig. 1. Correlation coefficients between the amount of chlorophyll per square meter of winter wheat planting (g/m²) and NDVI

электромагнитных волн. Если в первом диапазоне спектра находится максимум поглощения хлорофилла, то во втором отражают биологические объекты. Поэтому чем больше хлорофилла в растениях, тем меньше коэффициент отражения в красной области спектра. И наоборот, чем больше площадь ассимиляционной поверхности (или количества биомассы), тем больше коэффициент отражения в инфракрасном диапазоне. Поэтому плотность связи с NDVI

и ее направленность в случае с валовым количеством хлорофилла и количеством хлорофилла в единице площади растений крайне нестабильны, так как расчет этих показателей проводится с использованием величин, характеризующих как концентрацию зеленых пигментов в растительном организме, так и фотосинтезирующую поверхность, либо величину биомассы, которые в итоге оказывают влияние на значение NDVI. В то же время относительное со-

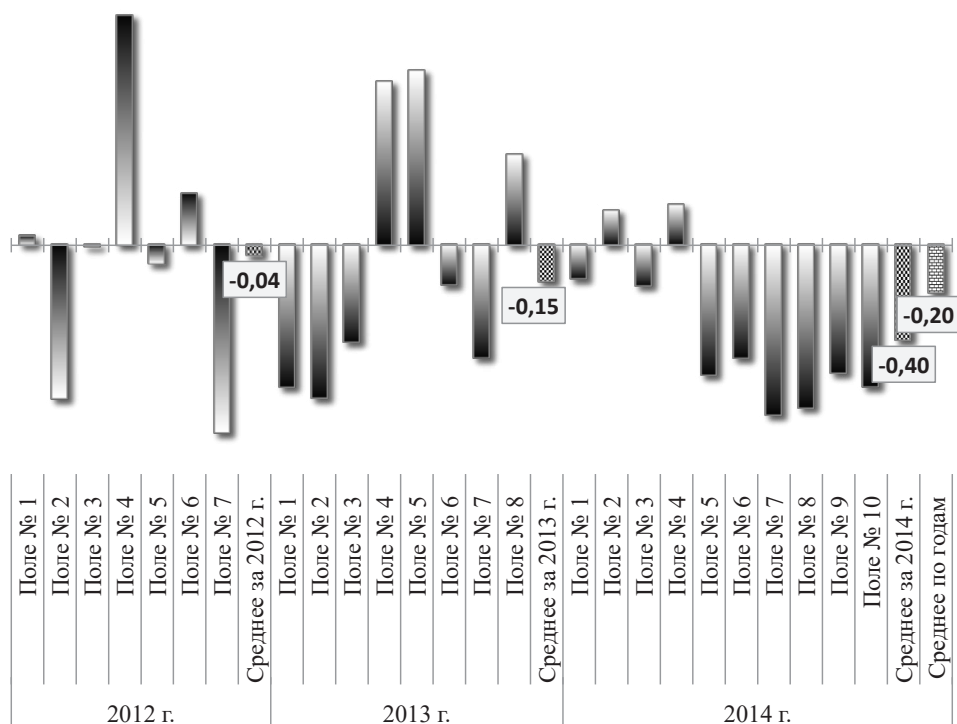


Рис. 2. Коэффициенты корреляции между относительным содержанием хлорофилла в единице площади ассимиляционной поверхности растений озимой пшеницы (мг/дм^2) и NDVI

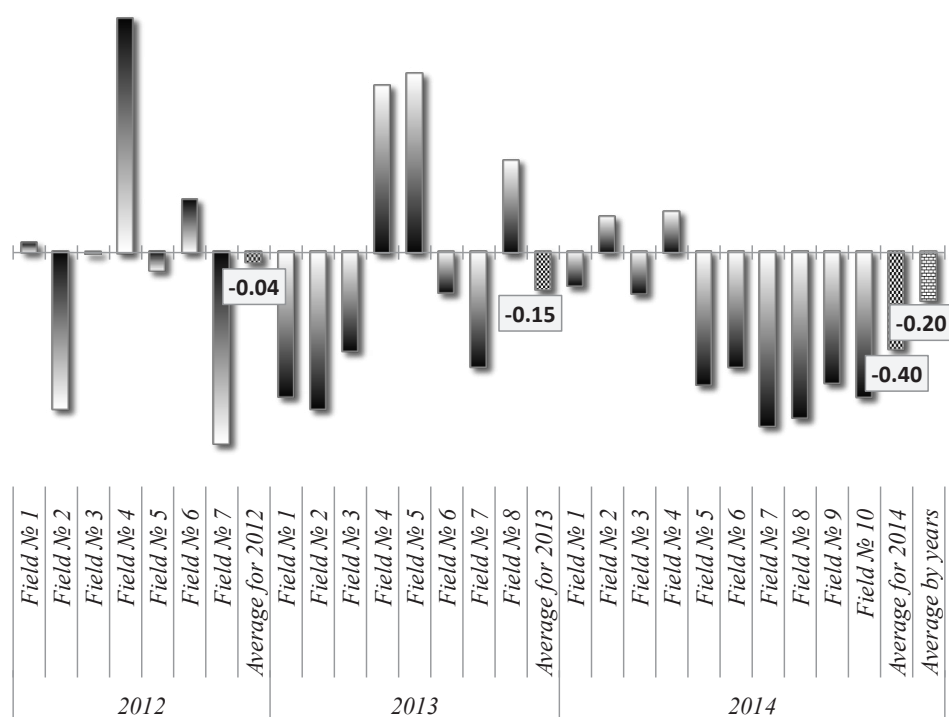


Fig. 2. Coefficients of correlation between the relative content of chlorophyll per unit area of the assimilative surface of winter wheat plants (mg/dm^2) and NDVI

держание хлорофилла в единице биомассы отражает только его концентрацию, а связь этого показателя с коэффициентом отражения в красной области спектра обратная. Этим объясняются полученные нами результаты.

Анализ коэффициентов корреляции между хлорофилловыми показателями растений озимой пшеницы и вегетационным индексом по этапам органогенеза за годы исследования позволяет сделать вывод

о том, что взаимосвязь между этими характеристиками если и проявляется, то в начальный период роста и развития, но значительно в меньшей степени, чем в случае с площадью ассимиляционной поверхности и NDVI (табл. 1).

При улучшении условий выращивания коэффициенты корреляции между рассматриваемыми показателями увеличиваются. Следует отметить, что в этом случае так же проявляется довольно тесная взаимо-

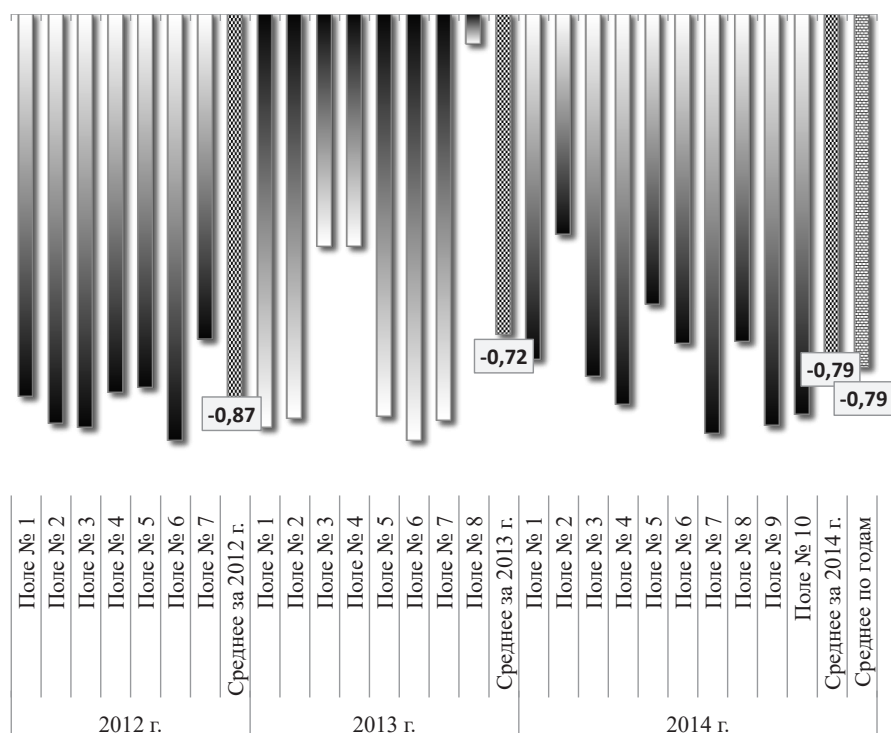


Рис. 3. Коэффициенты корреляции между относительным содержанием хлорофилла в единице биомассы растений озимой пшеницы (мг/г) и NDVI

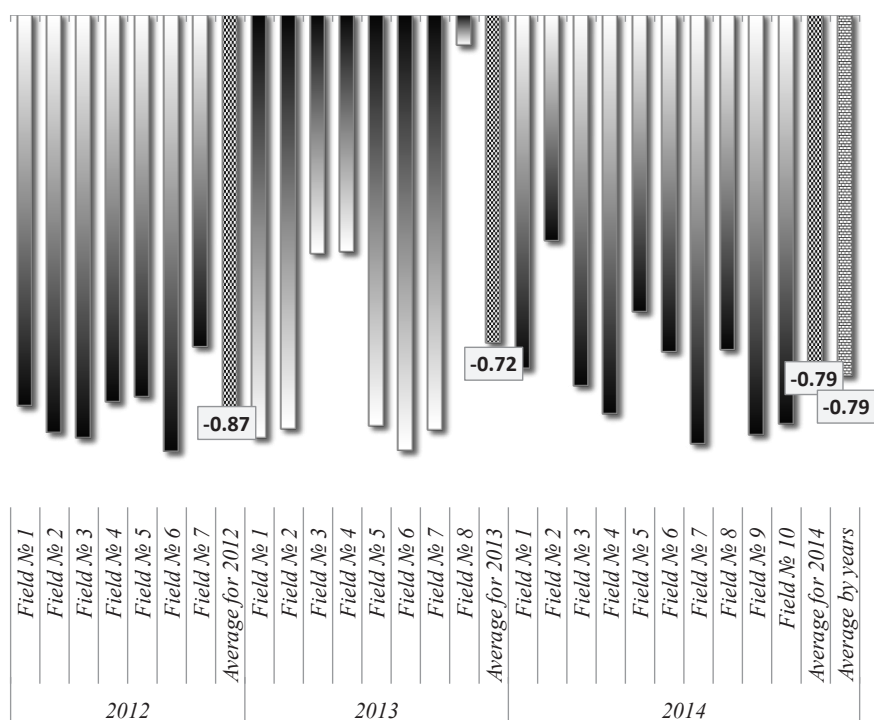


Fig. 3. Coefficients of correlation between the relative content of chlorophyll in a unit of winter wheat biomass (mg/g) and NDVI

связь между хлорофилловыми показателями растений озимой пшеницы и NDVI их посевов в период налива зерна (R_{corr} находятся в пределах 0,67–0,83).

Построенные нами регрессионные модели зависимости NDVI посевов от содержания хлорофилла в органах растений озимой пшеницы наглядно демонстрируют влияние внешних факторов на взаимосвязь между этими оптико-биологическими характеристиками (рис. 4).

Таким образом, наиболее тесная и стабильная взаимосвязь между хлорофилловыми показателями растений озимой пшеницы и вегетационным индексом посевов наблюдается в случае с относительным содержанием зеленых пигментов в единице биомассы, коэффициент корреляции составляет –0,79. Так как фотосинтетическая продуктивность растений является наиболее значимой составляющей их продукционного процесса, а самое точное отражение

Таблица 1

Коэффициенты корреляции между хлорофилловыми показателями растений озимой пшеницы и NDVI по фазам роста и развития

Table 1

Coefficients of correlation between chlorophyll indexes of plants of winter wheat and NDVI on phases of growth and development

Количество хлорофилла <i>Amount chlorophyll</i>	Фазы развития <i>Phases of development</i>				
	Весеннее кущение <i>Spring tillering</i>	Трубкавание <i>Tubing</i>	Колошение <i>Earing</i>	Налив зерна <i>Filling grains</i>	Среднее <i>Average</i>
2012					
Валовое, г/м ² <i>Gross, g/m²</i>	0,61	−0,69	0,26	−0,81	−0,16
Относительное, мг/дм ² <i>Relative, mg / dm²</i>	0,42	−0,37	0,40	−0,88	−0,11
Относительное, мг/г <i>Relative, mg / g</i>	0,47	0,22	0,58	−0,73	0,13
2013					
Валовое, г/м ² <i>Gross, g/m²</i>	0,64	0,08	−0,03	0,10	0,20
Относительное, мг/дм ² <i>Relative, mg / dm²</i>	0,09	−0,38	−0,12	0,15	−0,07
Относительное, мг/г <i>Relative, mg / g</i>	0,14	−0,46	0,14	−0,03	−0,05
2014					
Валовое, г/м ² <i>Gross, g/m²</i>	0,71	0,49	0,29	0,67	0,54
Относительное, мг/дм ² <i>Relative, mg / dm²</i>	0,57	0,35	0,34	0,82	0,52
Относительное, мг/г <i>Relative, mg / g</i>	0,47	0,10	0,49	0,83	0,47
Среднее по годам <i>Average by years</i>					
Валовое, г/м ² <i>Gross, g/m²</i>	0,52	−0,04	0,17	0,01	0,19
Относительное, мг/дм ² <i>Relative, mg / dm²</i>	0,36	−0,13	0,21	0,03	0,11
Относительное, мг/г <i>Relative, mg / g</i>	0,36	−0,05	0,40	0,02	0,18

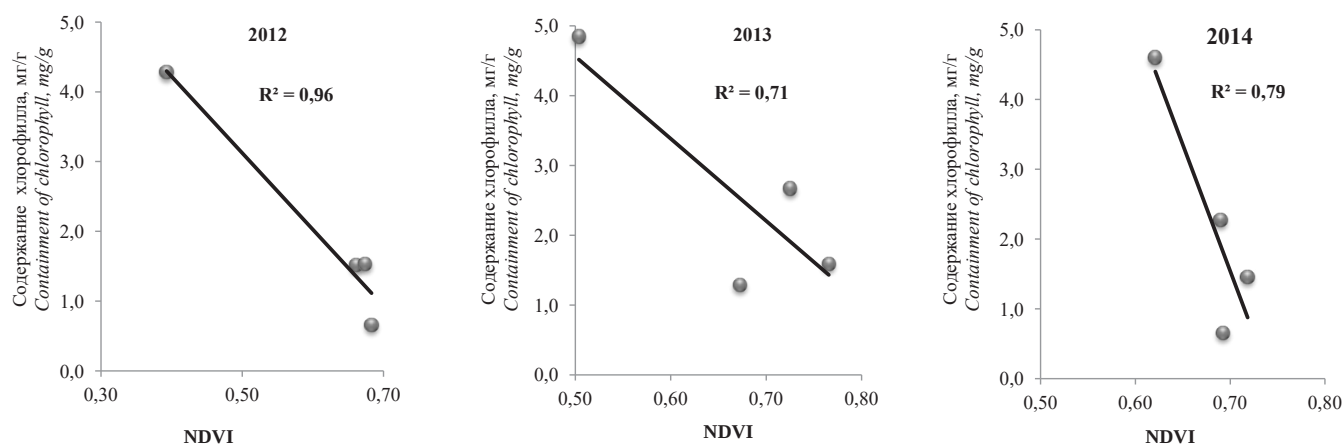


Рис. 4. Регрессионные модели зависимости NDVI посевов от количества хлорофилла в органах растений озимой пшеницы

Fig. 4. Regression models of the dependence of NDVI crops on the amount of chlorophyll in the organs of plants of winter wheat

фотосинтетической деятельности посева дают показатели, рассчитанные по содержанию хлорофилла, то данные дистанционного зондирования Земли могут быть использованы при разработке методов мониторинга хода формирования урожая сельскохозяйственных культур.

Литература

1. Ерошенко Ф. В. Возможности дистанционной оценки урожайности озимой пшеницы на основе вегетационного индекса фотосинтетического потенциала / Ф. В. Ерошенко, С. А. Барталев, И. Г. Сторчак, Д. Е. Плотников // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2016. Т. 13. № 4. С. 99–112.
2. Ерошенко Ф. В. NDVI и оптико-биологические свойства посевов озимой пшеницы / Ф. В. Ерошенко, И. Г. Сторчак // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса : двенадцатая Всероссий. открытая конф. Институт космических исследований РАН (Москва 10–14 ноября 2014 г.). М., 2014. С. 357.
3. Ерошенко Ф. В. Активный фотосинтетический потенциал / Ф. В. Ерошенко // Евразийский союз ученых. 2016. № 2–3 (23). С. 117–120.
4. Заводнов Д. В. Продуктивность сортов озимой пшеницы в связи с их фотосинтетическим потенциалом / Д. В. Заводнов // Молодежь, наука, творчество : сб. студенческих науч. ст. по материалам 81-й региональной науч.-практ. конф. Ставрополь, 2016. С. 196–198.
5. Рашидов К. А. Фотосинтетический потенциал и чистая продуктивность фотосинтеза посевов пшеницы в зависимости от технологии выращивания / К. А. Рашидов, Х. А. Муминджонов, Т. Д. Джабаров, Н. С. Шарипов // Кишоварз. 2015. Т. 1. С. 9–11.
6. Стасик О. О. Влияние новых регуляторов роста, полученных из природного сырья, на фотосинтетический аппарат и продуктивность озимой пшеницы / О. О. Стасик, Г. О. Прядкина, В. И. Ткачев, В. В. Франтийчук // Актуальность идей В. Н. Хитрово в исследовании биоразнообразия : сб. Орел, 2014. С. 192–196.
7. Сторчак И. Г. Прогноз урожайности озимой пшеницы с использованием вегетационного индекса NDVI для условий Ставропольского края : дис. ... канд. с.-х. наук / И. Г. Сторчак. Ставрополь : ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет», 2016.
8. Сторчак И. Г., Ерошенко Ф. В. Использование NDVI для оценки продуктивности озимой пшеницы в Ставропольском крае // Земледелие. 2014. № 7. С. 12–15.
9. Тютерева Е. В. Хлорофилл В как источник сигналов, регулирующих развитие и продуктивность растений / Е. В. Тютерева, В. А. Дмитриева, О. В. Войцеховская // Сельскохозяйственная биология. 2017. Т. 52. № 5. С. 843–855.
10. Yeroshenko F. V. NDVI and photosynthetic characteristics of winter wheat crops / F. V. Yeroshenko, I. G. Storchak // Materiály X mezinárodní vědecko-praktická conference «Věda a technologie: krok do budoucnosti – 2014». Díl 26. Biologické vědy. Praha : Publishing House «Education and Science», 2014. P. 31–37.

References

1. Eroshenko F. V. The possibilities of remote evaluation of the yield of winter wheat on the basis of the vegetative index of the photosynthetic potential / F. V. Eroshenko, S. A. Bartalev, I. G. Storchak, D. E. Plotnikov // Modern problems of remote sensing of the Earth from space. 2016. T. 13. No. 4. P. 99–112.
2. Eroshenko F. V. NDVI and optical and biological properties of winter wheat sowing / F. V. Eroshenko, I. G. Storchak // Modern Problems of Earth Remote Sensing from Space : twelfth All-Russian Open Conf. Institute of Space Research, Russian Academy of Sciences, Moscow 10–14 November 2014. M., 2014. P. 357.
3. Eroshenko F. V. Active photosynthetic potential / F. V. Eroshenko // Eurasian Union of Scientists. 2016. No. 2–3 (23). P. 117–120.
4. Zavodnov D. V. Productivity of winter wheat varieties in connection with their photosynthetic potential / D. V. Zavodnov // Youth, Science, Creativity – 2016 : collection of student scientific articles on the materials of the 81st regional scientific and practical conference. Stavropol, 2016. P. 196–198.
5. Rashidov K. A. Photosynthetic potential and net productivity of photosynthesis of wheat sowing depending on growth technology / K. A. Rashidov, H. A. Muminjonov, T. D. Jaborov, N. S. Sharipov // Kishovarz. 2015. T. 1. P. 9–11.
6. Stasik O. O. Influence of new growth regulators obtained from natural raw materials on the photosynthetic apparatus and productivity of winter wheat / O. O. Stasik, G. O. Pryadkina, V. I. Tkachov, V. V. Frantiychuk // The urgency of ideas VN. Sly in the study of biodiversity Eagle : collection. Orel, 2014. P. 192–196.
7. Storchak I. G. Forecast of the productivity of winter wheat using the vegetative index NDVI for the conditions of the Stavropol Territory : dis. ... cand. of agricult. sc. / I. G. Storchak. Stavropol : FGBOU VO «Stavropol State Agrarian University», 2016.
8. Storchak I. G., Eroshenko F. V. Using NDVI to assess the productivity of winter wheat in the Stavropol Territory // Agriculture. 2014. No. 7. P. 12–15.
9. Tyutereva E. V. Chlorophyll B as a source of signals regulating the development and productivity of plants / E. V. Tyutereva, V. A. Dmitrieva, O. V. Wojciechowska. // Agricultural Biology. 2017. T. 52. No. 5. P. 843–855.
10. Yeroshenko F. V. NDVI and photosynthetic characteristics of winter wheat crops / F. V. Yeroshenko, I. G. Storchak // Materiály X mezinárodní vědecko-praktická conference «Věda a technologie: krok do budoucnosti – 2014». Díl 26. Biologické vědy. Praha : Publishing House «Education and Science», 2014. P. 31–37.

ОБ УПРАВЛЕНИИ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛЬЮ ДИНАМИКИ ВИЧ НА ОСНОВЕ СУБОПТИМАЛЬНЫХ ИГРОВЫХ СЦЕНАРИЕВ ПРЕРЫВИСТОЙ АНТИРЕТРОВИРУСНОЙ ТЕРАПИИ

А. В. КИМ,

доктор физико-математических наук, профессор, заведующий сектором,
Институт математики и механики УрО РАН

(620990, г. Екатеринбург, ул. С. Ковалевской, д. 16; e-mail: avkim@imm.uran.ru),

ведущий научный сотрудник, Уральский федеральный университет

(620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 19),

А. В. ИВАНОВ,

программист, Институт математики и механики УрО РАН

(620990, г. Екатеринбург, ул. С. Ковалевской, д. 16; e-mail: avi@imm.uran.ru),

лаборант-исследователь, Уральский федеральный университет

(620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 19; e-mail: av.ivanov@urfu.ru)

Ключевые слова: ВИЧ-инфекция, прерывистая терапия, конфликтно-управляемая ВИЧ-модель, игровое управление, субоптимальный сценарий.

В работе рассматривается задача управления конфликтно-управляемым ВИЧ-процессом, формализуемым в виде антагонистической дифференциальной игры двух лиц. Первый игрок отвечает за формирование оптимального структурно-прерываемого сценария лекарственной терапии и стремится при любых возможных действиях второго игрока перевести ВИЧ-процесс из состояния вирусного доминирования в состояние иммунного доминирования, доставляя при этом наименьшее значение некоторому показателю качества. Второй игрок преследует противоположные цели. Формализована задача построения субоптимального игрового структурно-прерываемого сценария при наличии фактора недостаточной приверженности пациента к лекарственной терапии. Для нелинейной ВИЧ-модели Callaway-Perelson, описываемой в виде системы обыкновенных дифференциальных уравнений, численно показана чувствительность ВИЧ-модели к одиночным возмущениям субоптимального структурно-прерываемого сценария. Для данной ВИЧ-модели представлены результаты численного построения субоптимального игрового структурно-прерываемого сценария, устойчивого к одиночным нарушениям лекарственной схемы лечения. Результаты численного моделирования показали устойчивость построенного субоптимального игрового сценария к одиночным пропускам лекарств. Разработанный метод может быть применен к разработке и исследованию схем прерывистой антиретровирусной терапии, устойчивых к таким факторам неопределенности, как резистентность вируса к антиретровирусным препаратам, недостаточная приверженность пациента к терапии, индивидуальные особенности фармакокинетики и фармакодинамики антиретровирусных препаратов.

ON THE CONTROL OF HIV DYNAMIC MATHEMATICAL MODEL BASED ON SUBOPTIMAL GAME SCENARIOS OF INTERRUPTED ANTIRETROVIRAL THERAPY

A. V. KIM,

doctor of physics and mathematics science, head of sector,
Institute of Mathematics and Mechanics UrB RAS

(16 S. Kovalevskaya str., 620990, Ekaterinburg; e-mail: avkim@imm.uran.ru),

leader researcher, Ural Federal University

(19 Mira str., 620002, Ekaterinburg),

A. V. IVANOV,

programmer, Institute of Mathematics and Mechanics UrB RAS

(16 S. Kovalevskaya str., 620990, Ekaterinburg; e-mail: avi@imm.uran.ru),

laboratory researcher, Ural Federal University

(19 Mira str., 620002, Ekaterinburg; e-mail: av.ivanov@urfu.ru)

Keywords: HIV infection, interrupted therapy, conflict-control HIV-model, game control, suboptimal scenario.

We consider problem of control of conflict-controlled HIV process formalized in the form of an antagonistic differential game between two persons. The first player is responsible for the formation of the optimal structured treatment interruption (STI) scenario and aims, under all possible actions of the second player, to lead the HIV process from the viral dominance state to the immune dominance state, while delivering the minimum value of cost function. The second player pursues opposite goals. It is numerically shown that the non-linear HIV-model Callaway-Perelson, described in the form of a system of ordinary differential equations, is sensitive to single disturbances of the suboptimal STI scenario. For the model we presented the results of numerical construction of a suboptimal game STI scenario that is resistant to single disturbances of drug regimen. The results of numerical simulation showed the stability of the constructed suboptimal game scenario to single skipping of drugs. The developed method can be applied to the development and research of interruptible antiretroviral therapy schemes that are resistant to such uncertainties as the resistance of the virus to antiretroviral drugs, insufficient adherence of the patient to therapy, individual features of the pharmacokinetics and pharmacodynamics of antiretroviral drugs.

Положительная рецензия представлена Г. А. Бочаровым, доктором физико-математических наук, ведущим научным сотрудником Института вычислительной математики Российской академии наук.

Токсичность непрерывной высокоактивной антиретровирусной терапии (ВААРТ), а также лекарственная устойчивость ВИЧ к ВААРТ мотивируют исследование других режимов лечения ВИЧ, направленных на активацию иммунного ответа. Одной из перспективных альтернатив непрерывной ВААРТ является прерывистая антиретровирусная терапия (ПАРТ), при которой пациенты применяют или прерывают лекарственную терапию в заранее определенные периоды времени. Исследования показали, что при определенных условиях применение ПАРТ может оказаться целесообразным и позволяет достигнуть при сниженной лекарственной нагрузке те же цели, что и при непрерывной ВААРТ: увеличение количества $CD4^+$ Т-клеток и подавление репликации вируса [1–2]. В связи с этим становится актуальной задача определения оптимальных схем ПАРТ, при которых достигается наилучший терапевтический эффект. Для решения данной задачи проводятся как клинические когортные исследования, так и теоретические исследования с помощью математических моделей.

С учетом ограниченного количества пациентов, вовлеченных в клинические испытания, разработка и применение методов математического моделирования при поиске оптимальных схем ПАРТ становятся особенно важными. В работах [3–5] задача поиска оптимальных сценариев ПАРТ формализуется в виде задачи оптимального программного управления моделью динамики ВИЧ на основе обыкновенных дифференциальных уравнений. Поиск оптимальных схем ПАРТ в вышеуказанных работах проводился для моделей динамики ВИЧ, в которых не учитывается ряд таких важных факторов, как резистентность вируса к АРТ препаратам, недостаточная приверженность пациента к терапии, индивидуальные особенности фармакокинетики и фармакодинамики АРТ препаратов. Неучет данных факторов в математической ВИЧ-модели может привести к выработке терапевтических схем, приводящих к неудовлетворительным последствиям для организма. В связи с этим представляется более естественным рассматривать задачу поиска оптимальных сценариев ПАРТ в виде задачи оптимального управления конфликтно-управляемой моделью динамики ВИЧ, позволяющей учесть неполноту и неопределенность описания процессов взаимодействий в системе «вирус – организм человека». Такие задачи в настоящее время вкладываются в теорию дифференциальных игр [6]. В частности, применение дифференциальных игр для описания конфликтно-управляемых моделей динамики ВИЧ рассматривалось в работах [7, 8].

Цель и методика исследований

Целью настоящей работы является обобщение метода нахождения оптимальных сценариев ПАРТ

со случая управляемой ВИЧ-модели на случай конфликтно-управляемой ВИЧ-модели, описываемой системой обыкновенных дифференциальных уравнений

$$\dot{x}(t) = f(t, x(t), u(t), v(t)), \quad t \in [t_0, T], \quad (1)$$

$$x(t_0) = x_0, \quad x(T) = x_T, \quad (2)$$

$$u(t) = u(t_k) \in U, \quad t \in [t_k, t_{k+1}), \quad k = 0, N-1, \quad N = (T - t_0) / \Delta t_u \quad (3)$$

$$v(t) = v(t_l) \in V, \quad t \in [t_l, t_{l+1}), \quad l = 0, L-1, \quad L = (T - t_0) / \Delta t_v \quad (4)$$

где t – время, моменты t_0 и T фиксированы, $\{t_k | t_k = t_0 + k\Delta t_u, \quad k = 0, N-1\}$ – дискретные моменты времени управления первого игрока, Δt_u – шаг дискретизации по времени управления первого игрока, $\{t_l | t_l = t_0 + l\Delta t_v, \quad l = 0, L-1\}$ – дискретные моменты времени управления второго игрока, Δt_v – шаг дискретизации по времени управления второго игрока; $x(t) \in R^n$ – фазовый вектор системы, $x_0 \in R^n$ – начальное состояние системы (1), $x_T \in R^n$ – состояние системы (1) в момент окончания T процесса управления; $u(t) \in R^m$ и $v(t) \in R^r$ – дискретные по времени кусочно-постоянные управления первого и второго игрока соответственно, U и V – дискретные множества допустимых управлений первого и второго игрока соответственно.

Показатель качества терапевтической программы оценивается функционалом

$$\gamma = \phi(x(\cdot), u(\cdot)). \quad (5)$$

Таким образом, задача управления ВИЧ-моделью (1)–(4) рассматривается как конфликтно-управляемый процесс с двумя игроками. Первый игрок, отвечающий за формирование оптимальной схемы лекарственной терапии $u(\cdot)$, стремится при любых возможных действиях второго игрока $v(\cdot)$ привести систему (пациента) из состояния вирусного доминирования x_0 в состояние иммунного доминирования x_T , доставляя при этом наименьшее значение (5). Второй игрок (непредсказуемые внешние факторы или прямое противодействие со стороны болезни), отвечающий за формирование $v(\cdot)$, стремится при любых возможных действиях первого игрока $u(\cdot)$ воспрепятствовать переводу системы из состояния x_0 в состояние x_T , доставляя при этом наибольшее значение (5).

Обозначим через $x[t_0, T, x_0, u(\cdot), v(\cdot)]$ траекторию движения системы (1) на временном интервале $[t_0, T]$ из начальной позиции $x(t_0) = x_0$ при выбранных игроками управлениях $u(\cdot)$ и $v(\cdot)$. Также через $U(\cdot)$ и $V(\cdot)$ обозначим множество всех допустимых на интервале $[t_0, T]$ управлений первого и второго игрока соответственно. Тогда при фиксированном управлении $u(\cdot) \in U(\cdot)$ первого игрока гарантированный результат (5) для него будет равен

$$\gamma(t_0, x_0, u(\cdot)) = \sup_{v(\cdot) \in V(\cdot)} \phi(x[t_0, T, x_0, u(\cdot), v(\cdot)], u(\cdot)).$$

Наилучший гарантированный результат (5) для первого игрока при заданных (t_0, T, x_0) достигается при оптимальном управлении $u^*(\cdot) \in U(\cdot)$

$$\gamma^*(t_0, x_0, u^*(\cdot)) = \inf_{u(\cdot) \in U(\cdot)} \sup_{v(\cdot) \in V(\cdot)} \phi(x[t_0, T, x_0, u(\cdot), v(\cdot)], u(\cdot)). \quad (6)$$

Таким образом, решая за первого игрока задачу оптимального управления для конфликтно-управляемой ВИЧ-модели (1)–(4), получаем оптимальный сценарий прерывистой АРТ с наилучшим гарантированным результатом $\gamma^*(t_0, x_0, u^*(\cdot))$. Дискретный характер управлений (3)–(4) позволяет свести задачу нахождения (6) к задаче дискретной комбинаторной оптимизации размерности

$$D = |U|^N \cdot |V|^L,$$

где $|U|$, $|V|$ – мощности дискретных множеств допустимых управлений первого и второго игрока соответственно.

Решение задачи комбинаторной оптимизации методом полного перебора вычислительно трудоемко уже при небольших значениях N и L . Для снижения размерности задачи будем использовать подход на основе субоптимальных структурно-прерываемых сценариев, предложенных в работе [3]. Суть подхода заключается в следующем: временной интервал $[t_0, T]$ разбивается на периоды управления длительностью P :

$$\{ [t_k, t_{k+1}] | t_k = t_0 + kP, k = \overline{0, T/P-1} \}.$$

Каждый из периодов $[t_k, t_{k+1}]$, в свою очередь, разбивается на сегменты постоянного управления длительностью $\Delta_u = \Delta t_u$ для первого игрока и $\Delta_v = \Delta t_v$ – для второго игрока. В итоге задача дискретной комбинаторной оптимизации размерности D заменяется T/P задачами дискретной комбинаторной оптимизации размерности

$$|U|^{P/\Delta_u} \cdot |V|^{P/\Delta_v},$$

и получаемый при заданных P , Δ_u и Δ_v субоптимальный ПАРТ-сценарий $u_{\Delta_u}(\cdot)$ представляется в виде

$$u_{\Delta_u}^*(\cdot) = [u_{\Delta_u}^*(t_0), u_{\Delta_u}^*(t_1), \dots, u_{\Delta_u}^*(t_{T/P-1})], \quad t_k = t_0 + kP, k = \overline{0, T/P-1}, \quad (7)$$

где $u_{\Delta_u}^*(t_k)$ – частичный оптимальный ПАРТ-сценарий на интервале $[t_k, t_{k+1}]$, находящийся из условия

Результаты исследований

Рассмотрим нелинейную конфликтно-управляемую ВИЧ-модель, динамика которой описывается системой ОДУ:

$$\begin{cases} \dot{T}_1 = \mu_1 - d_1 T_1 - (1 - u_1 v_1) k_1 V T_1, \\ \dot{T}_2 = \mu_2 - d_2 T_2 - (1 - f u_1 v_1) k_2 V T_2, \\ \dot{I}_1 = (1 - u_1 v_1) k_1 V T_1 - \delta I_1 - m_1 E I_1, \\ \dot{I}_2 = (1 - f u_1 v_1) k_2 V T_2 - \delta I_2 - m_2 E I_2, \\ \dot{V} = (1 - u_2 v_2) N_T \delta (I_1 + I_2) - \\ - c V - [(1 - u_1 v_1) \rho_1 k_1 T_1 + (1 - f u_1 v_1) \rho_2 k_2 T_2] V, \\ \dot{E} = \mu_E + \frac{b_E (I_1 + I_2)}{(I_1 + I_2) + K_b} E - \frac{d_E (I_1 + I_2)}{(I_1 + I_2) + K_d} E - \delta_E E. \end{cases} \quad (8)$$

Здесь T_1 , T_2 – концентрации популяций здоровых клеток-мишеней, представляющих популяции CD4⁺ Т-лимфоцитов и макрофагов соответственно (кл/мл); I_1 , I_2 – концентрации популяций зараженных клеток (кл/мл); V – вирусная нагрузка (вирион/мл); E – концентрация клеток-киллеров, представляющих популяцию цитотоксических CD8⁺ Т-лимфоцитов (кл/мл); u_1 , u_2 – эффективности лекарственных препаратов (управляющие воздействия первого игрока); v_1 , v_2 – воздействия, снижающие эффективность лекарств (управляющие воздействия второго игрока); остальные переменные – константы, характеризующие скорость протекания биологических процессов (табл. 1, [3]).

Введем вектор состояния модели $x(t) = (T_1(t), T_2(t), I_1(t), I_2(t), V(t), E(t))$, вектор управления первого игрока $u(t) = (u_1(t), u_2(t))$, вектор управления второго игрока $v(t) = (v_1(t), v_2(t))$.

Для системы (8) известно, что существует два локально асимптотически устойчивых положения равновесия:

– состояние высокой вирусной нагрузки и низкой концентрации CD4⁺ Т-лимфоцитов:

$$x_0 = (163573, 5, 11945, 46, 63919, 24)^T, \quad (9)$$

– состояние иммунного контроля ВИЧ-инфекции и восстановления CD4⁺ Т-лимфоцитов:

$$x_T = (967839, 621, 76, 6, 415, 353108)^T. \quad (10)$$

Задача оптимального управления конфликтно-управляемой системой (8) состоит в нахождении допустимой пары управлений $(u_1^*(\cdot), u_2^*(\cdot))$, переводящей систему из состояния вирусного доминирования (9) в состояние иммунного контроля (10), доставляя при любых возможных $v_1(\cdot)$, $v_2(\cdot)$ минимум функционалу качества
$$\gamma = \frac{1}{2} \int_{t_0}^T \left\{ [R_1 u_1^2(t) + R_2 u_2^2(t)] dt + Q_V (V(t) - V^*)^2 + Q_E (E(t) - E^*)^2 + Q_T T^2 \right\}, \quad (11)$$

где $R_1 = R_2 = 5 \cdot 10^4$, $Q_V = 1 \cdot 10^{-4}$, $Q_E = 1$, $Q_T = 10^5$ – весовые коэффициенты, V^* , E^* – концентрации вируса и эффекторов в состоянии иммунного доминирования (10).

Рассмотрим для системы (8) результаты численного построения субоптимального структурно-прерываемого сценария $u^*(t)$, $t \in [0, 600]$ с параметрами

$$P = 20, \Delta t_u = 5, \Delta t_v = 1 \quad (12)$$

и множествами допустимых управлений первого и второго игрока:

$$U = \{u^{[1]} = (0, 0), u^{[2]} = (0.7, 0), u^{[3]} = (0, 0.3), u^{[4]} = (0.7, 0.3)\}, \quad (13)$$

$$V = \{v^{[1]} = (0, 0), v^{[2]} = (1, 1)\}. \quad (14)$$

На рис. 1 изображен график сценария $u^*(\cdot)$, рассчитанный для модели (8) в условиях бездействия второго игрока $v^*(\cdot) = v^{[2]}$. Графики фазовых траекторий ВИЧ-модели при сценарии $u^*(\cdot)$ изображены на рис. 2 (черная линия). Сценарий $u^*(\cdot)$ переводит в момент $T = 590$ дней модель (8) из состояния (9) в состояние x'_T из области притяжения устойчивого состояния (10), значение функционала качества (11) в момент $T = 600$ дней $\gamma = 2.37661 \cdot 10^{10}$.

Таблица 1
Числовые значения и описание параметров модели (8)

Table 1

The values and descriptions of the parameters used in the HIV model (8)

Параметр Parameter	Значение Value	Описание Description
μ_1	10 000	Скорость производства здоровых клеток $CD4^+$ Т-лимфоцитов, кл/(мл·сут) <i>Production rate of uninfected $CD4^+$ T-lymphocytes cells, cells/(ml·day)</i>
μ_2	31.98	Скорость производства здоровых клеток-макрофагов, кл/(мл·сут) <i>Production rate of uninfected macrophages cells, cells/(ml·day)</i>
d_1	0.01	Скорость естественной гибели здоровых клеток $CD4^+$ Т-лимфоцитов, кл/(мл·сут) <i>Death rate of uninfected $CD4^+$ T-lymphocytes cells, cells/(ml·day)</i>
d_2	0.01	Скорость естественной гибели здоровых клеток-макрофагов, кл/(мл·сут) <i>Death rate of uninfected macrophages cells, cells/(ml·day)</i>
k_1	$8 \cdot 10^{-7}$	Скорость заражения здоровых клеток $CD4^+$ Т-лимфоцитов, мл/(вирион·сут) <i>Infection rate of uninfected $CD4^+$ T-lymphocytes cells, ml/(virions·day)</i>
k_2	0.0001	Скорость заражения здоровых клеток-макрофагов, мл/(вирион·сут) <i>Infection rate of uninfected macrophages cells, ml/(virions·day)</i>
δ	0.7	Скорость гибели зараженных клеток, 1/сут <i>Infected cell death rate, 1/day</i>
m_1	0.00001	Скорость разрушения зараженных $CD4^+$ Т-лимфоцитов клетками $CD8^+$, мл/(кл·сут) <i>Immune-induced clearance rate for infected $CD4^+$ T-lymphocytes cells, ml/(cells·day)</i>
m_2	0.00001	Скорость разрушения зараженных $CD4^+$ Т-лимфоцитов клетками $CD8^+$, мл/(кл·сут) <i>Immune-induced clearance rate for infected macrophages cells, ml/(cells·day)</i>
N_T	100	Число синтезированных вирионов в ходе цикла репликации, вирион/кл <i>Virions produced per infected cell, virions/cell</i>
$\tilde{n}$	13	Естественная скорость гибели вирионов, 1/сут <i>Virus natural death rate, 1/day</i>
ρ_1	1	Расход вирионов на заражение клетки $CD4^+$, вирион/кл <i>Average number virions infecting a cell of $CD4^+$ T-lymphocytes, virions/cell</i>
ρ_2	1	Расход вирионов на заражение клетки-макрофага, вирион/кл <i>Average number virions infecting a cell of macrophages, virions/cell</i>
μ_E	1	Скорость производства клеток-киллеров $CD8^+$, кл/(мл·сут) <i>Immune effector production rate, cells/(ml·day)</i>
δ_E	0.1	Скорость естественной гибели клеток-киллеров $CD8^+$, 1/сут <i>Natural death rate for immune effectors, 1/day</i>
b_E	0.3	Максимальная скорость пролиферации клеток-киллеров $CD8^+$, 1/сут <i>Maximum birth rate for immune effectors, 1/day</i>
d_E	0.25	Максимальная скорость гибели клеток-киллеров $CD8^+$, 1/сут <i>Maximum death rate for immune effectors, 1/day</i>
K_b	100	Коэффициент насыщения процесса рождения клеток-киллеров $CD8^+$, кл/мл <i>Saturation constant for immune effector birth, cells/ml</i>
K_d	500	Коэффициент насыщения процесса гибели клеток-киллеров $CD8^+$, кл/мл <i>Saturation constant for immune effector death, cells/ml</i>
f	0.34	Коэффициент снижения эффективности лечения ингибитором обратной транскриптазы <i>Coefficient of treatment efficacy reduction with a reverse transcriptase inhibitor</i>

Перейдем к построению игрового структурно-прерываемого сценария $u^*(\cdot)$ при следующих ограничениях на действия второго игрока:

1) на расчетном периоде $[t_0, T]$ второй игрок применяет стратегию $v^{[1]}$ C раз, т. е. управление второго игрока $v_{\Delta_v}^*(\cdot)$ удовлетворяет условию

$$\sum_{i=0}^{T/\Delta_v-1} (1 - v_{\Delta_v}^*(t_i)) = C, \quad t_i = t_0 + i\Delta_v, \quad (15)$$

2) стратегия $v^{[1]}$ реализуется вторым игроком в один и тот же период, т. е.

$$\sum_{i=0}^{P/\Delta_v-1} (1 - v_{\Delta_v}^*(t_k + i\Delta_v)) = C, \quad t_k = t_0 + kP, \quad k = \overline{0, T/P-1}. \quad (16)$$

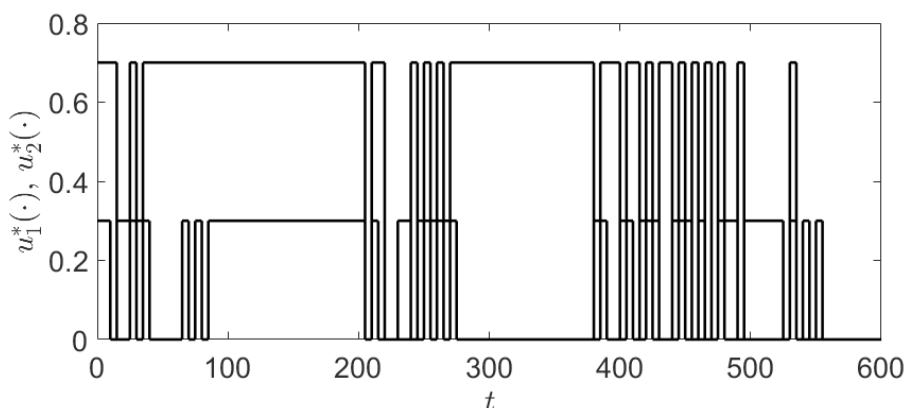


Рис. 1. Субоптимальный структурно-прерываемый сценарий с четырехдневными интервалами прерывания, 20-дневными периодами управления и 600-дневным расчетным периодом. Время в сутках
Fig. 1. Suboptimal structured treatment interruption scenario with four day treatment intervals, 20 day control periods, and 600 day control horizon. Time is measured in days

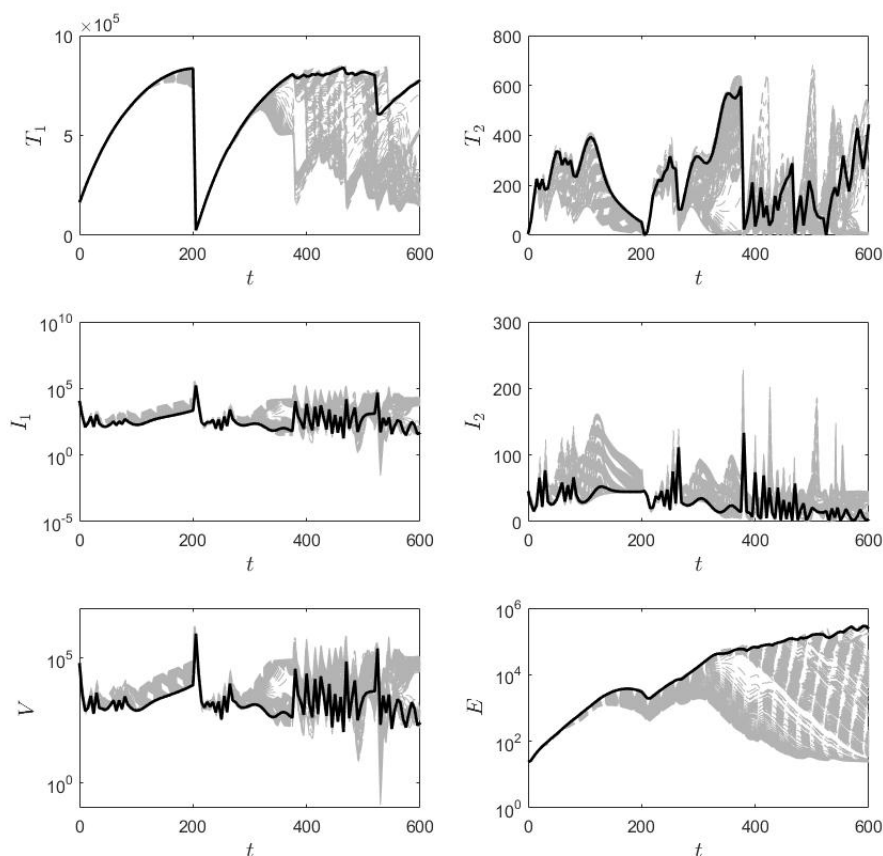


Рис. 2. Графики фазовых переменных T_1 , T_2 , I_1 , I_2 , V , E . Черная линия – управляемая динамика (8) при субоптимальном структурно-прерываемом сценарии без возмущений, серые линии – траектории управляемой динамики (8) при возмущенных субоптимальных структурно-прерываемых сценариях

Fig. 2. Graphs of phase variables T_1 , T_2 , I_1 , I_2 , V , E . Black line denotes controlled dynamics (8) under the suboptimal structured treatment interruption scenario without perturbations, gray lines are trajectories of controlled dynamics (8) under perturbed structured treatment interruption scenarios

Применение вторым игроком стратегии $v^{[1]}$ приводит к возмущению терапевтического сценария: эффективность лекарственной терапии снижается до минимального значения. Управления второго игрока моделируют такой фактор, как недостаточная приверженность пациента к терапии: пациент в один из периодов P нарушает схему ПАРТ, пропуская при-

ем лекарственных препаратов C раз. Обозначим через V_C множество всех управлений второго игрока, удовлетворяющих условиям (15)–(16), а через $\tilde{U}_C$ – множество структурно-прерываемых сценариев, получаемых путем возмущения сценария $u^*(\cdot)$ действием $v(\cdot) \in V_C$, т. е.

$$\tilde{U}_C = \{\tilde{u}^*(\cdot) | \tilde{u}^*(\cdot) = u^*(\cdot) \times v(\cdot), v(\cdot) \in V_C\}.$$

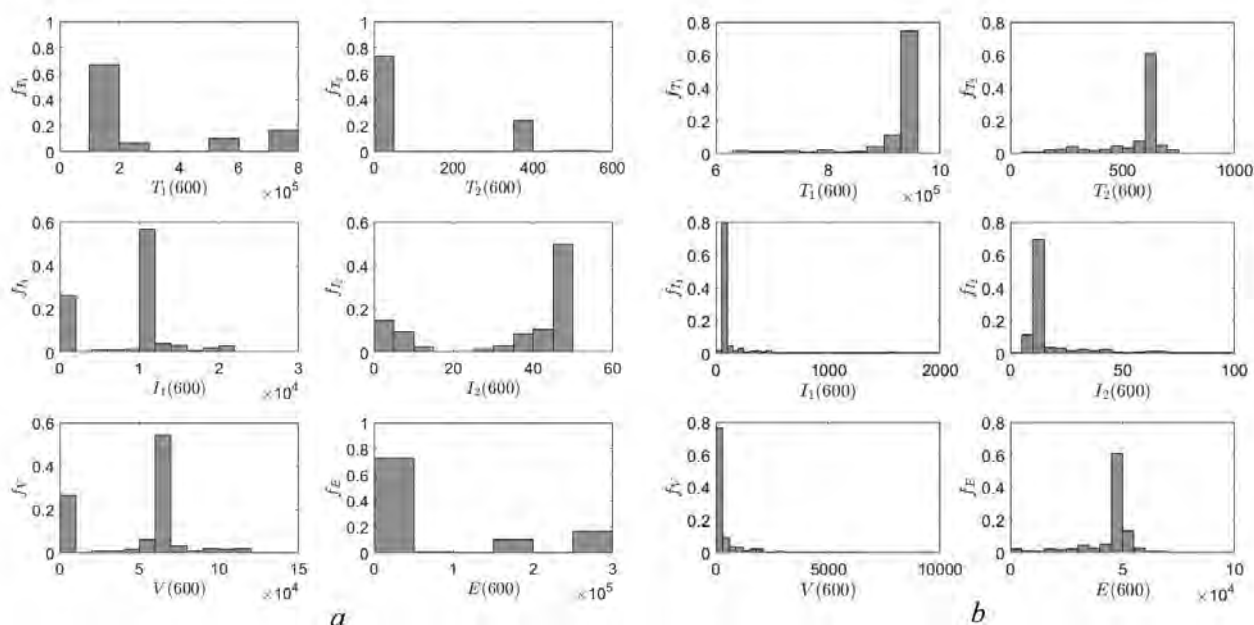


Рис. 3. Гистограммы распределения значений фазовых переменных T_1 , T_2 , I_1 , I_2 , V , E в момент времени $T=600$ дней при а) при возмущенных субоптимальных структурно-прерываемых сценариях, б) возмущенных субоптимальных игровых структурно-прерываемых сценариях
Fig. 3. Frequency distribution histograms of values of the phase variables T_1 , T_2 , I_1 , I_2 , V , E at time $T = 600$ days under а) perturbed structured treatment interruption scenarios, б) perturbed game structured treatment interruption scenarios

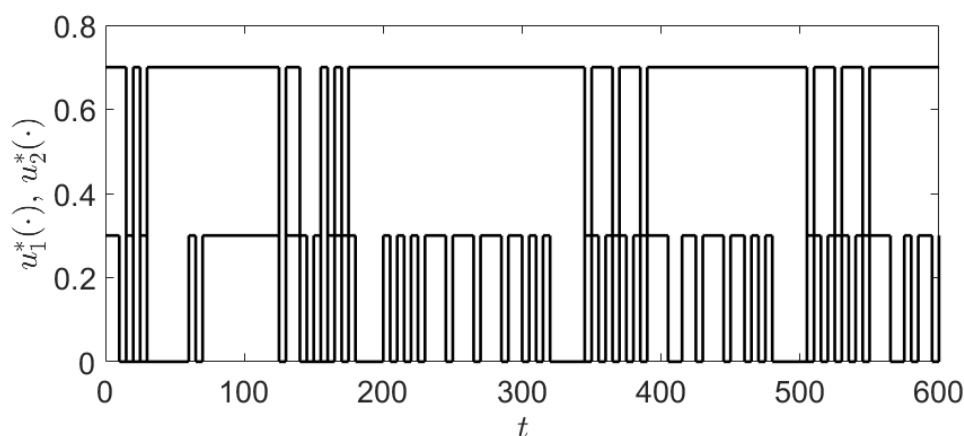


Рис. 4. Субоптимальный игровой структурно-прерываемый сценарий с четырехдневными интервалами прерывания, 20-дневными периодами управления и 600-дневным расчетным периодом. Время в сутках
Fig. 4. Suboptimal game structured treatment interruption scenario with four day treatment intervals, 20 day control periods, and 600 day control horizon. Time is measured in days

На рис. 2 изображены графики фазовых траекторий ВИЧ-модели (8) при возмущенных сценариях $\tilde{u}^*(\cdot) \in \tilde{U}_1$ (серые линии). Гистограммы распределений значений фазовых переменных в момент времени $T = 600$ дней изображены на рис. 3а. Из рис. 2, 3а видно, что сценарий $u^*(\cdot)$ является чувствительным уже к одиночному пропуску лекарств на расчетном периоде $[t_0, T]$.

Рассмотрим теперь для системы (8) результаты численного построения субоптимального игрового структурно-прерываемого сценария $u^*(t)$, $t \in [0, 600]$ с параметрами (12), множествами допустимых управлений первого и второго игрока (13)–(14) и дополнительными ограничениями на управления второго игрока (15)–(16) при $C = 1$.

На рис. 4, 5 изображены графики субоптимального игрового сценария $u^*(\cdot)$ и графики фазовых траекторий ВИЧ-модели при сценарии u^* (черная линия). Из рис. 5 видно, что игровой сценарий $u^*(\cdot)$ к окончанию расчетного периода $T = 600$ дней переводит модель (8) в состояние с благоприятной для пациента динамикой, однако данное состояние не является состоянием из области притяжения состояния (10). Значение функционала качества (11) в момент $T = 600$ дней $\gamma^* = 6.37730 \cdot 10^{10}$. На рис. 3б приведены гистограммы распределений значений фазовых переменных в момент времени $T = 600$ дней при возмущенных субоптимальных игровых структурно-прерываемых сценариях. Из гистограмм видно, что достоинством построенного субоптимального

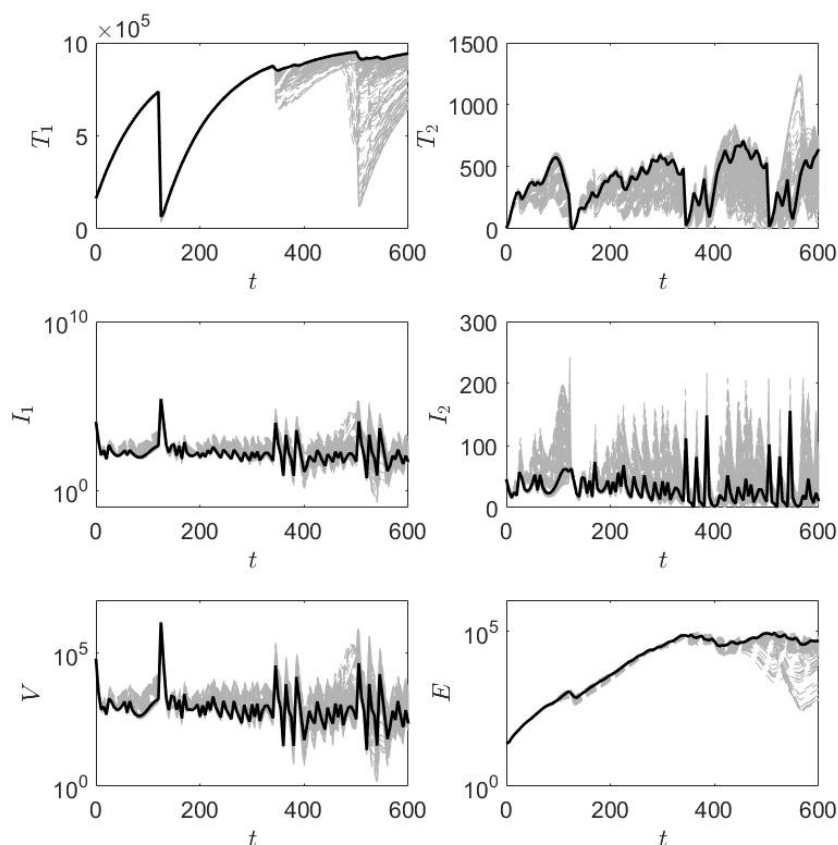


Рис. 5. Графики фазовых переменных T_1 , T_2 , I_1 , I_2 , V , E . Черная линия – управляемая динамика (8) при субоптимальном игровом структурно-прерываемом сценарии без возмущений, серые линии – траектории управляемой динамики (8) при возмущенных субоптимальных игровых структурно-прерываемых сценариях
Fig. 5. Graphs of phase variables T_1 , T_2 , I_1 , I_2 , V , E . Black line denotes controlled dynamics (8) under the suboptimal game structured treatment interruption scenario without perturbations, gray lines are trajectories of controlled dynamics (8) under perturbed game structured treatment interruption scenarios

игрового сценария $u^*(\cdot)$ является его устойчивость к одиночным пропускам лекарств на расчетном периоде $[t_0, T]$.

Выводы и рекомендации

В статье обобщен метод нахождения субоптимальных структурно-прерываемых сценариев для конфликтно-управляемых моделей динамики ВИЧ.

Приведены результаты численного построения субоптимального игрового структурно-прерываемого сценария, устойчивого к одиночным нарушениям лекарственной схемы лечения. Разработанный подход может быть применен к анализу моделей динамики ВИЧ, содержащих факторы неопределенности различной природы.

Литература

1. Введение в задачи моделирования и управления динамикой ВИЧ инфекции / В. А. Черешнев и др. М.; Ижевск : Институт компьютерных исследований, 2016. 230 с.
2. Attarian A., Tran H. An Optimal Control Approach to Structured Treatment Interruptions for HIV Patients: A Personalized Medicine Perspective // Applied Mathematics. 2017. Vol. 8. No. 7. P. 934–955.
3. Adams B. M., Banks H. T., Kwon H. D., Tran H. T. Dynamic multidrug therapies for HIV: Optimal and STI control approaches // Math. Biosci. Eng. 2004. Vol. 1. No. 2. P. 223–241.
4. Meza M. E. M., Bhaya A. Virus dynamics model subjected to a hybrid on-off control // J. Biol. Systems. 2010. Vol. 18. No. 2. P. 339–356.
5. Jang T. S., Kim J., Kwon H. D., Lee J. Hybrid on-off controls for an HIV model based on a linear control problem // J. Korean Math. Soc. 2015. Vol. 52. No. 3. P. 469–487.
6. Красовский Н. Н., Субботин А. И. Позиционные дифференциальные игры. М. : Наука, 1976. 456 с.
7. Wu J., Zhang M. A Game Theoretical Approach to Optimal Control of Dual Drug Delivery for HIV Infection Treatment // IEEE Trans. Syst. Man, and Cybern. B Cybern. 2010. Vol. 40. No. 3. P. 694–702.
8. Buratto A., Cesaretto R., Zamarchi R. HIV vs. the Immune System: A Differential Game // Mathematics. 2015. Vol. 3. No 4. P. 1139–1170.
9. Jang T., Kwon H. D., Lee J. Free terminal time optimal control problem of an HIV model based on a conjugate gradient method // Bull. Math. Biol. 2011. Vol. 73. No. 10. P. 2408–2429.

10. An extremal shift method for control of HIV infection dynamics / G. Bocharov, A. V. Kim, A. Krasovskii, V. A. Chereshev, V. Glushenkova, A. Ivanov // Russian Journal of Numerical Analysis and Mathematical Modeling. 2015. Vol. 30. No 1. P. 11–25.

References

1. Introduction to the problems of modeling and control of HIV infection dynamic / V. A. Chereshev et al. M.; Izhevsk : Institute of computer research, 2016. 230 p. (In Russian)
2. Attarian A., Tran H. An Optimal Control Approach to Structured Treatment Interruptions for HIV Patients: A Personalized Medicine Perspective // Applied Mathematics. 2017. Vol. 8. No. 7. P. 934–955.
3. Adams B. M., Banks H. T., Kwon H. D., Tran H. T. Dynamic multidrug therapies for HIV: Optimal and STI control approaches // Math. Biosci. Eng. 2004. Vol. 1. No. 2. P. 223–241.
4. Meza M. E. M., Bhaya A. Virus dynamics model subjected to a hybrid on-off control // J. Biol. Systems. 2010. Vol. 18. No. 2. P. 339–356.
5. Jang T. S., Kim J., Kwon H. D., Lee J. Hybrid on-off controls for an HIV model based on a linear control problem // J. Korean Math. Soc. 2015. Vol. 52. No. 3. P. 469–487.
6. Krasovskii N. N., Subbotin A. I. Positional differential games. M. : Nauka, 1976. 456 p. (In Russian)
7. Wu J., Zhang M. A Game Theoretical Approach to Optimal Control of Dual Drug Delivery for HIV Infection Treatment // IEEE Trans. Syst. Man, and Cybern. B Cybern. 2010. Vol. 40. No. 3. P. 694–702.
8. Buratto A., Cesaretto R., Zamarchi R. HIV vs. the Immune System: A Differential Game // Mathematics. 2015. Vol. 3. No 4. P. 1139–1170.
9. Jang T., Kwon H. D., Lee J. Free terminal time optimal control problem of an HIV model based on a conjugate gradient method // Bull. Math. Biol. 2011. Vol. 73. No. 10. P. 2408–2429.
10. An extremal shift method for control of HIV infection dynamics / G. Bocharov, A. V. Kim, A. Krasovskii, V. A. Chereshev, V. Glushenkova, A. Ivanov // Russian Journal of Numerical Analysis and Mathematical Modeling. 2015. Vol. 30. No 1. P. 11–25.

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТОКСИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ В АЛЛИУМ-ТЕСТЕ

М. Н. КУРБАНОВА, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник,
Н. М. СУРАЕВА, доктор биологических наук, главный научный сотрудник,
В. П. РАЧКОВА, научный сотрудник,
А. В. САМОЙЛОВ, кандидат биологических наук, заместитель директора по инновациям,
Всероссийский научно-исследовательский институт технологии консервирования –
филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения
«Федеральный научный центр пищевых систем им. В. М. Горбатова» РАН
(142703, Московская обл., г. Видное, ул. Школьная, д. 78)

Ключевые слова: Аллиум-тест, токсичность, динамика роста корней, мутаген.

Аллиум-тест является одним из наиболее популярных методов для оценки токсического, мутагенного и митозмодифицирующего эффектов различных химических, физических и биологических факторов и рекомендован экспертами ВОЗ в качестве стандарта при цитогенетическом мониторинге окружающей среды. В этом тесте корни репчатого лука используются как тест-объект. В соответствии с процедурой данного теста перед цитогенетическим анализом следует провести тест на токсичность, в котором исследуется такой параметр, как рост корней. При этом наиболее точным и в то же время наиболее трудоемким до сих пор оставался способ, основанный на измерении среднего значения длины корней для всей выборки луковиц. Работа посвящена оценке эффективности использования такого макроскопического показателя для выявления токсичности митогенов, как масса корней лука, при использовании Аллиум-теста. При постановке эксперимента со стандартным для этого теста положительным контролем (раствор медного купороса) было показано одинаковое достоверное уменьшение как средней длины, так и средней массы корней, при этом чувствительность показателя массы корней была даже на 3,2 % выше. Аналогичные данные были получены с модельным токсическим агентом – этиловым спиртом, независимо от сорта лука, продолжительности и температура инкубации или вида воды, из которой приготовлен раствор (дистиллированная и бутилированная). В результате исследований показано, что способ измерения средней массы корней луковиц при постановке Аллиум-теста может быть использован в качестве стандартного параметра корневого прироста как наиболее простой в применении и чувствительный.

COMPARATIVE STUDY OF INDICATORS OF TOXIC ACTIVITY IN THE ALLIUM-TEST

M. N. KURBANOVA, candidate of biological sciences, senior research fellow,
N. M. SURAEVA, doctor of biological sciences, chief researcher,
V. P. RACHKOVA, research fellow,
A. V. SAMOYLOV, candidate of biological sciences, deputy director,
Russian Research Institute of Canning Technology – Branch of V. M. Gorbatov Federal Research Center
for Food Systems for RAS
(78 Shkolnaya str., 142703, Vidnoe, Moscow district)

Keywords: allium test, toxicity, root growth dynamics, mutagen.

The allium test is one of the most popular methods for assessing the toxic, mutagenic and mitosis-modifying effects of various chemical, physical and biological factors and is recommended by WHO experts as a standard for cytogenetic monitoring of the environment. In this test, the roots of onions are used as a test object. In accordance with the procedure of this test, a toxicity test should be performed before the cytogenetic analysis, in which a parameter such as root growth is examined. At the same time, the most accurate and at the same time the most time-consuming method remained, based on measuring the average length of roots for the entire sample of bulbs. The work is devoted to the evaluation of the effectiveness of using such a macroscopic index for detecting the toxicity of mitogens, as the mass of the roots of onions, using the Allium test. When setting up experiments with the standard positive control (copper sulphate solution) for this test, the same significant decrease in both the mean length and the average root mass was shown, while the sensitivity of the root weight was even 3.2 % higher. Similar data were obtained with a model toxic agent – ethyl alcohol, regardless of the onion variety, duration and temperature of the incubation or type of water from which the solution was prepared (distilled and bottled). As a result of the research it was shown that the method of measuring the average mass of bulb roots in the Allium test can be used as the standard parameter of root growth, which is the most simple in application and sensitive.

Положительная рецензия представлена А. Г. Галстян, заведующим межотраслевым центром мониторинга качества пищевых продуктов ВНИИ пивоваренной, безалкогольной и винодельческой промышленности – филиала ФГБНУ «ФНЦ пищевые системы» РАН, доктором технических наук, членом-корреспондентом РАН.

В научной литературе широко обсуждается проблема влияния токсических и генотоксических факторов окружающей среды на качество жизни и здоровье населения. Для изучения этих воздействий проводятся мониторинговые исследования с целью выявления мутагенов, в том числе в составе продуктов питания, так как в последнее время допущено к использованию огромное число пищевых химических и иных добавок как в самом продукте, так и в сырье. В связи с этим были разработаны и рекомендованы различные тест-системы на биологических моделях в условиях *in vivo* и *in vitro* с целью изучения механизмов воздействия этих мутагенов.

Аллиум-тест известен с 40-х гг. прошлого столетия и зарекомендовал себя как простой, экономически выгодный, довольно чувствительный и хорошо коррелирующий с другими тестами, в том числе на животных [1, 2]. Принцип его действия основан на сравнительном изучении параметров роста и развития меристематических тканей корешков растения *Allium cepa* – лук репчатый – при добавлении в ростовую среду тестируемого агента. Аллиум-тест позволяет проводить оценку токсических (задержка в приросте корешков), митозмодифицирующих и мутагенных эффектов различных митогенов (цитогенетический анализ). С помощью этого биотеста возможно быстрое проведение скрининга на безопасность в отношении химических соединений, тяжелых металлов, радиации, различных электромагнитных излучений и других техногенных загрязнителей [1]. А при тестировании на токсичность и генотоксичность таких потенциально опасных соединений, как пестициды, пищевые добавки, красители, углеводороды, он оказался даже более чувствительным по сравнению с другими биологическими тестами, такими как клеточные линии, микроорганизмы и животные [2–7]. Полагаем, что было бы интересно оценить эффективность Аллиум-теста, например, при сравнении с моделями стволовых клеточных линий [8, 9], так как меристематическая ткань корней состоит из интенсивно делящихся клеток. Оказалось также, что растительные клетки содержат специфические ферменты, которые способны активировать определенные промутагены, поэтому данный тест может быть использован для изучения как канцерогенных, так и антиканцерогенных свойств химических соединений [10]. Таким образом, Аллиум-тест до настоящего времени представляет собой уникальный инструмент быстрого скрининга различных агентов и воздействий.

Считается, что стандартным цитотоксическим параметром Аллиум-теста, определяющим динамику роста корней лука, является их длина [2]. В случае задержки прироста корней по сравнению с контролем фиксируют токсический эффект тестируемого

агента, и наоборот, при увеличении скорости роста – стимулирующий. В связи с тем обстоятельством, что число корней от одной луковицы может измеряться десятками единиц (в зависимости от периода инкубации), процедура их измерения представляется довольно трудоемкой. Было предложено несколько модификаций этого метода для того, чтобы облегчить эту процедуру. Так, предлагалось проводить только одно измерение средней длины «пакета» корней, или длины нескольких (5 и более) наиболее развитых корней, а также использовать фотографический метод [11]. Следует отметить, что указанные модификации имели определенные недостатки, так как они или повышали ошибку измерений длины корней, или предполагали наличие специального оборудования, поэтому потребность в разработке простого и эффективного метода выявления цитотоксичности для данного теста до сих пор не была снята.

На наш взгляд, динамика массы корней, возможно, является не менее точным показателем, чем их длина. Интересно, что нам удалось найти только одну экспериментальную работу, в которой при проведении Аллиум-теста в качестве совокупного макроскопического показателя наряду с длиной корней оценивалась их масса [12]. Действительно, тот факт, что длина корней непосредственно связана с массой корней, не требует обсуждения, однако известно, что при обработке токсичным фактором корни лука не только задерживаются в приросте, но и становятся тоньше и слабее [2], таким образом, их масса является более чувствительным показателем.

Цель и методика исследований. Цель исследования – сравнительное изучение двух методов выявления цитотоксичности при использовании Аллиум-теста. Было необходимо оценить эффективность использования таких макроскопических показателей, как длина и масса корней лука, при тестировании растворов медного купороса и этилового спирта.

В работе использовали примерно одинакового размера (1,5–2,0 и 2,5–3 см в диаметре) и массы (4–5 и 5–7 г) луковицы – севок (*Allium cepa* L.) сортов Штутгартен Ризен и Стурон соответственно. Луковицы были без зеленых листьев. Перед инкубацией удаляли сухую чешую с луковиц. Далее их помещали в случае контрольных групп в 10 мл пробирки с дистиллированной или бутилированной питьевой водой из торговой сети, в опытных группах – в растворы медного купороса (0,6 мг/л) и этанола (1 и 2 %) соответствующей контролю воды и инкубировали в темноте при комнатной температуре или в инкубаторе при 25 °С. Жидкость в пробирках менялась ежедневно. После завершения инкубации корни у каждой луковицы срезали, удаляли с них остатки жидкости фильтровальной бумагой, взвешивали и измеряли линейкой их длину.

Таблица 1
Динамика изменений длины и массы корней луковиц сорта Стурон после обработки раствором медного купороса в течение трех суток (n = 10)

Table 1
Dynamics of changes in length and weight of bulb roots of Sturon after treatment with a solution of copper sulfate within three days (n = 10)

Показатели Indicators	Длина корней, см Root length, cm		Масса корней, мг Root weight, mg	
	$\bar{X}$	% от контроля % of control	$\bar{X}$	% от контроля % of control
Контроль Control	47,15 ^a	100	134,5 ^c	100
Медный купорос Copper sulfate	25,85 ^b	54,8	69,4 ^d	51,6

Примечание: ^{a,b,c,d} P < 0,01.

Note: ^{a,b,c,d} P < 0.01.

Таблица 2
Динамика изменений длины и массы корней луковиц сорта Стурон после обработки растворами этанола в течение трех суток (n = 10)

Table 2
Dynamics of changes in length and weight of bulb roots of Sturon after treatment with a solution of ethanol sulfate within three days (n = 10)

Показатели Indicators	Длина корней, см Root length, cm		Масса корней, мг Root weight, mg	
	$\bar{X}$	% от контроля % of control	$\bar{X}$	% от контроля % of control
Контроль Control	13,78 ^a	100	31,2 ^c	100
Этанол (1 %) Ethanol (1 %)	7,47 ^b	54,2	14,9 ^d	47,8
Этанол (2 %) Ethanol (2 %)	5,60	40,6	11,8	37,8

Примечание: ^{a,b,c,d} P < 0,05.

Note: ^{a,b,c,d} P < 0.05.

Результаты исследования. Ионы меди являются незаменимым микроэлементом в различных ферментативных процессах растительной клетки, также как и другие ионы тяжелых металлов. Однако из-за высокой активности превышение допустимых норм содержания ионов меди в воде или почве может оказывать отрицательное воздействие на рост корней растений. Было показано, что ионы меди обладают высоким токсичным эффектом по сравнению с другими и могут быть использованы в качестве положительного контроля в Аллиум-тесте, при этом концентрация медного купороса 0,6 мг/л вызывала 50 %-ю задержку роста длины корней [2, 13]. Поэтому в первом эксперименте по сравнительной оценке динамики длины и массы корней после токсического воздействия нами была использована эта стандартная модель для Аллиум-теста. Контрольные луковицы помещали в пробирки с бутилированной водой, опытные – в раствор медного купороса на этой же воде и инкубировали их в термостате при 25 °C. Как видно из табл. 1, полученные результаты с высокой достоверностью (P < 0,01) подтверждали литературные данные [2, 13] об уменьшении примерно на 50 % средней длины корней в опытной группе. При этом

с такой же достоверностью и в той же пропорции в опытной группе снизилась средняя масса корней. Значит, такой показатель токсичности в Аллиум-тесте, как масса корней, показал себя не менее эффективным, чем их длина.

В качестве следующего модельного агента был выбран этиловый спирт, который используется не только в спиртосодержащей пищевой продукции, но и как растворитель для пищевых ароматизаторов и в качестве консерванта в хлебобулочной промышленности. Известно, что 1 и 2 %-е растворы этилового спирта оказывают существенное токсическое действие на длину корней [2]. Необходимо также отметить, что при постановке Аллиум-теста в первоначальном варианте исследователи использовали луковицы, корни которых проращивались до 1–2 см, обработка изучаемым веществом продолжалась 4 или 24 ч при температуре инкубации 20 °C. Затем в литературе появились различные модифицированные способы постановки этого теста, например без предварительного проращивания, с более длительной инкубацией (3–5 дней), более высокой температурой инкубации (до 25 °C) и другие варианты [2, 14]. Поэтому нами были протестированы несколько вариан-

Таблица 3
Динамика изменений длины и массы корней луковиц сорта Штутгартен Ризен после обработки растворами этанола в течение шести суток (n = 7)

Table 3
Dynamics of changes in length and weight of bulb roots of Stuttgart Riesen after treatment with a solution of ethanol sulfate within six days (n = 7)

Показатели <i>Indicators</i>	Длина корней, см <i>Root length, cm</i>		Масса корней, мг <i>Root weight, mg</i>	
	$\bar{X}$	% от контроля <i>% of control</i>	$\bar{X}$	% от контроля <i>% of control</i>
Контроль <i>Control</i>	45,76	100	176,9	100
Этанол (1 %) <i>Ethanol (1 %)</i>	31,84	69,6	116,6	65,9
Этанол (2 %) <i>Ethanol (2 %)</i>	27,56	60,2	104,9	59,3

Таблица 4
Динамика изменений длины и массы корней луковиц сорта Штутгартен Ризен после обработки растворами этанола в течение трех суток (1-я партия, n = 8)

Table 4
Dynamics of changes in length and weight of bulb roots of Stuttgart Riesen after treatment with a solution of ethanol sulfate within three days (1st batch, n = 8)

Показатели <i>Indicators</i>	Длина корней, см <i>Root length, cm</i>		Масса корней, мг <i>Root weight, mg</i>	
	$\bar{X}$	% от контроля <i>% of control</i>	$\bar{X}$	% от контроля <i>% of control</i>
Контроль <i>Control</i>	20,14 ^a	100	73,9 ^c	100
Этанол (1 %) <i>Ethanol (1 %)</i>	14,46 ^b	71,8	47,4 ^d	64,1
Этанол (2 %) <i>Ethanol (2 %)</i>	13,20	65,5	39,9	54,0

Примечание: ^{a,b}P < 0,1; ^{c,d}P < 0,15.

Note: ^{a,b}P < 0,1; ^{c,d}P < 0,15.

тов постановки Аллиум-теста с целью оценки точности метода измерения массы корней по сравнению с методом измерения длины корней. Были изучены такие параметры, как сорт лука, продолжительность и температура инкубации, виды воды (дистиллированная и бутилированная) после проращивания луковиц в 1 и 2 %-х растворах этилового спирта.

Результаты эксперимента, в котором опытные группы луковиц инкубировались в 1 и 2 %-х растворах этилового спирта в бутилированной воде, в контрольной группе – в бутилированной воде при комнатной температуре 20–21 °С в течение трех суток, представлены в табл. 2. Было показано достоверное токсическое влияние данных растворов как на длину корней, так и на их массу, при этом в последнем варианте чувствительность была даже несколько выше.

В следующем исследовании использовали лук сорта Штутгартен Ризен, инкубацию проводили в течение шести суток в дистиллированной воде при комнатной температуре в летний период (24–26 °С). Согласно табл. 3 были отмечены те же закономерности, что и в вышеописанных экспериментах. Как известно, в дистиллированной воде рост корней замед-

ляется по сравнению с бутилированной [2], поэтому, возможно, разница между контрольными и опытными группами сократилась.

Далее был поставлен эксперимент с этим же сортом лука с предварительным проращиванием луковиц и дальнейшей инкубацией с растворами этилового спирта в дистиллированной воде в течение трех и четырех суток в осенний период (20–22 °С). После предварительного проращивания в течение трех суток в дистиллированной воде луковицы были поделены на две партии. В первой партии часть корней достигала длины более 1 см, во второй все корни были менее 1 см. Затем луковицы были помещены в растворы этилового спирта в дистиллированной воде. Оказалось, что при данной постановке опыта подтвердились прежние результаты, так как процентное соотношение длины и массы корней было очень похожим, более того, вновь показатель массы корней был более чувствительным (табл. 4, 5) и даже наблюдался доза зависимый эффект (табл. 5). Интересно отметить, что чувствительность теста на токсичность увеличивалась (до 20 %), если использовались луковицы с низким потенциалом проращивания корней

Таблица 5
Динамика изменений длины и массы корней луковиц сорта Штутгартен Ризен после обработки растворами этанола в течение четырех суток (2-я партия, n = 8)

Table 5
Dynamics of changes in length and weight of bulb roots of Stuttgart Riesen after treatment with a solution of ethanol sulfate within four days (2 batch, n = 8)

Показатели <i>Indicators</i>	Длина корней, см <i>Root length, cm</i>		Масса корней, мг <i>Root weight, mg</i>	
	$\bar{X}$	% от контроля <i>% of control</i>	$\bar{X}$	% от контроля <i>% of control</i>
Контроль <i>Control</i>	13,83 ^a	100	45,8 ^d	100
Этанол (1 %) <i>Ethanol (1 %)</i>	6,95 ^b	50,3	22,1 ^e	48,3
Этанол (2 %) <i>Ethanol (2 %)</i>	5,23 ^c	37,8	15,4 ^f	33,6

Примечание: ^{a,b,c,d,e,f} P < 0,05; ^{b,c} P < 0,25; ^{e,f} P < 0,3.

Note: ^{a,b,c,d,e,f} P < 0,05; ^{b,c} P < 0,25; ^{e,f} P < 0,3.

(табл. 5). Согласно литературным данным величина длины корней зависела от условий проведения эксперимента и сорта лука [2, 14], наши исследования показали, что продолжительность и температура инкубации, параметры воды и сорт лука также оказывали влияние на длину и массу корней. На основании проведенных исследований можно сделать заключение, что метод взвешивания корней при постановке Аллиум-теста будет более эффективным и чувствительным при использовании бутилированной воды с инкубацией тестируемого агента не более трех суток в термостате при 25 °C.

Выводы и рекомендации. Сравнительный анализ задержки прироста корней лука по их длине по

сравнению с их массой при тестировании с положительным контролем (ионы меди) и с опытными образцами (1 и 2 %-е растворы этилового спирта) показал, что параметр массы может быть использован в качестве самостоятельного эффективного показателя токсичности в Аллиум-тесте. При этом метод взвешивания корней имел ряд неоспоримых преимуществ, а именно был намного менее трудоемким, так как необходимо выполнить только одно измерение на вариант, и более чувствительным. Полагаем, что метод взвешивания корней может не только дополнять традиционный метод измерения их длины, но и с успехом заменить последний.

Литература

1. Khanna N., Sharma S. Allium cepa root chromosomal aberration assay: a review // Indian J. Pharm. Biol. Res. 2013. Vol. 1. № 3. P. 105–119.
2. Fiskesjo G. The Allium test as a standard in environmental monitoring // Hereditas. 1985. Vol. 102. P. 99–112.
3. Roa O., Yeber M. C., Venegas W. Genotoxicity and toxicity evaluations of ECF cellulose bleaching effluents using the Allium cepa L. Test // Braz. J. Biol. 2012. Vol. 72. № 3. P. 471–477.
4. Olusegun E. Th., Olajire A. A. Toxicity of food colours and additives: A review // African Journal of Pharmacy and Pharmacology. 2015. Vol. 9. № 36. P. 900–914.
5. Türkoğlu Ş. Evaluation of genotoxic effects of five flavour enhancers (glutamates) on the root meristem cells of Allium cepa // Toxicol Ind. Health. 2015. Vol. 31. № 9. P. 792–801.
6. Nunes R. D. M., Sales I. M. S., Silva S. I. O., Sousa J. M. C., Peron A. P. Antiproliferative and genotoxic effects of nature identical and artificial synthetic food additives of aroma and flavor // Braz J Biol. 2017. Vol. 77. № 1. P. 150–154.
7. Moura A. G., Santana G. M., Ferreira P. M., Sousa J. M., Peron A. P. Cytotoxicity of Cheese and Cheddar Cheese food flavorings on Allium cepa L root meristems // Braz J Biol. 2016. Vol. 76. № 2. P. 439–443.
8. Сураева Н. М., Воротеляк Е. А., Прокофьев М. И., Самойлов А. В., Васильев А. В., Терских В. В., Барышников А. Ю. Получение, характеристика и долгосрочное культивирование примордиальных половых и бластодермальных клеток кур // Доклады Академии наук. 2008. Т. 423. № 3. С. 408–410.
9. Сураева Н. М., Морозова Л. Ф., Самойлов А. В., Бурова О. С., Голубева В. А., Барышникова М. А., Барышников А. Ю. Изменение морфологических и иммунологических характеристик клеток меланомной линии (mel ibr) в результате воздействия куриного эмбрионального экстракта // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. 2015. Т. 159. № 4. С. 521–524.

10. Felicidade I., Lima J. D., Pesarini J. R., Monreal A. C., Mantovani M. S., Ribeiro L. R., Oliveira R. J. Mutagenic and antimutagenic effects of aqueous extract of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) on meristematic cells of *Allium cepa* // *Genet Mol Res.* 2014. Vol. 13. № 4. P. 9986–9996.
11. Буданцев А. Ю. Измерение динамики роста корней при использовании Аллиум-теста // *Фундаментальные исследования.* 2014. № 6. С. 1393–1396.
12. Çavuşoğlu K., Yalçın E., Türkmen Z., Yapar K., Sağır S. Physiological, anatomical, biochemical, and cytogenetic effects of thiamethoxam treatment on *Allium cepa* (amaryllidaceae) L // *Environ Toxicol.* 2012. Vol. 27. № 11. P. 635–643.
13. Athanásio C. G., Prá D., Rieger A. Water quality of urban streams: The *Allium cepa* seeds/seedlings test as a tool for surface water monitoring // *Scientific World Journal.* 2014. P. 1–7.
14. Песня Д. С., Романовский А. В., Прохорова И. М. Исследование токсического и генотоксических эффектов синтетических пищевых красителей методом *Allium test* // *Ярославский педагогический вестник.* 2012. № 3. С. 86–93.

References

1. Khanna N., Sharma S. *Allium cepa* root chromosomal aberration assay: a review // *Indian J. Pharm. Biol. Res.* 2013. Vol. 1. No. 3. P. 105–119.
2. Fiskesjö G. The *Allium* test as a standard in environmental monitoring // *Hereditas.* 1985. Vol. 102. P. 99–112.
3. Roa O., Yeber M. C., Venegas W. Genotoxicity and toxicity evaluations of ECF cellulose bleaching effluents using the *Allium cepa* L. Test // *Braz. J. Biol.* 2012. Vol. 72. No. 3. P. 471–477.
4. Olusegun E. Th., Olajire A. A. Toxicity of food colours and additives: A review // *African Journal of Pharmacy and Pharmacology.* 2015. Vol. 9. No. 36. P. 900–914.
5. Türkoğlu Ş. Evaluation of genotoxic effects of five flavour enhancers (glutamates) on the root meristem cells of *Allium cepa* // *Toxicol Ind. Health.* 2015. Vol. 31. No. 9. P. 792–801.
6. Nunes R. D. M., Sales I. M. S., Silva S. I. O., Sousa J. M. C., Peron A. P. Antiproliferative and genotoxic effects of nature identical and artificial synthetic food additives of aroma and flavor // *Braz J Biol.* 2017. Vol. 77. No. 1. P. 150–154.
7. Moura A. G., Santana G. M., Ferreira P. M., Sousa J. M., Peron A. P. Cytotoxicity of Cheese and Cheddar Cheese food flavorings on *Allium cepa* L root meristems // *Braz J Biol.* 2016. Vol. 76. No. 2. P. 439–443.
8. Suraeva N. M., Vorotelyak E. A., Prokofiev M. I., Samoilov A. V., Vasiliev A. V., Terskikh V. V., Baryshnikov A. Y. Isolation, characteristics, and long-term culturing of chicken gonadal primordial germ cells and blastodermal cells // *Doklady Biological Sciences.* 2008. Vol. 423. No. 1. P. 461–463.
9. Suraeva N. M., Morozova L. F., Burova O. S., Golubeva V. A., Baryshnikova M. A., Baryshnikov A. Y., Samoilov A. V. Changes in the morphological and immunological characteristics of melanoma cells in response to chicken embryo extract // *Bulletin of Experimental Biology and Medicine.* 2015. Vol. 159. No. 4. P. 520–523.
10. Felicidade I., Lima J. D., Pesarini J. R., Monreal A. C., Mantovani M. S., Ribeiro L. R., Oliveira R. J. Mutagenic and antimutagenic effects of aqueous extract of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) on meristematic cells of *Allium cepa* // *Genet Mol Res.* 2014. Vol. 13. No. 4. P. 9986–9996.
11. Budantsev A. Y. Measurement of the dynamic of root growth by the *Allium* test // *Fundamental research.* 2014. No. 6. P. 1393–1396.
12. Çavuşoğlu K., Yalçın E., Türkmen Z., Yapar K., Sağır S. Physiological, anatomical, biochemical, and cytogenetic effects of thiamethoxam treatment on *Allium cepa* (amaryllidaceae) L // *Environ Toxicol.* 2012. Vol. 27. No. 11. P. 635–643.
13. Athanásio C. G., Prá D., Rieger A. Water quality of urban streams: The *Allium cepa* seeds/seedlings test as a tool for surface water monitoring // *Scientific World Journal.* 2014. P. 1–7.
14. Pesnya D. S., Romanovsky A. V., Prokhorova I. M. Investigation of Toxic, Mitotoxic and Mutagenic Effects of Synthesized Food Dyes by the *Allium* Test // *Yaroslavl Pedagogical Bulletin.* 2012. No. 3. С. 86–93.

АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

И. А. СТАРИЦЫНА, кандидат геолого-минералогических наук,
А. А. БЕЛИЧЕВ, кандидат сельскохозяйственных наук,
Уральский государственный аграрный университет
(620075, г. Екатеринбург, ул. К. Либкнехта, д. 42, e-mail: i-staritsina@yandex.ru)

Ключевые слова: Свердловская область, горный отвод, земельные ресурсы, экология, нарушенные земли, земли запаса.

Детально рассмотрены пять горнорудных объектов, находящихся на территории Свердловской области. Эти объекты представляют собой яркие примеры нарушенных территорий. Территории горных отводов Пышминско-Ключевского и Березовского месторождений сейчас активно застроены, так как находятся в городах-спутниках Екатеринбурга. Бывшие горные отводы Левихинского, Буланашского и Дегтярского месторождений заброшены и требуют значительных экономических вложений на рекультивацию и устранение экологического вреда. Нарушенные земли Свердловской области составляют 2,7 % от общей площади данного субъекта РФ (1943,07 км²). Сравнительный анализ использования земель показал негативную тенденцию. Степень нарушенности земель в Свердловской области выше, чем в соседних регионах, это связано с высокими темпами экономического развития. В Тюменской и Курганской областях доля земель запаса выше, чем доля земель промышленности. Наиболее сопоставимые результаты можно получить, сравнивая Свердловскую и Челябинскую области. Нарушенные земли в равной степени относятся как к землям промышленности, так и к землям сельскохозяйственного назначения. Из всех вариантов негативного воздействия на земельные ресурсы в Свердловской области наиболее проявлены процессы загрязнения земель химическими веществами и нарушенные земли. В результате анализа застройки территорий, нарушенных горными выработками, был сделан вывод о том, что, несмотря на экономическую выгоду, нельзя размещать на этих площадях многоэтажную жилую застройку, как это делается в г. Березовский и г. Верхняя Пышма. Необходимо вводить ограничения в градостроительные регламенты данных территорий и использовать эти зоны под малоэтажное строительство либо зоны отдыха. Степень экономического развития населенного пункта не должна увеличивать риск техногенных катастроф.

ANALYSIS OF THE SVERDLOVSK REGION' DISTURBED LANDS USE

I. A. STARITSYNA, candidate of geological-mineralogical sciences,
A. A. BELICHEV, candidate of agricultural sciences,
Ural State Agrarian University
(42 K. Liebknehta str., 620075, Ekaterinburg)

Keywords: Sverdlovsk region, the mining submitting, land resources, ecology, disturbed lands, the land reserve.

Five mining objects located on the territory of Sverdlovsk region were analyzed. These objects represent good examples of disturbed areas. The territories of the Pyshminsky-Klyuchevskoe and Berezovsky mining submissions are used for active building development at the present time. These towns are the satellites of Ekaterinburg city. Former mining submitting areas of Levikhinsky, Bulanash and Degtyarsk fields were abandoned and currently require large economic investments for remediation and elimination of environmental harm. Disturbed lands of the Sverdlovsk region amount is 2.7 % of the total area of the subject of the Russian Federation (1943,07 sq. km). Comparative analysis of land use showed a negative trend. The amount of lands disturbance in the Sverdlovsk region is higher than in neighboring regions due to the high rate of economic development. In the Tyumen and Kurgan regions, the proportion of reserve land is higher than the share of the industrial lands. The most comparable results can be obtained by comparing the Sverdlovsk and Chelyabinsk regions. Disturbed lands are present on the industrial lands and agricultural lands with the equal degree. In Sverdlovsk region the main negative land processes are chemical contamination and land disturbance. The analysis of the disturbed territories' building development shows that despite of the economic benefits, the multi-storey residential building can not be used on these areas like it takes place in Berezovsky and Verkhnyaya Pyshma. It is necessary to impose the restrictions to the town planning regulations for these territories and use these areas for low-rise constructions or recreation. The economic development degree of the settlement should not increase the risk of technogenic catastrophes.

Положительная рецензия представлена А. А. Шпедт, доктором сельскохозяйственных наук, заместителем директора по научной работе Красноярского научно-исследовательского института сельского хозяйства Федерального исследовательского центра «Красноярский научный центр СО РАН».

Территория Свердловской области испещрена горными выработками и промышленными предприятиями. Нарушенные земли составляют 524,5 тыс. га (табл. 1).

Степень нарушенности земель и способ их рекультивации могут быть различными [1]. Наименьший вред экологии земельных ресурсов наносят месторождения строительных материалов. Это карьеры по добыче глины, мрамора, известняка, гранита. В случае прекращения ведения горных работ заброшенные карьеры затапливаются и превращаются в карьерные озера. Экосистема на данном участке земной поверхности меняется, появляется новый биоценоз, но он не наносит вреда окружающей среде.

Результаты исследования. Урал – это горнопромышленный регион. Постепенное истощение ресурсов полезных ископаемых порождает проблемы не только с закладкой выработанного пространства недр, но и с использованием земной поверхности. Территории бывших горных отводов хранят историю становления горного производства на Урале, а также определяют причины будущих экологических катастроф. Консервация большинства выработанных шахт без постоянного мониторинга и вложения средств на водоотлив практически невозможна. Это связано с особенностями геологического, гидрогеологического и минералогического строения уральских месторождений.

Согласно «Закону о недрах» горный отвод – это участок недр, предоставленный в пользование в соответствии с лицензией на пользование недрами для добычи полезных ископаемых [9]. Выделяются геологические и горные отводы. Эти понятия имеют раз-

личия, территория геологического отвода не подвергается существенному разрушению, в случае отсутствия полезного ископаемого на данной территории в нужном качестве или количестве, т. е. если его запасы не подтвердились, этот землеотвод может быть возвращен в первоначальное состояние. Как правило, территорию горного отвода вернуть в изначальное состояние невозможно, так как нарушена не только поверхность, но и недра. Некоторые полезные ископаемые, попав на поверхность, при взаимодействии с агентами окружающей среды образуют вещества, наносящие вред окружающей среде [11]. В результате такого процесса возникают экологические катастрофы. Вмешательство человека в природную среду часто приводит к негативным экологическим последствиям (табл. 2). Извлечение полезных ископаемых из недр земли требует тщательности и аккуратности. Недра на территории Российской Федерации, включая подземное пространство и содержащиеся в них полезные ископаемые, являются государственной собственностью и не могут быть предметом купли, продажи, наследования или залога [9].

В настоящее время в Уральском федеральном округе принято несколько экологических программ, которые направлены на борьбу с последствиями экологических катастроф. В рамках Года экологии, который проводился в России в 2017 г., данные проблемы особенно актуальны [10]. Свердловская область является активно развивающимся экономически успешным регионом [8]. Однако некоторые объекты горнодобывающей промышленности являются дотационными. Остановка шахт в моногородах и поселках в 90-е и 2000-е гг. привела к тому, что эти на-

Таблица 1
Площади нарушенных территорий в составе различных категорий земель (Свердловская область)
Table 1
The areas of disturbed territories in different land categories (Sverdlovsk district)

№	Категория земель <i>Land categories</i>	Нарушенные земли, км ² <i>Disturbed lands, sq. km</i>	Земли, загрязненные химическими веществами, км ² <i>Chemical contaminated lands, sq. km</i>
1	Земли сельскохозяйственного назначения <i>Agricultural lands</i>	226,19	724,5
2	Земли населенных пунктов <i>Lands of settlements</i>	238	2925,5
3	Земли промышленности, энергетики, транспорта и иного специального назначения <i>Land of industry, energy, transport and other special purposes</i>	315,3	39,1
4	Земли особо охраняемых территорий и объектов <i>Land of specially protected territories and objects</i>	–	–
5	Земли лесного фонда <i>The lands of the forest fund</i>	2294,6	379,9
6	Земли водного фонда <i>Lands of water fund</i>	–	–
7	Земли запаса <i>Reserve lands</i>	115	30,5
	Итого <i>Total</i>	5244,5	4099,3

Таблица 2
Характеристика горных отводов месторождений Свердловской области [5]
Table 2
Characteristics of mining submitting fields in Sverdlovsk region [5]

№	Объект <i>Object</i>	Площадь населенного пункта, км ² <i>The settlement square, sq. km</i>	Площадь горного отвода, км ² <i>The area of the mining submitting, sq. km</i>	Степень нарушения <i>The degree of disturbance</i>	Характеристика <i>Feature</i>
1	Левихинское месторождение <i>Levikhinsky field</i>	10,2	21	Высокая степень нарушения <i>The high degree of disturbance</i>	Зона экологического бедствия <i>An ecological disaster zone</i>
2	Дегтярское месторождение <i>Degtyarskoye field</i>	19	2,2	Высокая степень нарушения <i>The high degree of disturbance</i>	Зона экологического бедствия <i>An ecological disaster zone</i>
3	Березовское месторождение <i>Berezovsky field</i>	33	15,1	Средняя степень нарушения <i>The average degree of disturbance</i>	Территория плотной застройки <i>The territory of dense building development</i>
4	Буланашское месторождение <i>Bulanash field</i>	16,8	3,3	Высокая степень нарушения <i>The high degree of disturbance</i>	Зона опасного обрушения и подтопления территории <i>Area of dangerous cave-ins and flooding of the territory</i>
5	Пышминско-Ключевское месторождение <i>Pyshminskiy-Klyuchevskaya field</i>	20	Нет данных <i>No data</i>	Средняя степень нарушения <i>The average degree of disturbance</i>	Территория плотной застройки <i>The territory of dense building development</i>

селенные пункты стали дотационными. При анализе инвестиционных программ Правительства Свердловской области за последние 10 лет и на ближайшее время можно увидеть миллионные вложения в проекты поддержания экологической безопасности горнорудных объектов. Рассмотрим более детально несколько объектов горнорудного производства Свердловской области.

1. Березовское месторождение. Город Березовский является спутником Екатеринбурга, его площадь составляет 1126 км². Территория горного отвода находится непосредственно под плотной жилой застройкой [8]. Частично горный отвод находится под промышленной зоной. Площадь земель, подвергшихся риску обрушения, равна площади горного отвода и составляет 15,1 км². Глубина заложения горных выработок различна до 712 м. В настоящее время эксплуатируется 712-й горизонт шахты, разведывательные работы ведутся на 812-м горизонте. Территория горного отвода нарушена расположением на поверхности: 1) промышленных построек, копров шахт, 2) шламохранилища обогатительной фабрики. Русло рек Пышма и Березовка нарушено деятельностью золотодобывающей драги. Недра г. Березовского нарушены подземными горными выработками. Возможные негативные последствия: при прекращении откачки воды могут произойти обрушения зданий. В настоящее время фундаменты некоторых зданий в городе разрушаются, интенсивно идет образование трещин. Способ борьбы с негативными

последствиями ведения горных работ, который был выбран, – это выделение субсидий для поддержания работы ООО «Березовский рудник». Рекомендуются выносить многоэтажную жилую застройку за пределы действующего горного отвода.

2. Левихинское месторождение. Поселок Левиха расположен в 120 км от Екатеринбурга. Ближайшие города – Нижний Тагил (60 км) и Кировград (29 км). Месторождение по добыче медной руды эксплуатировалось с 1927 по 2004 г., было закрыто в связи со сложными экономическими условиями на предприятии и в связи с аварией насосного оборудования. Отключение водоотлива из шахт привело к экологической катастрофе [2]. Шахтные воды имеют характерный ярко-оранжевый цвет, при попадании на поверхность отравляют почву и воду, приводят к гибели растительного покрова. Территория промышленной застройки в п. Левиха при изучении аэрофотоснимков имеет характерный оранжевый цвет. В настоящее время шахтные воды обрабатываются реагентами извести для нейтрализации. Полностью проблему рекультивации территории поселка это не решает. Данная программа требует ежегодного вложения денежных средств из бюджета Свердловской области. Пруд-отстойник шахтных вод представляет угрозу экологии, полная его нейтрализация пока невозможна. Прорыв шахтных вод приведет к дальнейшему загрязнению территории соединениями меди, железа и серной кислотой. Загрязненная территория лишь частично застроена малоэтажными жилыми

Таблица 3
Сравнительный анализ использования земель Уральского региона [4]
Table 3
Comparative analysis of land use in the Ural region [4]

№	Субъект РФ <i>The subject of the Russian Federation</i>	Площадь, (тыс. га) <i>Area (thousand hectares)</i>	Земли промышленности (тыс. га) <i>Land of industry (thousand hectares)</i>	Земли запаса (тыс. га) <i>Reserve lands (thousand hectares)</i>	Нарушенные земли (тыс. га) <i>Disturbed lands (thousand hectares)</i>
1	Курганская область <i>Kurgan region</i>	7148,8	56,5	147,8	Нет данных <i>No data</i>
2	Свердловская область <i>Sverdlovsk region</i>	19 430,7	450,0	316,8	524,45
3	Тюменская область <i>Tyumen region</i>	16 012,2	63,6	449,8	4,6
6	Челябинская область <i>Chelyabinsk region</i>	8852,9	259,2	138,0	33,13

домами. На территории бывшего горного отвода происходит обрушение грунта, возникают провалы. Рекомендуются применять технологии извлечения тяжелых металлов из водных растворов, это даст средства на рекультивацию данного объекта. Поселок Левиха является депрессивной территорией, население его сокращается, поэтому нет угрозы интенсивной застройки данной территории многоэтажными жилыми домами.

3. Буланашское месторождение. Поселок Буланаш расположен в 96 км от Екатеринбурга, ближайшие города – Реж и Артемовский. Добыча каменного угля производилась на этой территории с 1939 по 2003 г. Шахты были закрыты после аварии, частичный водоотлив продолжается до сих пор, так как существует вероятность обрушения грунта и подтопления территории бывшего горного отвода [8]. Территория поселка разделена на жилые и промышленные зоны. Бывший горный отвод не застроен жилыми домами, таким образом, его подтопление не приведет к обрушению зданий. Однако в непосредственной близости от жилой застройки может начать образовываться болото. Данная территория сложена осадочными горными породами, при подтоплении площади горного отвода интенсифицируются процессы карстообразования. Самый дешевый способ рекультивации – отключение водоотлива из шахт, которое приведет к постепенному заболачиванию территории, так как горный отвод находится в понижении рельефа, рядом протекает река Бобровка. Население поселка с каждым годом сокращается, поэтому нет необходимости в осушении территории и интенсивной застройке. В поселке отсутствует достаточное количество рабочих мест, и население постепенно мигрирует в другие населенные пункты.

4. Дегтярское месторождение. Город Дегтярск находится в 35 км от Екатеринбурга. Горный отвод расположен в центре жилой застройки, разделяя город на две неравноценные части [8]. Западная часть города интенсивно застроена жилыми домами различной этажности. В восточной части города застройка пре-

имущественно малоэтажная. Посреди города расположены закрытые шахты, брошенные терриконы отработанных горных пород, затопленный карьер. Месторождение было затоплено в 2002 г. Горный отвод расположен в понижении рельефа, рядом протекает небольшая река. На данной территории наблюдается загрязнение поверхностных и подземных вод, почвы, растительного покрова. Шахтные воды нейтрализуются известкованием.

5. Пышминско-Ключевское месторождение. Город Верхняя Пышма расположен в 16 км от Екатеринбурга, это интенсивно развивающийся город-спутник. Месторождение меди эксплуатировалось на территории города с 1854 по 1976 г. Водоотлив из закрытых шахт продолжается по настоящее время, территория бывшего горного отвода активно застроена жилыми домами различной этажности. Проекты отключения водоотлива не рассматриваются, так как это приведет к разрушению фундаментов зданий.

Проблема нарушенных земель актуальна не только для Свердловской области. Сравнив несколько соседних регионов, можно сделать следующие выводы (табл. 3). По площади земель промышленности Свердловская область является лидером в Уральском регионе, однако в данной области наибольшая площадь нарушенных земель [7]. Активная промышленная разработка территории порождает большое количество земель, непригодных для дальнейшего использования. Половина нарушенных земель Свердловской области относится к землям сельскохозяйственного назначения, это могут быть участки, брошенные обанкротившимися колхозами, фермерами и заросшие мелколесьем [5]. Вторая половина нарушенных земель в Свердловской области относится к землям лесного фонда. Это могут быть рекультивированные отвалы горнорудных производств, заброшенные горные выработки (карьеры, штольни, шахты), шламохранилища [6]. Земли запаса в Свердловской области занимают огромную территорию, сопоставимую с землями промышленности. Это земли, которые использованы, доведены сельскохозяй-

зяйственным или промышленным производством до непригодного состояния и в настоящее время брошены. Сравнительный анализ крупных уральских областей показывает, что количество нарушенных земель прямо зависит от площади земель промышленности (табл. 3).

Выводы, рекомендации. Территории, нарушенные горными выработками, не всегда подлежат рекультивации и восстановлению [2]. Это территории ограниченного использования. Но в современных сложных экономических условиях наблюдаются две основные тенденции. На депрессивных территориях горные отвалы переводятся в стадию стагнации и самовосстановления. На территориях с интенсивным экономическим развитием эти площади активно застраиваются жилыми домами, несмотря на возможный риск обрушения этих зданий. На экономически развитых территориях, как и на других, необходимо на законодательном уровне ограничить использова-

ние территорий бывших и действующих горных отвалов [12]. Например, в градостроительном плане территории заменить многоэтажную застройку на мало- и среднеэтажную [3]. Можно использовать эти площади, если месторождение уже не эксплуатируется, под создание парков отдыха, площадок для картинга, рекреационных зон. Это необходимо для того, чтобы минимизировать нагрузку на грунт и избежать обрушения зданий и сооружений.

Рекомендации

1. Ввести ограничения на использование территорий в градостроительную документацию.
2. Выносить жилую застройку за пределы нарушенных территорий.
3. Разработать способы поощрения рационального землепользования на данной территории.
4. Закладывать в инвестиционные проекты экономические риски, это приведет к удорожанию проекта и уменьшению этажности застройки.

Литература

1. Антонинова Н. Ю., Собенин А. В. Особенности оценки трансформации земельных ресурсов в районах интенсивного техногенного воздействия // Проблемы недропользования. 2016. № 4. С. 183–187.
2. Антонинова Н. Ю., Шубина Л. А. Об особенностях комплексного экологического анализа районов, испытывающих локальную техногенную нагрузку предприятий горнометаллургического комплекса // Экология и промышленность России. 2017. № 2. С. 52–56.
3. Вегнер-Козлова Е. О., Гуман О. М. Актуальные вопросы законодательства по рекультивации нарушенных земель // Известия высших учебных заведений. Горный журн. 2015. № 4. С. 61–66.
4. Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель в Российской Федерации в 2015 году // URL : <https://rosreestr.ru>.
5. Доклад о состоянии и использовании земель Свердловской области в 2015 году // URL : <https://rosreestr.ru>.
6. Карпухин М. Ю., Сенькова Л. А. Возможность использования банка почв при проведении регионального мониторинга почв Южного Урала // Коняевские чтения : междунар. конф. Екатеринбург, 2016. С. 70–72.
7. Старицына И. А., Вашукевич Н. В., Старицына Н. А. Проблемы развития сельскохозяйственных территорий Свердловской области // Островские чтения. 2016. № 1. С. 557–564.
8. Старицына Н. А., Старицына И. А., Вашукевич Н. В. Анализ состояния земельных ресурсов Свердловской области // Уральская горная школа – регионам : сб. докл. междунар. науч.-практ. конф. Екатеринбург, 2016. С. 252–253.
9. Федеральный закон от 21 февраля 1992 г. № 2395-1 «О недрах» // URL : <http://www.zakonrf.info>.
10. Чупина И. П. Многоукладная экономика как перспективная форма хозяйствования в системе продовольственного самообеспечения индустриальных регионов // Аграрный вестник Урала. 2012. № 6.
11. Gusev A. S., Vashukevich N. V. Soil estimation and land use in the impact zone of metallurgical factories (Middle Urals, Russia) / A. S. Gusev, N. V. Vashukevich // Wschodnioeuropejskie Czasopismo Naukowe. 2016. T. 6. № 8. С. 45–50.
12. Chupina I. P. The competitiveness of products as the object of a targeted strategic development of an economic entity // Eastern European Scientific Journal. 2016. № 1. С. 59–62.

References

1. Antoninova N. Yu., Sobenin A. V. The peculiarities of estimation of transformation of land resources in areas of intensive technogenic impact // Problems of subsoil use. 2016. No. 4. P. 183–187.
2. Antoninova N. Yu., Shubina L. A. About the features of integrated environmental analysis of areas under the local technogenic pressure of the mining complex // Ecology and industry of Russia. 2017. No. 2. P. 52–56.
3. Wegner-Kozlova E. A., Guman O. M. Actual questions of legislation for remediation of disturbed lands // News of higher educational institutions. Mining journal. 2015. No. 4. P. 61–66.
4. State (national) report on condition and use of land in Russian Federation in 2015 // URL : <https://rosreestr.ru>.
5. A report on the condition and use of lands in the Sverdlovsk region in 2015 // URL : <https://rosreestr.ru>.

6. Karpuhin M. Yu., Senkova L. A. Possibility of using of the soils bank during the regional monitoring of soils of the southern Urals // Konyaevskie readings : International scientific-practical conf. Ekaterinburg, 2016. P. 70–72.
7. Staritsyna I. A., Vashukevich N. V. Staritsyna N. A. Problems of development of agricultural territories of Sverdlovsk region // Ostrowsky reading. 2016. No. 1. P. 557–564.
8. Staritsyna N. A. Staritsyna I. A., Vashukevich N. V. Analysis of the condition of land resources of the Sverdlovsk region // Ural mining school – for regions : collection of reports of International scientific-practical conf. Ekaterinburg, 2016. P. 252–253.
9. Federal law of February 21, 1992 No. 2395-1 «On subsoil» // URL : <http://www.zakonrf.info>.
10. Chupina I. P. Mixed economy as a promising form of management in the food self-reliance industrial regions // Agrarian Bulletin of the Urals. 2012. No. 6.
11. Gusev A. S., Vashukevich N. V. Soil estimation and land use in the impact zone of metallurgical factories (Middle Urals, Russia) / A. S. Gusev, N. V. Vashukevich // Wschodnioeuropejskie Czasopismo Naukowe. 2016. T. 6. No. 8. P. 45–50.
12. Chupina I. P. The competitiveness of products as the object of a targeted strategic development of an economic entity // Eastern European Scientific Journal. 2016. No. 1. P. 59–62.

ИЕРАРХИЧЕСКОЕ И ПОЛОВОЕ ПОВЕДЕНИЕ ЛЕСНЫХ БИЗОНОВ (*BISON BISON ATHABASCAE* RHOADS, 1898) В УСЛОВИЯХ НЕВОЛИ

В. В. СТЕПАНОВА, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник,
Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН
(677891, г. Якутск, пр. Ленина, д. 41; e-mail: valstep@yandex.ru)

Ключевые слова: лесной бизон, акклиматизанты, этология, поведение, иерархия, агрессия, размножение, гон, половое влечение, позиции.

В апреле 2006 г. в Центральную Якутию были доставлены из Национального парка «Elk Island» в Канаде 30 лесных бизонов, в том числе 15 самок и 15 самцов. В марте 2011 г. была завезена вторая партия бизонов из 30 телят (20 самок и 10 самцов). В работе приведены результаты этологических наблюдений за находящимися в вольере лесными бизонами, в частности исследований иерархических и половых взаимоотношений в стаде. Частота агрессивных действий у бизонов может быть охарактеризована в следующей убывающей последовательности: фронтальное столкновение, бодание сбоку, бодание сзади, садки самца на самца, приближение с опущенной головой, бодание лежащего, лягание ногой. Наиболее часто наблюдались фронтальные столкновения между самцами. Агрессию по отношению к другим особям чаще проявляют самцы (77,8 %). У самок и телят агрессивность меньше (19,1 %). Иногда наблюдались столкновения телят (3,1 %). Акклиматизанты принимали участие в размножении на третьем году жизни. Первый приплод в 2008 г. составил шесть телят. Половое поведение самцов включает стремление к сближению с коровой, обнюхивание и облизывание самки, флеминг, трение и тыканье мордой, закидывание головы на спину самки, прижимание к ее боку, уринацию, садку, копуляцию. Нами наблюдались следующие позиции самца и самки в следующей убывающей последовательности: параллельная, последовательная, угловая и обратно-параллельная. Наиболее характерна для бизонов параллельная позиция (64,1 %), как и у зубров.

HIERARCHICAL AND SEXUAL BEHAVIOR OF THE WOOD BISON (*BISON BISON ATHABASCAE* RHOADS, 1898) IN CAPTIVITY

V. V. STEPANOVA, candidate of biological sciences, senior researcher,
Institute of biological problems of the cryolithozone SD RAS
(41 Lenin av., 677891, Yakutsk; e-mail: valstep@yandex.ru)

Keywords: wood bison, acclimatizants, ethology, behavior, hierarchy, aggression, reproduction, estrus, libido, positions.

In April 2006 30 Wood Bison including 15 females and 15 males were delivered to Central Yakutia from Elk Island National Park of Canada. In March 2011, was delivered the second batch of 30 bison calves (20 females and 10 males). The paper presents the results of ethological research in paddock wood bison, in particular, the facts of observations of the hierarchical and sexual relations in the herd. The aggressive behavior of bison was different: bowing of head and subsequent chasing; frontal attack; sideway and back horning; mounting of male on male; horning of recumbents; kicking. The most commonly observed frontal collision between males. Aggression towards other individuals often are males 77.8 %. Females and calves aggressiveness less of 19.1 %. Sometimes there were clashes calves – 3.1 %. Acclimatizate took part in reproduction in the third year of life. The first litter in 2008 amounted to six calves. The sexual behavior of males includes the desire for rapprochement with the cow, sniffing and licking females, fleming, rubbing and poking the muzzle, he flips his head on the back of the female, pinning her to the side, urination, copulation. We have observed the following positions of the male and female in the following decreasing, posledovatelnosti: parallel, serial, angled back parallel. The most characteristic bison parallel position (64.1 %) as bison.

Положительная рецензия представлена А. Н. Николаевым, доктором биологических наук,
директором Института естественных наук Северо-Восточного федерального университета.

В настоящее время лесной бизон (*Bison bison Athabascæ Rhoads*) является видом, находящимся на грани исчезновения и занесен в Красную книгу МСОП. Его ареал ограничивается бассейнами рек Буффало, Берч (у озер Атабаска и Большое Невольничье) и Пис в Северной Америке. Сейчас в Канаде обитают шесть популяций и одна популяция на Аляске. Сегодня есть стада лесных бизонов в Альберте, Манитобе, Британской Колумбии и Юконе. В зарубежной литературе по социальной этологии лесных бизонов можно выделить работы канадских и американских ученых, П. Е. Комерса [9], Н. С. Лартера и С. С. Гатеса [10]. Размножение вида изучали М. С. Мооринг и его коллеги [12], Р. Т. Бовйер и др. [5], Г. Вилсон с соавторами [17]. Последние публикации по результатам исследований по биологии лесного бизона опубликованы канадскими учеными во многих престижных журналах [4, 6, 11, 13, 14, 15].

В апреле 2006 г. 30 лесных бизонов (15 самок и 15 самцов) были переселены из национального парка «Элк Айленд» в Канаде в природный парк «Ленские столбы» в Якутии. В марте 2011 г. была завезена вторая партия бизонов из 30 телят (20 самок и 10 самцов). В Россию этот вид завезен впервые, поэтому исследования по данному виду до настоящего времени не проводились. Публикации ограничиваются одной нашей статьей в «Российском журнале биологических инвазий» [2] и краткими сведениями в различных российских сборниках.

Акклиматизация лесных бизонов к холодному климату в зоне тайги связана с резко охлаждающими факторами и географическими особенностями данной местности. Здесь продолжительная суровая зима сочетается с коротким световым периодом времени суток и ультрафиолетовой недостаточностью в течение полугода. Несколько повышены космическая радиация и магнитные возмущения. При адаптации акклиматизантов в новых условиях происходят более или менее стойкие морфологические, физиологические и этологические изменения, позволяющие им не только выживать в новых условиях, но и размножаться. Возникновение особенностей, отличающих акклиматизировавшихся животных от особей того же вида в прежних местах обитания, требует изучения для определения тех или иных возможностей вида.

Возможность размножения – основная при приспособлении вида к изменившимся условиям среды обитания. Исходя из этого изучение иерархических и половых взаимоотношений лесных бизонов в новых условиях существования весьма актуально. Между тем эта немаловажная часть этологии лесных бизонов слабо освещается в литературе. Целенаправленные исследования особенностей социального поведения лесных бизонов в новых условиях

обитания могли бы восполнить пробелы в изучении этого аспекта популяционной этологии крупных млекопитающих.

Наблюдения за бизонами, находящимися в загоне, дают возможность изучить те особенности экологии лесного бизона, которые могут быть полезными при выборе мест выпуска, важными при определении причин возможных неудач и затруднительными при изучении в полевых условиях.

Цель исследования – выявить основные признаки иерархических и половых взаимоотношений у акклиматизированных лесных бизонов в условиях неволи и адаптации.

Материал и методика

Исследования этологии лесных бизонов, находящихся в вольере, проводились в устье р. Буотамы на территории природного парка «Ленские столбы». Визуальные наблюдения проводились в 2008 г. с июня по сентябрь включительно по 10 дней каждый месяц, по 6 ч в сутки.

Основным методом этологических исследований была регистрация всех наблюдавшихся поведенческих реакций у животных на различных фазах суточной деятельности и периодов покоя. При этом учитывали количество проявлений агрессивных действий: фронтальное столкновение, бодание сбоку, бодание сзади, садки самца на самца, приближение с опущенной головой, бодание лежащего, лягание ног. Также регистрировали пол и возрастную категорию нападающего и объекта агрессии. Всего зарегистрировано 162 действия.

При изучении половых взаимоотношений просчитывались и описывались акты поведения, связанные со спариванием: стремление к сближению с противоположным полом, обнюхивание и облизывание самки, флеминг, трение и тыканье мордой, закидывание головы на спину самки, прижимание к ее боку, уринация, садка, копуляция. Всего зарегистрировано 112 актов поведения.

Данные наблюдений записывались в специально подготовленные таблицы, карты, рисунки, упорядочивающие и облегчающие последующую обработку полученных материалов.

При описании различных поз, характерных движений, реакций, взаимного расположения бизонов кроме визуальных наблюдений также использовались цифровые фотоаппараты с 15-кратным приближением объектов съемки, цифровая видеокамера. В сумерках использовался прибор ночного видения.

Многие аспекты поведения удалось оценить количественно с помощью «sample» (метода образцов), который заключается в получении дискретных данных, пригодных для статистической обработки. Для обработки собранных материалов использовались общепринятые методы статистической обработки.

Результаты исследований

Иерархическое поведение. Для бизонов, содержащихся на ограниченной территории загонов, предметом конкуренции может быть пища, удобное место для отдыха, тропа, право безвозмездного бодания. Иерархия между самцами отчетливо проявлялась в период гона за право обладания самкой ($n = 37$). В другие месяцы явления доминирования и подчиненности животных наблюдались на подкормочной площадке ($n = 75$), меньше при пастбы ($n = 28$) и в периоды отдыха ($n = 22$). Иерархия между животными оказалась линейной, причем ранг каждого из бизонов строго зависел от возраста и веса животных. Более крупные животные занимали высшие ранги в иерархии.

Агрессивные действия нападающего имели различный характер: наклон головы вниз и последующее преследование, фронтальная атака, бодание сбоку или сзади, садка самца на самца, бодание лежащего, лягание ногой. Столкновения чаще наблюдались возле кормушек во время подкормки комбикормом и сенажом. При этом доминировали наиболее сильные и агрессивные самцы, которые занимали наиболее выгодное положение у кормушек. Самки и телята кормились на не занятых самцами участках подкормочной площадки.

Наиболее часто наблюдались фронтальные столкновения между самцами. Морфологическая адап-

тация к таким столкновениям выражается в разрастании и утолщении черепа. Тяжелый и прочный лоб бизона выдерживает встречный удар соперника при лобовом столкновении. Приспособлением к боданию служат изогнутая форма рогов (позволяющая перехватить удар соперника), а к защите – отращивание плотных и длинных волос на передней части туловища [2].

Частота агрессивных действий ($n = 162$) у бизонов может быть охарактеризована в следующей убывающей последовательности: фронтальное столкновение – 45 % (рис. 1), бодание сбоку – 26,5 %, бодание сзади – 13,7 %, садки самца на самца – 11,8 %, приближение с опущенной головой – 1,2 %, бодание лежащего – 1,2 %, лягание ногой – 0,6 % (табл. 1). В большинстве случаев превалирует фронтальное столкновение.

Фронтальные столкновения ($n = 73$) включают бодание между самцами (81,8 %), самцом и самкой (7,0 %), между самками (5,6 %), между телятами (2,8 %), самцом и теленком (1,4 %), самкой и теленком (1,4 %). Бодание с участием телят имеет игровой характер и по существу не является столкновением в прямом смысле этого слова.

Бодание сбоку соперника ($n = 43$) больше встречается у самцов – 32,5 %. Реже наблюдалось бодание самцом самки – 8,6 %, самцом теленка – 9,3 %, самкой самца – 4,6 %, самкой самки – 6,9 %, самкой теленка – 25,8 % и бодание теленком теленка – 2,3 %.



Рис. 1. Фронтальное столкновение самцов лесного бизона
Fig. 1. Frontal collision of males of forest bison

Таблица 1
Количество агрессивных действий
Table 1
The number of aggressive actions

Напада- ющий <i>Forward</i>	Объект агрессии <i>Object of aggression</i>	Фронталь- ное столк- новение <i>Frontal collision</i>	Бодание сбоку <i>The butt- ing side</i>	Бодание сзади <i>Butting back</i>	Садки <i>The charge</i>	Бодание лежащего <i>Awake lying</i>	Приближение с опущенной головой <i>Approaching with his head down</i>	Лягание ногой <i>The kick- ing leg</i>	Всего <i>Total</i>
♂	♂	60	14	7	17	2	2	—	126
	♀	4	8	5	—	—	—	1	
	Теленок <i>Calf</i>	1	4	1	—	—	—	—	
♀	♂	1	2	1	—	—	—	—	31
	♀	4	3	5	—	—	—	—	
	Теленок <i>Calf</i>	1	11	3	—	—	—	—	
Теленок <i>Calf</i>	Теленок <i>Calf</i>	2	1	—	2	—	—	—	5
Всего <i>Total</i>		73	43	22	19	2	2	1	162

Бодание сзади ($n = 22$) характеризуется следующим образом: самец самца – 31,8 %, самец самку – 22,7 %, самец теленка – 4,6 %, самка самца – 4,5 %, самка самку – 22,7 %, самка теленка – 13,7 %.

Остальные агрессивные действия наблюдались единично или дважды: лягание ногой самцом самки, приближение с опущенной головой самца к самцу, бодание лежащего самца стоящим самцом.

Агрессию по отношению к другим особям чаще проявляют самцы – 77,8 %. У самок и телят агрессивность меньше – 19,1 %. Иногда наблюдались столкновения телят – 3,1 %. Среди самцов 80,9 % агрессивных действий направлены на других самцов, 14,3 % – на самку, 4,8 % – на теленка. Среди самок 12,9 % агрессии проявлялись по отношению к самцу, 38,9 % – к самке, 48,2 % – к теленку. Бодание телят матерью иногда проявляется как подталкивание теленка головой. Телята могут проявлять агрессию только к другому теленку.

Доминирование наблюдалось нами у четырехмесячных телят. В этом возрасте у них проявлялись все указанные агрессивные реакции. Теленок-самец постарше делал садку на теленка-самца поменьше ростом. Бычки крупного рогатого скота также делают садки уже в недельном возрасте [1]. В период развития бычки чаще делают садки на других бычков, но не на телочек. При фронтальном столкновении телят возле кормушек, которое длилось 25 сек, к ним с мычанием подбежали их матери. В отличие от этого у крупного рогатого скота иерархия существует только среди животных старше года [1].

Половое поведение. По литературным данным [8], гон бизонов в Америке протекает с начала июня по конец сентября с пиком в середине августа. Там же самки начинают размножаться в 2–3 года, самцы начинают участвовать в размножении в 4–5 лет.

В Якутии начало гона отмечено в начале июля, конец гона в конце сентября.

В Якутии самцы начали участвовать в размножении на третьем году жизни. Можно предположить, что более раннее вступление в размножение самцов в этом возрасте в значительной мере связано с отсутствием половозрелых быков, которые в обычных условиях существования отгоняют молодняк от самок и тем самым препятствуют их спариванию с коровами [3]. Вместе с тем нельзя исключить влияние на процесс полового созревания молодых быков природных условий: биохимического состава растений, интенсивности и продолжительности освещенности и т. п., которые в Якутии отличаются от Канады.

Возраст полового созревания у самки бизона может достигать 12 месяцев [7]. Однако возраст первого отела зависит от внешних факторов и может быть примерно от 2 до 4 лет [16]. Акклиматизированные самки отелились на втором году жизни. Это говорит о хорошем состоянии репродукционных возможностей отелившихся самок, так как возраст первого зачатия определяет долгосрочный репродуктивный успех у самок бизонов и рано созревающие самки имеют более длинную репродуктивную жизнь, чем те самки, которые созревают позже [13].

Половое возбуждение ведет к проявлению у самцов и самок не только целого ряда актов поведения, связанных со спариванием, но и комфортного в определенных аспектах социального поведения. Половое поведение самцов включает стремление к сближению с коровой, обнюхивание и облизывание самки, флеминг, трение и тыканье мордой, закидывание головы на спину самки, прижимание к ее боку, уринацию, садку, копуляцию.

Стремление к сближению: самец подходит к самке, стоит очень близко, параллельно самке. Затем об-

нюхивает вульву и лижет ее языком от 3 до 13 сек, в среднем около 10 сек $\pm$ 1,74 ($n = 6$), после чего следует флеминг (вытягивание шеи, поднятие головы, поднимание верхней губы) – от 7 до 20 сек, в среднем 12,8 сек $\pm$ 1,03 ($n = 40$). Флемование следует иногда сразу после уринации самки.

Самец при ухаживании за самкой время от времени тыкает мордой в шею или бок самки, трется головой о зад самки, лижет круп, спину, бок самки в течение 50 сек $\pm$ 4,84 ($n = 3$). Иногда самец встает с лежки и начинает тыкать мордой.

При стремлениях к сближению нами наблюдались следующие позиции самца и самки: параллельная ($n = 34$), угловая ($n = 6$), последовательная ($n = 7$) и обратно-параллельная ($n = 6$). Наиболее характерна для бизонов параллельная позиция (64,1 %), как и у зубров [3].

Вспрыгивание самца на самку нами наблюдалось семь раз: два раза на бок, пять раз – правильно. Только одна садка была удачная в вечернее время суток, остальные садки были неудачные, самка отходила или отбегала. Садки самца на самку наблюдались до 22 сентября. С середины сентября у самцов отмечено увеличение полового влечения.

Выводы

1. Основными признаками иерархических взаимоотношений бизонов в стаде, которые наиболее характерны для самцов (77,8 %), являются: фронтальное столкновение (45,0 %), бодание сбоку (26,5 %) или сзади (13,7 %), садки самца на самца (11,8 %). 80,9 % агрессивных действий самцов направлены на других самцов, 14,3 % – на самку, 4,8 % – на теленка.

Среди самок 12,9 % агрессии проявлялись по отношению к самцу, 38,9 % – к самке, 48,2 % – к теленку. Как видим, наибольшей агрессивностью отличаются самцы: они проявляют агрессивность в основном друг к другу. Самки по отношению к самцам менее агрессивны, но проявляют агрессивность по отношению к другим самкам и к телятам. Телята могут проявлять агрессию только к другому теленку.

2. Гон лесных бизонов в Якутии наблюдался с конца июля до конца сентября. При ухаживании самца за самкой наиболее характерна для бизонов параллельная позиция (64,1 %). Ввиду отсутствия старшевозрастных конкурентов акклиматизанты-самцы принимали участие в размножении на третьем году жизни, а самки – на втором году. Первый приплод в 2008 г. составил шесть телят. Это говорит о хорошем состоянии репродукционных возможностей акклиматизированных животных, проявлении их адаптации к имеющимся условиям существования.

Работа выполнена по государственному контракту № 649 от «16» апреля 2008 г.: «Изучение экологических и физиолого-биохимических особенностей процесса адаптации лесного бизона в условиях Центральной Якутии как основа формирования дикой популяции» и продолжена в рамках проекта VI.51.1.11 «Структура и динамика популяций и сообществ животных холодного региона Северо-Востока России в современных условиях глобального изменения климата и антропогенной трансформации северных экосистем: факторы, механизмы, адаптации, сохранение (0376-2016-0002; рег. номер АААА-А17-117020110058-4)».

Литература

- Баскин Л. М., Чикурова Е. А. Поведение крупного рогатого скота. М. : Товарищество научных изданий КМК, 2014. 251 с.
- Сафронов В. М., Сметанин Р. Н., Степанова В. В. Интродукция лесного бизона (*Bison bison athabasca* Rhoads, 1897) в Центральной Якутии // Рос. журн. биол. инвазий. 2011. № 4. С. 50–71.
- Чикурова Е. А. Изменение поведения зубра (*Bison bonasus* L.) в условиях неволи и при реинтродукции : автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 2008. 23 с.
- Andres B. T., Lessard T. C., Lessard K., Mastromonaco G. F., McCorkell P. B., Adams G. P. Superovulation and embryo transfer in wood bison (*Bison bison athabasca*) // Theriogenology. 2013. July. № 80 (5): 542-51. DOI10.1016/j.theriogenology.2013.05.020.
- Bowyer R. T., Bleicht V. C., Manteca X., Whiting J. C., Stewart K. M. Sociality, mate choice and timing of mating in American Bison (*Bison bison*): effects of large males // Ethology. 2007. Vol. 113. Is. 11. P. 1048–1060.
- Cervantes M. P., Palomino J. M., Anzar M., Mapletoft R. J., Mastromonaco G., Adams G. P. In vitro embryo production using in vivo-matured oocytes collected transvaginally from wood bison (*Bison bison athabasca*) // Reproduction, Fertility and Development. 2015. № 27. P. 213–214.
- Green W. C. H., Rothstein A. Trade-offs between growth and reproduction in female bison // Oecologia. 1991. № 86. P. 521–527.
- Kirkpatrick J. F., Gudermuth D. F., Flagan R. L. et al. Remote monitoring of ovulation and pregnancy of Yellowstone bison // Journal of Wildlife Management. 1993. No. 407. P. 12–57.
- Komers P. E. Mating strategies of male wood bison : Ph.D. thesis. Saskatoon : University of Saskatchewan, 1992. P. 134.
- Larter N. C., Gates C. C. Home-Range Size of Wood Bison: Effects of Age, Sex, and Forage Availability // Journal of Mammalogy. 1994. Vol. 75. No. 1 (Feb., 1994). P. 142–149.

11. McCorkell R. B., Woodbury M. R., Adams G. P. Serial ovarian ultrasonography in wild caught wood bison (*Bison bison athabasca*) // *Theriogenology*. 2013. № 80. P. 552–556.
12. Mooring M. S., Patton M. L., Lance V. A., Hall B. M., Schaad E. W., Fetter G. A., Fortin S. S., McPeak K. M. Glucocorticoids of bison bulls in relation to social status // *Hormones and Behavior*. 2006. Vol. 49. No. 3. P. 369–375.
13. Palomino J. M. Superovulation and embryo collection in wood bison (*Bison bison athabasca*): tools to produce disease free embryos. Cano, 2015. 185 p.
14. Palomino J. M., Pilar M., Gregg C., Adams G. P. Inducing ovulation in wood bison (*Bison bison athabasca*) during the anovulatory season // *Animal Reproduction Science*. 2015. 163:18-23. DOI10.1016/j.anireprosci.2015.09.006.
15. Perry G. A. Statistics of embryo collection and transfer in domestic farm bison // *Newsletter of the International Embryo Transfer Society (IETS)*. 2014. № 23. P. 14–24.
16. Reynolds H. W., Gates C. C., Glaholt R. D. Bison (*Bison bison*) // *Wild Mammals of North America: Biology, Management, and Conservation*. The Johns Hopkins University Press. Baltimore and London. 2003. P. 1009–1060.
17. Wilson G., Nishi J. S., Elkin B. T., Strobek C. Effects of a recent founding event and intrinsic population dynamics on genetic diversity in an ungulate population // *Conservation Genetics*. 2006. Vol. 6. No. 6. P. 483–496.

References

1. Baskin L. M., Chikurova E. A. Behavior of cattle. M. : Association of scientific publications KMK, 2014. 251 p.
2. Safronov V. M., Smetanin R. N., Stepanova V. V. Introduction of the wood bison (*Bison bison athabasca* Rhoads, 1897) in Central Yakutia // *Russian journal of biological invasions*. 2011. No. 4. P. 50–71.
3. Chikurova E. A. Change in the behavior of bison (*bison bonasus* L.) in conditions of captivity and reintroduction : abstract. dis. ... kand. biol. sciences. M., 2008. 23 p.
4. Andres B. T., Lessard T. C., Lessard K., Mastromonaco G. F., McCorkell P. B., Adams G. P. Superovulation and embryo transfer in wood bison (*Bison bison athabasca*) // *Theriogenology*. 2013. July. No. 80 (5): 542-51. DOI10.1016/j.theriogenology.2013.05.020.
5. Bowyer R. T., Bleicht V. C., Manteca X., Whiting J. C., Stewart K. M. Sociality, mate choice and timing of mating in American Bison (*Bison bison*): effects of large males // *Ethology*. 2007. Vol. 113. Is. 11. P. 1048–1060.
6. Cervantes M. P., Palomino J. M., Anzar M., Mapletoft R. J., Mastromonaco G., Adams G. P. In vitro embryo production using in vivo-matured oocytes collected transvaginally from wood bison (*Bison bison athabasca*) // *Reproduction, Fertility and Development*. 2015. No. 27. P. 213–214.
7. Green W. C. H., Rothstein A. Trade-offs between growth and reproduction in female bison // *Oecologia*. 1991. No. 86. P. 521–527.
8. Kirkpatrick J. F., Gudermuth D. F., Flagan R. L. et al. Remote monitoring of ovulation and pregnancy of Yellowstone bison // *Journal of Wildlife Management*. 1993. No. 407. P. 12–57.
9. Komers P. E. Mating strategies of male wood bison : Ph.D. thesis. Saskatoon : University of Saskatchewan, 1992. P. 134.
10. Larter N. C., Gates C. C. Home-Range Size of Wood Bison: Effects of Age, Sex, and Forage Availability // *Journal of Mammalogy*. 1994. Vol. 75. No. 1 (Feb., 1994). P. 142–149.
11. McCorkell R. B., Woodbury M. R., Adams G. P. Serial ovarian ultrasonography in wild caught wood bison (*Bison bison athabasca*) // *Theriogenology*. 2013. No. 80. P. 552–556.
12. Mooring M. S., Patton M. L., Lance V. A., Hall B. M., Schaad E. W., Fetter G. A., Fortin S. S., McPeak K. M. Glucocorticoids of bison bulls in relation to social status // *Hormones and Behavior*. 2006. Vol. 49. No. 3. P. 369–375.
13. Palomino J. M. Superovulation and embryo collection in wood bison (*Bison bison athabasca*): tools to produce disease free embryos. Cano, 2015. 185 p.
14. Palomino J. M., Pilar M., Gregg C., Adams G. P. Inducing ovulation in wood bison (*Bison bison athabasca*) during the anovulatory season // *Animal Reproduction Science*. 2015. 163:18-23. DOI10.1016/j.anireprosci.2015.09.006.
15. Perry G. A. Statistics of embryo collection and transfer in domestic farm bison // *Newsletter of the International Embryo Transfer Society (IETS)*. 2014. No. 23. P. 14–24.
16. Reynolds H. W., Gates C. C., Glaholt R. D. Bison (*Bison bison*) // *Wild Mammals of North America: Biology, Management, and Conservation*. The Johns Hopkins University Press. Baltimore and London. 2003. P. 1009–1060.
17. Wilson G., Nishi J. S., Elkin B. T., Strobek C. Effects of a recent founding event and intrinsic population dynamics on genetic diversity in an ungulate population // *Conservation Genetics*. 2006. Vol. 6. No. 6. P. 483–496.

АГРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРИВОЙНО-ПОДВОЙНЫХ КОМБИНАЦИЙ АБРИКОСА В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОГО РЕГИОНА РОССИИ

Г. Ю. УПАДЫШЕВА, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник,
Всероссийский селекционно-технологический институт садоводства и питомниководства
(115598, г. Москва, ул. Загорьевская, д. 4; e-mail: upad64@mail.ru)

Ключевые слова: абрикос, сорт, клоновый подвой, привойно-подвойные комбинации, дерево, рост, продуктивность, плод, урожайность, несовместимость.

С 2008 г. в условиях Ленинского района Московской области проводили исследования, направленные на выявление оптимальных по продуктивности и долговечности привойно-подвойных комбинаций абрикоса. Опытный сад был заложен на лабораторном участке ФГБНУ ВСТИСП по схеме посадки 5×2,5 м. Почва опытного участка – дерново-подзолистая, среднесуглинистая, со средним содержанием гумуса 2,8–2,9 %. Изучали рост и продуктивность деревьев 15 привойно-подвойных комбинаций. Актуальность работы связана с необходимостью увеличения производства плодов вблизи потребителя для решения проблемы импортозамещения за счет расширения ассортимента плодовых культур и разработки эффективных технологий их выращивания. В исследование были включены самые зимостойкие сорта и подвой, выведенные в условиях сурового климата. Установлено, что на развитие, продуктивность и долговечность привитых деревьев влияет сорт, подвой и степень их совместимости. Усиление линейного и радиального роста отмечено на семенном подвое и клоновом подвое 13-113, снижение высоты на 20–30 % – на СВГ-11-19 и 140-1. Выявлены оптимальные привойно-подвойные комбинации с продуктивностью 10–14 кг/дер.: Самарский на ОД-2-3 и на 13-113, Лель на ОД-2-3, Графиня на ОД-2-3. Выращивание их обеспечило повышение урожайности до 9–11,2 т/га, что в 1,4–2 раза больше, чем у комбинаций с использованием семенного подвоя алычи. Подвой 140-1 и СВГ-11-19 показали замедленную несовместимость с сортами Лель и Графиня, что привело к гибели более 50 % деревьев в возрасте до восьми лет. Сорт Самарский имел хорошую совместимость со всеми подвоями. Наиболее долговечными оказались деревья привойно-подвойных комбинаций Самарский на семенном подвое и ОД-2-3, Лель на 13-113 и ОД-2-3 и Графиня на ОД-2-3 (более 80 %). По комплексу хозяйственно-ценных признаков самыми перспективными для возделывания в Подмоскovie являются привойно-подвойные комбинации Самарский на ОД-2-3 и на 13-113, Лель на ОД-2-3, Графиня на ОД-2-3.

AGROBIOLOGICAL ESTIMATION OF VARIETY-ROOTSTOCK COMBINATIONS OF THE APRICOT IN THE CENTRAL REGION OF RUSSIA

G. Yu. UPADYSHEVA,
candidate of agricultural sciences, senior researcher,
All-Russian Horticultural Institute of Breeding, Agrotechnology and Nursery
(4 Zagorievskaja st., 115598, Moscow; e-mail: upad64@mail.ru)

Keywords: apricot, variety, clonal rootstock, variety-rootstock combinations, growth, tree, efficiency, fruit, yield, incompatibility.

Since 2008 in conditions of Lenin area of the Moscow area carried out the researches directed on revealing optimum on efficiency and durability variety- rootstock combinations of an apricot. The skilled garden has been incorporated on laboratory site FSBSI ARHIBAN under the circuit of planting 5×2.5 m. Soil of skilled sites – sward-podzolic, average mechanical structure, with the humusness – 2.8–2.9 %. Studied combinations growth and efficiency of trees 15 variety-rootstock combinations. The urgency of work is connected with to necessity of increase in manufacture of fruits near to the consumer for the decision of a problem of import substitution due to expansion of assortment fruitcultures and development of effective technologies of their cultivation. The most winter-hardy varieties and the rootstocks deduced conditions of severe climate have been included in researches. It is established, that development, efficiency and durability trees are influenced with variety, rootstocks and degree of their compatibility. Amplification of linear and radial growth is marked on seedling rootstock and clonal rootstock 13-113, reduction of height on 20–30 % – on SVG-11-19 and 140-1. Of 10–14 kg/trees are revealed optimum variety-rootstock combinations with efficiency: Samarskiy on OD-2-3 and on 13-113, Lel on OD-2-3, Grafinya on OD-2-3. Cultivation of them has provided increase of yield up to 9–11.2 t/ha, that in 1.4–2 times it is more, than at combinations with use of seedling rootstock P. cerasifera. Rootstocks 140-1 and SVG-11-19 have shown the slowed down incompatibility with varieties Lel and Grafinya that has brought to ruin more than 50 % of trees in the age of till 8 years. The variety Samarskiy had good compatibility with all rootstocks. The most durable appeared trees variety-rootstock combinations Samarskiy on seedling rootstock and OD-2-3, Lel on 13-113 both OD-2-3 and Grafinya on OD-2-3 (more than 80 %). On a complex of economic valuable attributes the most perspective for cultivation in the Central region of Russia are variety-rootstock combinations: Samarskiy on OD-2-3 and on 13-113, Lel and Grafinya on OD-2-3.

Положительная рецензия представлена М. С. Гинс, заведующим лабораторией физиологии и биохимии
Федерального научного центра овощеводства, доктором биологических наук, членом-корреспондентом РАН.

Абрикос – южная плодовая культура, для которой считаются пригодными территории, где в период биологического покоя минимальная температура ниже -21°C наблюдается менее, чем в 20 % зим [1]. Однако в последние десятилетия в связи с потеплением климата и успехами селекции стало возможным рентабельное выращивание некоторых сортов в районах с более суровым климатом [2, 3]. Актуальность проводимой нами работы связана с необходимостью увеличения производства плодов вблизи потребителя для решения проблемы импортозамещения за счет расширения ассортимента косточковых культур и разработки эффективных технологий их выращивания [4]. В опытных садах ФГБНУ ВСТИСП проходят испытания 15 сортов абрикоса отечественной селекции. На начальном этапе изучения в качестве наиболее перспективных сортов были выделены сорта селекции ГБС им. Цицина [5]. Они отличались от других сортов повышенной зимостойкостью древе-

сины и генеративных почек, а также относительной устойчивостью к возвратным холодам в конце зимы и весенним заморозкам. Высокую жизнеспособность и урожайность показали сорта, выведенные в г. Мичулинске и Поволжье (Лауреат и Самарский) [6].

Возделывание абрикоса в северных областях имеет свои особенности, среди которых наряду с выбором сорта наиболее важным является выбор зимостойких подвоев. Для ускоренного размножения новых сортов косточковых культур в последние годы используют клоновые подвои отечественной селекции [7, 8]. У абрикоса чаще, чем у других плодовых культур, наблюдается явление несовместимости привоя и подвоя, причем иногда отторжение прививки происходит не в питомнике, а уже в саду. В связи с этим объективную оценку жизнеспособности и хозяйственной ценности комбинации можно сделать только на основании многолетних наблюдений за привитыми деревьями в саду [9, 10].

Таблица 1

Биометрические показатели деревьев различных привойно-подвойных комбинаций абрикоса в возрасте 8 лет

Table 1

Biometric parameters of trees various variety-rootstocks combinations of an apricot in the age of 8 years

Подвой <i>Rootstocks</i>	Высота деревя, м <i>Tree height, m</i>	Диаметр штамба, см <i>Trunk diameter, cm</i>	Объем кроны, м ³ <i>Volume of crone, m³</i>	Средняя длина побега, см <i>Average length of runaway, cm</i>	Площадь листовой поверхности, м ² /дер. <i>Area of sheet surface, m² / trees</i>
Сорт Графиня <i>Variety Grafinya</i>					
СВГ-11-19 <i>SVG-11-19</i>	2,8	11,5	9,3	31,0	15,5
ОД-2-3 <i>OD-2-3</i>	3,2	10,7	8,2	45,6	19,6
140-1	2,6	11,2	6,9	28,3	12,3
13-113	3,2	13,5	8,1	44,2	23,8
Семенной подвой <i>P. cerasifera seedlings</i>	3,5	14,4	11,4	56,3	20,7
Сорт Лель <i>Variety Lel</i>					
СВГ-11-19 <i>SVG-11-19</i>	3,3	10,5	11,7	35,5	16,0
ОД-2-3 <i>OD-2-3</i>	3,1	11,8	9,2	50,7	24,6
140-1	2,7	11,7	7,8	31,2	15,4
13-113	3,8	13,8	13,4	52,6	29,8
Семенной подвой <i>P. cerasifera seedlings</i>	3,6	13,7	10,1	54,9	25,6
Сорт Самарский <i>Variety Samarskiy</i>					
СВГ-11-19 <i>SVG-11-19</i>	2,8	12,8	8,8	25,6	14,3
ОД-2-3 <i>OD-2-3</i>	3,6	12,9	14,1	36,2	20,5
140-1	2,4	12,8	6,4	25,0	10,0
13-113	3,5	14,5	13,9	38,5	21,5
Семенной подвой <i>P. cerasifera seedlings</i>	3,8	15,1	12,9	40,0	24,3
НСР ₀₅ (взаимодействие) <i>Options LSD₀₅</i>	0,36	2,3	3,0	10,4	4,7

Цель и методика исследований

Целью наших исследований стало изучение роста, плодоношения и долговечности деревьев абрикоса, привитых на различных подвоях, и выявление оптимальных привойно-подвойных комбинаций для выращивания в Центральном регионе России.

Исследования проводились в течение восьми лет в опытном саду ФГБНУ ВСТИСП, заложенном в 2008 г. по схеме 5×2,5 м (800 дер./га) на лабораторном участке в п. Измайлово Ленинского района Московской области. Изучали два сорта селекции ГБС им. Цицина (Графиня, Лель) и сорт Самарский, выведенный в НПО «Жигулевские сады». Прививали на четырех клоновых подвоях (ОД-2-3, 13-113, 140-1, СВГ-11-19) и семенном подвое алычи. Повторность шестикратная, неизолированная, дерево-делянка. Деревья формировали по разреженно-ярусной системе. Ежегодно проводили обрезку и весь комплекс защитных мероприятий против вредителей и болезней. Почву в междурядьях содержали под черным паром. В конце вегетации проводили учеты биометрических показателей, в период уборки – учет урожая по общепринятой методике [11].

Результаты исследований

В результате исследований установлено, что на линейный и радиальный рост привитых деревьев абрикоса влияли сорт и подвой. При этом вариабельность основных биометрических показателей у сортов в зависимости от подвоя была различной (табл. 1).

У сорта Самарский высота восьмилетних деревьев варьировала от 2,4 до 3,8 м, а у сорта Графиня различия по высоте не превышали 0,9 м. Применение клонового подвоя 140-1 приводило к снижению высоты на 33–58 % по сравнению с семенным подвоем. Сходное влияние отмечали при прививке на СВГ-11-19. Наиболее слаборослыми были растения сортов Самарский и Графиня на подвое 140-1 (2,4 и 2,6 м). Высота деревьев, привитых на 13-113 и ОД-2-3, была на уровне комбинаций с семенным подвоем алычи. Наибольшие темпы радиального роста отмечены на семенном подвое. Диаметр штамба у привитых на них восьмилетних деревьев достигал 13,0–15,0 см, в то время как на СВГ-11-19 и ОД-2-3 он составил около 10–11 см. Показатели радиального роста и габариты кроны были минимальными у деревьев на СВГ-11-19 и ОД-2-3. Наименее габаритными были деревья сорта Графиня, у которых объем кроны при прививке на клоновых подвоях не превышал 9 м³. Этому способствовало отхождение скелетных ветвей от ствола под острым углом и средняя побегообразовательная способность. У сорта Лель отмечали сильную побегообразовательную способность, что приводило к формированию веерной широкой кроны средней густоты и объемом более 10 м³. Деревья сорта Самарский характеризовались интенсив-

ным ростом, самыми высокими биометрическими показателями (за исключением комбинации с подвоем 140-1) и имели раскидистую, редкую крону. У опытных деревьев, привитых на подвоях ОД-2-3 и 13-113, отмечалась высокая ростовая активность в периферийной части кроны, а показатели средней длины побега и площади листовой поверхности были близки к оптимальным (около 40 см и более 20 м²/дер.). Значительное снижение ростовой активности и облиственности наблюдалось у всех сортов на подвоях СВГ-11-19 и 140-1.

Наши исследования показали, что изучаемые привойно-подвойные комбинации абрикоса являются скороплодными. В плодоношение они вступили на четвертый год после посадки и за пять лет сформировали три товарных урожая. В первые годы плодоношения наибольшей продуктивностью характеризовались комбинации сорта Самарский с подвоями ОД-2-3 и 13-113 (14,1 и 16,0 кг/дер.), Лель на 13-113 (11 кг/дер.). В то же время на семенном подвое алычи урожайность этих сортов составила 8,0 и 5,8 кг/дер. соответственно. В 2012 г. лучше других плодоносил сорт Графиня, достигая максимума продуктивности у комбинации с подвоем ОД-2-3 (10,0 кг/дер.). Достаточно высокой продуктивностью была у комбинаций Графиня и Самарский на 13-113 (7,7–8,2 кг/дер.). Продуктивность сортов при прививке на семенном подвое не превышала 4 кг/дер. В 2013 и 2014 гг. у абрикоса отмечалось подмерзание цветковых почек в феврале после оттепелей. В меньшей степени пострадали сорта московской селекции Графиня и Лель. Самой урожайной в этих условиях оказалась привойно-подвойная комбинация Лель на СВГ-11-19 (2,0–2,3 кг/дер.). В 2014 г. с урожаем были сорта Графиня и Лель, привитые на подвоях ОД-2-3, 13-113 и 140-1 (1,2–1,4 кг/дер.).

Благоприятные погодные условия 2015 г. способствовали формированию хорошего урожая у большинства опытных деревьев абрикоса. Однако из-за плохого состояния растений после двух неблагоприятных зим наблюдалось снижение урожая у деревьев, привитых на подвое 140-1. На пятый год плодоношения отмечали сглаживание различий по продуктивности между семенным и клоновыми подвоями. Если в 2011 г. сорта Лель и Самарский, привитые на семенном подвое, существенно уступали по продуктивности комбинациям с клоновыми подвоями, то в 2015 г. она была существенно выше только на ОД-2-3. Подеревный урожай у комбинации Графиня на семенном подвое (8 кг/дер.) оказался выше, чем на подвоях 13-113 и 140-1.

В среднем за два года полного плодоношения наибольшей продуктивностью была у комбинаций Самарский на ОД-2-3 и 13-113, Графиня на ОД-2-3, Лель на ОД-2-3. Для них же были характерны и самые

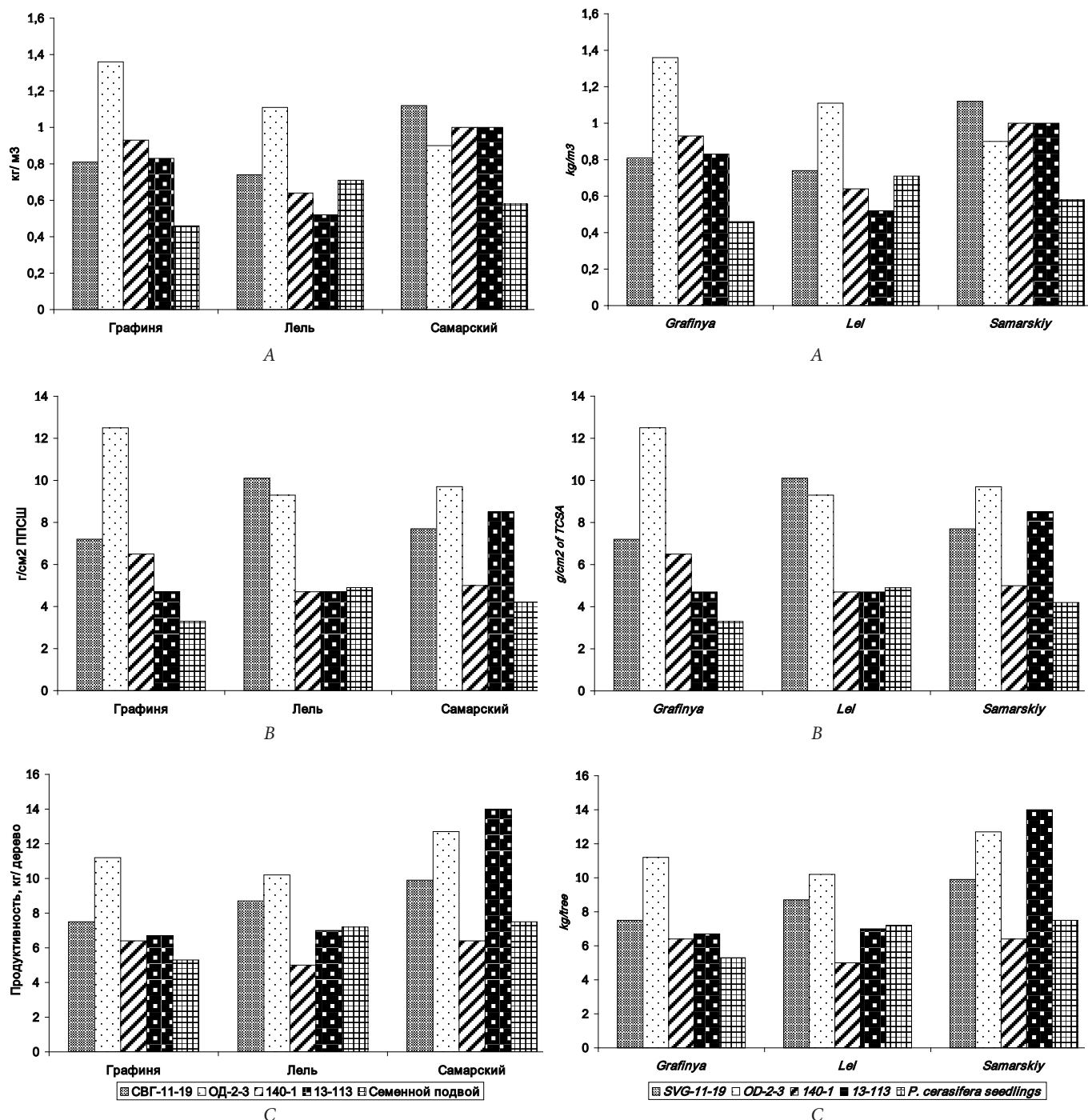


Рис. 1. Показатели продуктивности деревьев абрикоса, 2015 г.
А – удельная продуктивность, кг/м³ объема кроны;
В – индекс плодоношения, г/см² площади поперечного сечения штамба; С – продуктивность, кг/дерево

Fig. 1. Parameters efficiency of trees of apricot, 2015.
А – specific efficiency, kg/m³ of volume crone;
В – yield efficiency, g/cm² of TCSA; С – efficiency, kg/trees

высокие показатели удельного плодоношения благодаря компактной кроне и обильному плодоношению. Удельная продуктивность 1 м³ объема кроны у восьмилетних деревьев сорта Самарский на подвое СВГ-11-19 и сортов Графиня и Лель, привитых на ОД-2-3, превышала 1 кг/м³. Минимальным этот показатель был у комбинаций с семенным подвоем и Лель на 13-113 (около 0,5 кг/м³). Аналогичные результаты были получены по показателю индекса плодоношения, т. е. продуктивности дерева в расчете на 1 см² площади поперечного сечения штамба (рис. 1).

На восьмой год после посадки при благоприятных погодных условиях урожайность абрикоса составила от 4,0 до 11,2 т/га. У шести комбинаций она превышала 7,0 т/га. Этот показатель значительно выше рентабельного уровня урожайности вишни в Средней зоне садоводства, который равен 3,0 т/га [12]. Максимальная урожайность отмечена у комбинаций Самарский на ОД-2-3 (10,2 т/га), Самарский на 13-113 (11,2 т/га), Графиня на ОД-2-3, (9,0 т/га). Снижение продуктивности деревьев всех сортов, привитых на подвое 140-1, в возрасте восьми лет связано с ухудшением общего

Таблица 2
Урожайность абрикоса в зависимости от привойно-подвойной комбинации, т/га, 2012–2015 гг.

Table 2

Cumulative yield of trees apricot various variety-rootstocks combinations, t/ha, 2012–2015

Сорта <i>Varieties</i>	Подвой <i>Rootstocks</i>					Среднее (фактор А) <i>Average (faktor A)</i>
	СВГ-11-19 <i>SVG-11-19</i>	ОД-2-3 <i>OD-2-3</i>	140-1	13-113	Семенной подвой <i>P. cerasifera seedlings</i>	
Графиня <i>Grafinya</i>	6,0	9,0	5,1	5,4	4,2	5,9
Лель <i>Lel</i>	7,0	8,2	4,0	5,6	5,8	6,1
Самарский <i>Samarskiy</i>	7,9	10,2	5,1	11,2	6,0	8,1
Среднее (фактор В) <i>Average (faktor B)</i>	7,0	9,1	4,7	7,4	5,3	
НСР ₀₅ по фактору А = 1,3; НСР ₀₅ по фактору В = 1,5 LSD ₀₅ (faktor A) = 1,3; LSD ₀₅ (faktor B) = 1,5; НСР ₀₅ взаимодействие = 1,8 LSD ₀₅ (AB) = 1,8						

состояния деревьев, вызванным повреждениями прошлых лет и недостаточной совместимостью (табл. 2).

Установлено, что товарность урожая абрикоса значительно снижалась в годы с обильным урожаем из-за мельчания плодов и в годы с превышением осадков в июле-августе из-за растрескивания плодов и поражения клейстероспориозом. Сильнее других качество урожая страдало у сорта Самарский, особенно в комбинациях с подвоями СВГ-11-19 и 13-113. Наиболее устойчивым к растрескиванию и крупноплодным оказался сорт Графиня.

Многолетние наблюдения за привитыми растениями абрикоса показали относительную недолговечность деревьев ряда комбинаций. Гибель деревьев отмечалась из-за поломов по месту прививки вследствие плохой совместимости компонентов, частичного усыхания и поражения млечным блеском после неблагоприятных зим. За восьмилетний период наблюдений поломы из-за несовместимости отмечены у половины деревьев привойно-подвойных комбинаций Графиня на СВГ-11-19, Лель на СВГ-11-19 и 140-1. На подвоях ОД-2-3, 13-113 и семенных подвоях алычи выпадов было значительно меньше и в основном из-за усыхания растений. Хорошая совместимость сорта Самарский со всеми подвоями была подтверждена нашими лабораторными исследованиями [13, 14]. Лучше других сохранились деревья сорта Самарский, привитые на семенном подвое и ОД-2-3, сортов Лель и Графиня на 13-113 (более 80 %). Наряду с недостаточной совместимостью для деревьев, привитых на подвоях СВГ-11-19 и 140-1, была характерна слабая якорность корневой системы, которая приводила к наклонам и повреждениям растений при обработке междурядий.

Выводы. Рекомендации

1. В условиях Центрального региона России сорта абрикоса Самарский, Графиня, Лель обладали доста-

точным запасом зимостойкости для нормальной жизнедеятельности растений. Они способны формировать хороший урожай плодов после зим с отсутствием максимальных морозов (ниже –30 °С) и резкого снижения мороза после оттепели.

2. На рост привитых растений, их долговечность и продуктивность существенно влиял подвой. Усилению линейного и радиального роста способствовал семенной подвой алычи и клоновый подвой 13-113, снижению на 20–30 % – СВГ-11-19. Подвой 140-1 и СВГ-11-19 показали замедленную несовместимость с изучаемыми сортами, в восьмилетнем возрасте гибель привитых на них сортов Лель и Графиня превышала 50 %. Наиболее долговечными оказались деревья привойно-подвойных комбинаций Самарский на семенном подвое и ОД-2-3, Лель на 13-113 и ОД-2-3 и Графиня на ОД-2-3 (более 80 %).

3. Выявлены оптимальные привойно-подвойные комбинации с продуктивностью 10–14 кг/дер.: Самарский на ОД-2-3 и на 13-113, Лель на ОД-2-3, Графиня на ОД-2-3. Выращивание их обеспечило повышение урожайности до 9–11,2 т/га, что в 1,4–2 раза больше, чем у комбинаций с использованием семенного подвоя алычи. Высоким качеством плодов и устойчивостью к растрескиванию характеризовался сорт Графиня. Снижение продуктивности у деревьев, привитых на подвоях 140-1 и СВГ-11-19, к восьмому году выращивания связано с ухудшением общего состояния из-за зимних повреждений и недостаточной совместимости.

4. Для размножения северных сортов абрикоса рекомендуем использовать клоновые подвой 13-113 и ОД-2-3. По комплексу хозяйственно-ценных признаков самыми перспективными для возделывания в Центральном регионе России являются привойно-подвойные комбинации: Самарский на ОД-2-3 и на 13-113, Лель на ОД-2-3, Графиня на ОД-2-3.

Литература

1. Драгавцева И. А., Савин И. Ю., Моренец А. С., Ахматова З. П., Загиров Н. Г. Адаптация культуры абрикоса к условиям выращивания на юге России // Садоводство и виноградарство. 2014. № 3. С. 29–33.
2. Упадышева Г. Ю. Особенности роста и плодоношения абрикоса на клоновых подвоях в средней полосе России // Плодоводство и ягодоводство России : сб. науч. тр. М. : ВСТИСП, 2013. Т. XXXVII. Ч. 1. С. 345–351.
3. Гасымов Ф. М. Важнейшие хозяйственно-ценные признаки абрикоса и сливы при создании сортов для Южного Урала // Селекция, семеноводство и технология плодово-ягодных культур и картофеля : сб. науч. тр. Челябинск : ФГБНУ ЮУНИИСК, 2015. Т. 17. С. 80–86.
4. Куликов И. М., Борисова А. А., Тумаева Т. А. Научные основы импортозамещения как приоритетного направления современной аграрной науки // Садоводство и виноградарство. 2016. № 1. С. 6–11.
5. Скворцов А. К., Крамаренко Л. А. Абрикос в Москве и Подмосковье. М., 2007. 188 с.
6. Упадышева Г. Ю. Особенности развития и плодоношения растений абрикоса в Московской области // Садоводство и виноградарство. 2016. № 2. С. 34–40.
7. Борисова А. А., Упадышева Г. Ю. Алыча Фундаментальная – новый подвой для алычи и абрикоса селекции ГНУ ВСТИСП // Садоводство и виноградарство. 2013. № 2. С. 24–26.
8. Упадышева Г. Ю. Интродукция и изучение гибридов рода *Prunus* в качестве клоновых подвоев для сливы и абрикоса // Интродукция, сохранение и использование биологического разнообразия культурных растений : мат. междунар. науч. конф. Махачкала, 2014. Ч. 1. С. 110–111.
9. Tabakov S. G. Orchard performance of hungarian abricot cultivar on eleven rootstocks in central south bulgaria conditions / S. G. Tabakov, A. I. Yordanov // Acta Hort. 2012. 966: XV International Symposium on Apricot Breeding and Culture. P. 241–247.
10. Упадышева Г. Ю. Оценка совместимости абрикоса (*Armeniaca vulgaris* L.) с клоновыми подвоями // Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК : мат. XIII междунар. науч. конф. Брянск, 2016. С. 273–276.
11. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Орел : Изд-во ВНИИСПК, 1999. 608 с.
12. Упадышева Г. Ю. Продуктивность вишни в зависимости от срока эксплуатации сада // Садоводство и виноградарство. 2017. № 2. С. 52–57.
13. Мотылева С. М., Упадышева Г. Ю., Мертвищева М. Е. Морфолого-анатомические исследования зоны срастания прививочных компонентов абрикоса методом РЭМ // Тезисы докл. XIX Рос. симпозиума по растровой электронной микроскопии. Черногловка, 2015. С. 514–516.
14. Упадышева Г. Ю., Мотылева С. М., Мертвищева М. Е. Оценка совместимости абрикоса и вишни с клоновыми подвоями и их антиоксидантная активность // Агро XXI. 2015. № 4–6. С. 42–43.

References

1. Dragavtseva I. A., Savin I. Yu., Morenets A. S., Akhmatova Z. P., Zagirov N. G. Adaptation of culture of an abricot to cultivation condicions in the south of Russia // Horticulture and viticulture. 2014. No. 3. P. 29–33.
2. Upadysheva G. Yu. Features of growth and fructification of an apricot on clonal stocks in an average strip of Russia // Pomiculture and small fruits culture in Russia. M. : FSBSI ARHIBAN, 2013. Vol. XXXVII. P. 345–351.
3. Gasimov F. M. The most important economically valuable signs of abricot and plum for the creation of varieties for south Urals // Selection, seedlinig and technology of fruit-berry cultures and potato. Chelyabinsk : FSBSI SUSRIHP, 2015. Vol. 17. P. 80–86.
4. Kulikov I. M., Borisova A. A., Tumaeva T. A. Scientific bases of import substitution as a priority direction of modern agrarian science // Horticulture and viticulture. 2016. No. 1. P. 6–11.
5. Skvortsov A. K., Kramarenko L. A. Apricot in Moscow and Moscow suburbs. M., 2007. 188 p.
6. Upadysheva G. Yu. Features of growth and fructification of plants of the apricot in the Moscow area // Horticulture and viticulture. 2016. No. 2. P. 34–40.
7. Borisova A. A., Upadysheva G. Yu. Cherry plum Fundamental – a new stock for a cherry plum and an apricot of selection FSBSI ARHIBAN // Horticulture and viticulture. 2013. No. 2. P. 24–26.
8. Upadysheva G. Yu. Introduction and studying of hybrids of sort *Prunus* as clonal stocks for plums and an apricot // Introduction, preservation and use of a biological variety of cultural plants : materials of International scientific conf. Makhachkala, 2014. Vol. 1. P. 110–111.
9. Tabakov S. G. Orchard performance of hungarian abricot cultivar on eleven rootstocks in central south bulgaria conditions / S. G. Tabakov, A. I. Yordanov // Acta Hort. 2012. 966: XV International Symposium on Apricot Breeding and Culture. P. 241–247.
10. Upadysheva G. Yu. Estimation of compatability of an apricot (*Armeniaca vulgaris* L.) with clonal stocks // Agroecological aspects of steady development of agrarian and industrial complex: materials of International scientific conf. Bryansk, 2016. P. 273–276.
11. Program and methodology for the variety study of fruit, small fruit and nut-bearing crops. Orel : VNIISPK, 1999. 608 p.
12. Upadysheva G. Yu. Efficiency of cherry depending on term of orchard exploitation // Horticulture and viticulture. 2017. No. 2. P. 52–57.
13. Motyleva S. M., Upadysheva G. Yu., Mertvishcheva M. E. Morfologo-anatomic researches of a zone of accretion components of an apricot method REM // XIX Russian symp. on raster electronic microscop. Chernogolovka, 2015. P. 514–516.
14. Upadysheva G. Yu., Motyleva S. M., Mertvishcheva M. E. Estimation of compatability of an apricot and cherry with clonal stocks and them antioxidant activity // Agro XXI. 2015. No. 4–6. P. 42–43.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ ОБЪЕКТОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЗОНЫ ЯКУТИИ

(на примере гидротехнических сооружений объектов сельскохозяйственного водоснабжения
ГБУ «Упрмелиоводхоз» МСХиПП РС (Я))

М. И. ЛОСКИН, первый заместитель руководителя,
Управление по мелиорации земель и сельскохозяйственному водоснабжению
Министерства сельского хозяйства и продовольственной политики Республики Саха (Якутия)
(677000, г. Якутск, ул. Толстого, д. 20),

А. И. КНЫШ, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий кафедрой,
Омский государственный аграрный университет
(644008, г. Омск, Институтская пл., д. 1)

Ключевые слова: гидротехнические сооружения объектов сельскохозяйственного водоснабжения, водообеспечение населенных пунктов, низконапорные грунтовые плотины, Центральная зона Якутии, безопасная эксплуатация, потепление климата, температурный режим водохранилищ, криогенные процессы.

В статье рассматриваются результаты исследований современного состояния гидротехнических сооружений объектов сельскохозяйственного водоснабжения Центральной зоны Якутии. Указанная территория относится к региону с острым дефицитом водных ресурсов, который всегда является сдерживающим фактором развития сельскохозяйственного производства. Для решения этой острой проблемы в 80-е гг. прошлого века вдоль малых рек были построены системы гидротехнических сооружений, обеспечивающие технической водой практически все населенные пункты Центральной зоны Якутии. Данные объекты имеют большое значение для обеспечения технической и питьевой водой, а также благоприятным микроклиматом населенных пунктов. При сооружении всех гидротехнических сооружений применялся принцип строительства с сохранением грунтов основания сооружений в мерзлом состоянии. Большинство водоподпорных плотин из-за близкого расположения к населенным пунктам и их каскадного расположения по долинам рек представляют большие техногенные риски. Для изучения данной проблемы проведены натурные и камеральные исследования технического состояния сооружений, объемов программного финансирования эксплуатационных мероприятий. Результаты исследования показали, что в настоящее время значительная часть гидротехнических сооружений помимо неотложного проведения ремонтных работ и работ по реконструкции требует новых подходов по безопасной эксплуатации, обусловленных изменением природно-климатических условий, вреда от землеройных животных, вызывающих снижение степени безопасности сооружений. В целях безопасной эксплуатации сооружений возникает необходимость пересмотра параметров программного финансирования эксплуатационных мероприятий с учетом потепления климата, вреда от землеройных животных и других факторов. По результатам исследований предложены рекомендации по дальнейшей безопасной эксплуатации.

THE CURRENT STATE OF HYDRAULIC STRUCTURES OF YAKUTIA CENTRAL REGIONS' AGRICULTURAL WATER SUPPLY OBJECTS

(on example of the agricultural water supply hydraulic structures
of the Sakha Republic State Basin Authority «Uprmeliovodkhoz»)

M. I. LOSKIN, first deputy head,
State Bank for Land Reclamation and Agricultural Water Supply
of the Ministry of Agriculture and Food Policy of the Republic of Sakha (Yakutia)
(20 Tolstogo str., 677000, Yakutsk)

A. I. KNYSH, candidate of agricultural sciences, associate professor, head of the chair,
Omsk State Agrarian University
(1 Institutskaya sq., 644008, Omsk)

Keywords: hydraulic structures of agricultural water supply, water service of settlements, low-pressure ground dams, Yakutia central regions, safe operation, climate warming, temperature conditions of reservoirs, frost actions.

The article covers the results of research of the current state of agricultural water supply objects' hydraulic structures of Yakutia central regions. The mentioned territory belongs to those with acute lack of water resources, which has always been a restraining factor of agricultural production development. To solve this problem, the systems of hydraulic structures were built along the minor rivers in the 80s of the last century. These structures provided water to all the settlements of Central Yakutia. The named objects are of great value for providing process and drinking water and also for productive microclimate of settlements. Building of all hydraulic constructions used the principle of building with preservation of maintenance soil of constructions in a frozen state. The majority of hydraulic dams are of great technology generated risk because of their closeness to the settlements and their cascaded arrangement on river-valleys. To study the problem, we held cameralistic and field investigation of engineering status of constructions and volumes of operation events' program financing. The research results showed that as of today, the majority of hydraulic constructions require new approaches on safe operation, aside from urgent reconstruction and repair works. The new approaches are due to the change of natural and climatic conditions and harm of earthmoving animals that causes reduction of constructions' safety level. Safe operation of constructions require the need to reconsider the parameters of the operational events' program financing in view of climate warming, harm of earthmoving animals and other factors. On the results of research, we propose recommendations on further safe operation.

Положительная рецензия представлена А. И. Барашковой, доктором биологических наук, старшим научным сотрудником Якутского научно-исследовательского института сельского хозяйства.

Введение. Сегодня в Центральной зоне Якутии проживает 180 984 человека сельского населения, т. е. 19 % от всего населения Республики Саха (Якутия) (959 689 человек), но вместе с тем содержится крупного рогатого скота 117 625 голов, т. е. 62 % (188 454 голов), лошадей 113 991, т. е. 62 % (183 889 голов) от всех имеющихся в республике [1–2]. Данная территория орогидрографически не обеспечена качественным и достаточным количеством воды как питьевого, так и хозяйственно-технического назначения. Плановые работы по решению этой острой проблемы начались в 70–80-е гг. XX столетия путем организации единой системы гидротехнических сооружений вдоль малых рек для накопления воды в водохранилищах, обеспечивающих водой практически все населенные пункты [3]. Опасным моментом для гидротехнических сооружений является весеннее половодье и наводнения, формируемые летними затяжными дождями (дождевые паводки). В такие периоды нагрузки на сооружения многократно возрастают. Главной опасностью является затопление населенных пунктов в случае их прорыва, разрушения.

Нормы безопасной эксплуатации гидротехнических сооружений (далее – ГТС) во исполнение положений Федерального закона «О безопасности ГТС» [4] отражены в Требованиях к содержанию правил эксплуатации гидротехнических сооружений [5] и Своде Правил 58.13330.2012 [6], которые устанавливают структуру и состав правил эксплуатации, требования, правила и нормы обеспечения безопасности ГТС при эксплуатации и предназначены для оценки их технического состояния и обеспечения безаварийной работы. Вопросы влияния температурного режима водохранилищ на гидротехнические сооружения, требования к эксплуатации сооружений в условиях Севера отражены в работах С. П. Готовцева, И. И. Сыромятникова, М. И. Лоскина [3, 7], Р. В. Чжан [8, 9]. Вопросы организации эксплуатации ГТС на многолетнемерзлых грунтах наиболее фундаментально изложены в Рекомендациях по проектированию и строительству низконапорных гидроузлов криолитозоны Якутии [10]. Авторами изложены основные нормативные требования к организации эксплуатации и геоэкологического мониторинга ГТС в криолитозоне. Однако изменение природно-климатических условий в последние годы, повлекшее изменение водности водохранилищ, мерзлотного состояния тел и основания грунтовых насыпных плотин требуют более детального изучения современного состояния ГТС.

Цель и методика исследований. С учетом климатических, геологических, гидрогеологических условий и других особенностей Центральной зоны Якутии для безопасной эксплуатации ГТС возникает необходи-

мость в совершенствовании методов безопасной эксплуатации ГТС в зависимости от класса сооружений [11]. В связи с этим в соответствии с положениями [6] ставилась цель изучить современное состояние гидротехнических сооружений объектов сельскохозяйственного водоснабжения Центральной зоны Якутии.

Результаты исследования. Исследования выполнялись в 2016–2017 гг. на ГТС объектов сельскохозяйственного водоснабжения, находящихся в оперативном управлении ГБУ «Управление по мелиорации земель и сельскохозяйственному водоснабжению» Министерства сельского хозяйства и продовольственной политики Республики Саха (Якутия); далее – ГБУ «Упрмелиоводхоз» МСХиПП РС (Я). На 1 января 2018 г. в оперативном управлении ГБУ «Упрмелиоводхоз» МСХиПП РС (Я) находилось 190 ГТС водохранилищ, которые обеспечивают технической и питьевой водой, а также благоприятным микроклиматом 73 населенных пунктов в десяти улусах республики. Объем накопленной воды в водохранилищах: девять водохранилищ объемом более 5 млн м³, 120 – объемом от 1 до 5 млн м³, 61 – объемом менее 1 млн м³. Напор на водоподпорных сооружениях от 1 до 4 м. В соответствии с критериями [11] являются гидротехническими сооружениями IV класса. Водопрпускные сооружения автоматического действия, состоящие из низконапорных насыпных грунтовых плотин, открытых, трубчатых водовыпускных и сифонных, а также естественных по рельефам территорий водосбросов. При этом из них только 23 (12 %) имеют водопропускные сооружения капитального характера, остальные построены хозяйственным способом без проектно-сметной документации и в водные годы подвержены большому риску разрушения, представляют реальную угрозу нижерасположенным объектам народного хозяйства и населенным пунктам. Все эти объекты имеют большое значение в водообеспечении населенных пунктов хозяйственно-бытовой и технической водой. Следует отметить, что большинство сооружений эксплуатируются более 30–40 лет, следовательно, срок службы подходит к критическому пределу. Особое значение обеспечение безопасности ГТС имеет после аварий на сооружениях Сири-Холлогос Чурапчинского улуса в 2014 г., Усун-Эбэ Таттинского улуса в 2015 г. В зонах риска только крупных водохранилищ (объемом более 5 млн м³) расположено 11 населенных пунктов. Надзор за безопасностью ГТС возложен на Ленское управление Ростехнадзора. Из общего числа ГТС, поднадзорных Ленскому управлению Ростехнадзора, декларированы и включены в Российский регистр три потенциально опасных сооружения (Матта Горного улуса, 7-й км Маганского тракта г. Якутска и Куога-лы Чурапчинского улуса), на остальных декларации отсутствуют.

На основании проведенных нами натурных и камеральных исследований выявлено, что за последние 30–40 лет в Центральной зоне Якутии средняя годовая температура воздуха повысилась на 2,0–2,5 °C [12]. В результате этого в Центральной Якутии происходит деградация пород ледового комплекса, из-за чего активизируются термоденудационные процессы. По берегам практически всех водохранилищ активизировались криогенные процессы, такие как термокарст, термоэрозионные просадки (овраги), сплывы и сползание грунтов. Установлено, что особо опасными элементами являются зоны примыкания плотин к элементам долин и участки водосброса сооружений. На гребнях и откосах грунтовых плотин местами образовались колодцы и провалы, которые обычно способствуют резкой активизации эрозионных процессов при прохождении сильных ливневых дождей. На многих водохранилищах в результате активизации криогенных процессов происходит разрушение береговых линий и расширение их акваторий. Также на большинстве обследованных грунтовых плотин выявлены ондатровые (мускусная крыса) хатки. Основной проблемой является то, что вход в хатку расположен под водой и снаружи не виден, а гнездовая камера находится выше уровня воды, тем самым внутри грунтовой плотины создается полое пространство, невидимое снаружи, которое при изменении уровней воды в водохранилище создает реальную угрозу разрушения сооружения.

В части технического состояния сооружений:

- в связи с выходом из хозяйственного оборота и нахождением в нерабочем состоянии (разрушены, размыты и т. д.) подлежат ликвидации (списанию) 15 объектов (8 % от общего количества);

- в связи с потребностью в устройстве водорегулирующих сооружений, конструкций по 12 объектам (7 %) необходима реконструкция сооружений (техническое перевооружение). Ориентировочная стоимость – 140 млн руб.;

- для обеспечения безаварийной работы гидротехнических сооружений (пропуска паводковых вод) по 36 объектам (19 %) на момент обследования необходимо проведение капитального ремонта. Ориентировочная стоимость – 280 млн руб.;

- 83 объекта (44 %) требуют проведения текущего ремонта. Ориентировочная стоимость – 70 млн руб.;

- 44 объекта (24 %) находятся в удовлетворительном состоянии;

- грунтовые плотины Заозерная, Ынах куелэ, Ипподромная, Строда и Ылдьаа Куелэ в Нерюктянском наслеге Мегино-Кангаласского улуса используются под муниципальные автодороги;

- ГТС водохранилища Нидьили Арыктахского наслега Кобяйского улуса используется для регулирования водного режима особо охраняемого природного объекта озера Нидьили.

Наиболее возможную опасность населенным пунктам по месту расположения и техническому состоянию представляют 33 объекта (18 %), по которым необходимо проведение работ по реконструкции и капитальному ремонту для гарантированного обеспечения их безопасной эксплуатации в соответствии с требованиями ФЗ № 117-ФЗ [4].

Потребность в финансовых средствах, как видно из вышеуказанных итогов обследований, на реконструкцию, текущий и капитальный ремонт сооружений без учета средств на ликвидацию (списание) ГТС составляет 490 млн руб., из них на неотложные работы по реконструкции и капитальному ремонту 33 объектов – 330 млн руб. Общий объем средств, предусмотренных в 2018 г. по подпрограмме «Развитие мелиорации сельскохозяйственных земель» республиканской целевой программы «Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2012–2020 годы», составляет 232,863 млн руб. Из них затраты на эксплуатацию мелиоративных систем составляют 89,044 млн руб. (38 %), подачу воды по групповым водоводам – 62,362 млн руб. (27 %), культуртехнические работы – 48,247 млн руб. (21 %), безопасную эксплуатацию гидротехнических сооружений объектов сельскохозяйственного водоснабжения – 31,403 млн руб. (13 %), комбинированное страхование ГТС и оказание услуг по обязательному страхованию гражданской ответственности – 1,805 млн руб. (0,8 %). Эксплуатационные мероприятия объектов сельскохозяйственного водоснабжения за последние пять лет, несмотря на ежегодное удорожание горюче-смазочных материалов, запасных частей, коммунальных и других услуг, финансируются в сторону убывания. Дополнительно с 2016 г. в виде иных субсидий ежегодно предусматриваются средства на проведение капитального ремонта ГТС в размере 30 млн руб. [13]. Работы по реконструкции сооружений, находящихся в оперативном управлении ГБУ «Упрмелиоводхоз» МСХиПП РС (Я), проводятся в рамках Инвестиционной программы Республики Саха (Якутия) через ГКУ «Дирекция строительства Министерства сельского хозяйства и продовольственной политики Республики Саха (Якутия)». При этом необходимо иметь в виду, что за последние пять лет не проведено ни одного мероприятия по реконструкции сооружений, т. е. при потребности в 330 млн руб. на неотложные работы по реконструкции и капитальному ремонту профинансировано всего 60 млн руб. (18 %) на капитальный ремонт.

В связи с продолжительной эксплуатацией и недостаточными объемами финансирования происходит износ и разрушение основных конструкций сооружений, создается высокая вероятность возникновения чрезвычайных ситуаций, особенно при прохождении весеннего половодья и дождевых паводков.



Рис. 1. Гидроузел «Матта» села Бердигестях Горного улуса Республики Саха (Якутия) во время весеннего половодья
Fig. 1. Hydraulic node «Matta» in the village of Berdigestya of the Mountainous ulus of the Republic of Sakha (Yakutia) during the spring high water

Происшедшая в 1990-х гг. реорганизация структуры государственного управления водного хозяйства и мелиорации в Республике Саха (Якутия), разгосударствление региональных проектных институтов и потеря в связи с этим части информационного материала о водохозяйственных объектах негативно отражаются на организации работ по безопасной эксплуатации ГТС.

Специализированная техника эксплуатирующей организации составляет 43 единицы, в том числе автосамосвалов КАМАЗ – 6 единиц, бульдозеров марки Б-10, Шантуй – 10 единиц, экскаваторов марки ЕТ-16, Хюндай – 24 единицы, фронтальных погрузчиков – 2 единицы, автокран на базе автомобиля Урал – 1 единица. При этом необходимо учесть, что кроме двух автосамосвалов, семи бульдозеров, двух экскаваторов Хюндай и двух фронтальных погрузчиков, 70 % имеющейся спецтехники выпущены в 1990 – начале 2000-х гг. Обеспеченность штатными единицами механизаторов составляет: автосамосвалы – 100 %, бульдозеры – 5 %, экскаваторы – 70 %, погрузчики – 50 %, автокран – 100 %. Дефицит штатных единиц покрывается услугами аутсорсинга по ФЗ № 44-ФЗ «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд», что отрицательно сказывается на качестве предоставляемых услуг и техническом состоянии спецтехники.

Выводы и предложения. Исходя из проведенных исследований в целях обеспечения безопасной эксплуатации гидротехнических сооружений объектов сельскохозяйственного водоснабжения, снижения уровня негативного воздействия водных объектов вносим следующие предложения:

- эксплуатирующие организации должны неукоснительно соблюдать нормативные требования по безопасной эксплуатации сооружений;

- следует пересмотреть подпрограмму «Развитие мелиорации сельскохозяйственных земель» Государственной программы Республики Саха (Якутия) с учетом потребности финансового обеспечения в соответствии с действующими нормативными требованиями по безопасной эксплуатации ГТС с ежегодным увеличением размера финансирования на величину принятых дефляторов; сохранить выделение средств на финансирование капитального ремонта ГТС в виде иных субсидий;

- стоит рассмотреть возможность создания единого органа управления в области мелиорации земель и сельскохозяйственного водоснабжения на базе ГБУ «Упрмелиоводхоз» МСХиПП РС (Я) с делегированием части полномочий исполнительной власти, с выделением в государственном бюджете РС (Я) финансирования в области мелиорации земель и сельскохозяйственного водоснабжения отдельной защищенной строкой, в том числе отдельного плана инвестиционной программы на реконструкцию, восстановление и проведение капитального ремонта существующих ГТС;

- в связи с внесением изменений в Федеральный закон № 117-ФЗ [4] нужно провести работы по преддекларационному обследованию для уточнения классификации ГТС в соответствии с критериями [11];

- с учетом развития термоденудационных процессов в ближайшие годы требуется проведение работ по геоэкологическому мониторингу гидроузлов (температурный режим, криогенное строение и льдистость многолетнемерзлых пород, наличие фильтрации и др.) с заложением сети геотермических и пьезометрических скважин;

- необходимы усовершенствование и введение новых методов и способов безопасной эксплуатации для превентивной защиты сооружений от землеройных животных, интенсификации промерзания тела

и основания грунтовых плотин; пересмотр объемов водохранилищ с учетом водопотребления населенных пунктов, экологической ситуации и гидрологического режима малых рек;

– водохранилища с гидротехническими сооружениями, имеющие второстепенное значение для

экономики и жизнедеятельности населения, а также используемые не по целевому назначению, должны быть переданы муниципальным образованиям и иным органам исполнительной власти для целевого использования.

Литература

1. Среднегодовая численность населения по муниципальным образованиям на 01.01.2017 // Официальная статистика территориального органа федеральной службы государственной статистики по Республике Саха (Якутия). Якутск, 2017. URL : http://sakha.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/sakha/en/statistics/population (дата обращения: 01.04.2018).
2. Показатели численности скота, производства и отгрузки сельскохозяйственной продукции в Республике Саха (Якутия) на 01 января 2018 года : стат. бюл. № 10/19 Территориального органа федеральной службы государственной статистики по Республике Саха (Якутия). Якутск, 2018. С. 6–15.
3. Лоскин М. И. Состояние гидротехнических сооружений объектов сельскохозяйственного водоснабжения Лено-Амгинского междуречья, построенных на ледовом комплексе в условиях потепления климата // Инновационные подходы к проблемам и перспективам развития АПК в Республике Саха (Якутия). Воронеж : Издат-принт, 2017. С. 281–290.
4. Федеральный закон от 21 июля 1997 г. № 117-ФЗ «О безопасности гидротехнических сооружений» (последняя редакция) // URL : http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_15265 (дата обращения: 27.03.2018).
5. Требования к содержанию правил эксплуатации гидротехнических сооружений (за исключением судоходных и портовых гидротехнических сооружений) : приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 2 октября 2015 г. № 395. М., 2015. 13 с.
6. СП 58.13330.2012 «Гидротехнические сооружения. Основные положения». Актуализированная редакция СНиП 33-01-2003. М., 2012. 47 с.
7. Сыромятников И. И., Готовцев С. П., Лоскин М. И. Ухудшение состояния гидротехнических сооружений центральной Якутии как признак глобального потепления климата // Мат. XI Междунар. симпозиума по проблемам инженерного мерзлотоведения. Магадан, 5–8 сентября 2017 г. : тезисы докл. Якутск : Издательство ФГБУН Института мерзлотоведения им. П. И. Мельникова СО РАН, 2017. С. 328–329.
8. Чжан Р. В. Геокриологические принципы работы грунтовых плотин в криолитозоне в условиях меняющегося климата // Фундаментальные исследования. 2014. № 9. С. 288–296.
9. Чжан Р. В. Проектирование, строительство и эксплуатация гидротехнических сооружений низкого напора в криолитозоне (на примере Якутии). Якутск : Издательство Института мерзлотоведения СО РАН, 2000. 160 с.
10. Низконапорные гидроузлы криолитозоны Якутии: рекомендации по проектированию и строительству / ФГБУН Институт мерзлотоведения им. П. И. Мельникова СО РАН. Якутск : Изд-во ФГБУН Институт мерзлотоведения им. П. И. Мельникова СО РАН, 2012. С. 62–67.
11. Постановление Правительства РФ от 2 ноября 2013 г. № 986 «О классификации гидротехнических сооружений» // URL : <http://base.garant.ru/70495114> (дата обращения: 27.03.2018).
12. Балобаев В. Т., Скачков Ю. Б., Шендр Н. И. Прогноз изменения климата и мощности мерзлых пород центральной Якутии до 2200 года // География и природные ресурсы. 2009. № 2. С. 50–56.
13. План работ по исполнению государственного задания на 2018 год ГБУ «Управление по мелиорации земель и сельскохозяйственному водоснабжению» Министерства сельского хозяйства и продовольственной политики Республики Саха (Якутия) : приказ ГБУ «Управление по мелиорации земель и сельскохозяйственному водоснабжению» Министерства сельского хозяйства и продовольственной политики Республики Саха (Якутия) № 22-п от 01.02.2018 // Руководитель ГБУ «Управление по мелиорации земель и сельскохозяйственному водоснабжению» Министерства сельского хозяйства и продовольственной политики Республики Саха (Якутия). 2018. 4 с.

References

1. Average annual population by municipalities as of 01.01.2017 // Official statistics of the territorial body of the federal service of state statistics for the Republic of Sakha (Yakutia). Yakutsk, 2017. URL : http://sakha.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/sakha/en/statistics/population (reference date: 04.01.2018).

2. Indicators of livestock numbers, production and shipment of agricultural products in the Republic of Sakha (Yakutia) as of January 1, 2018: statistical bulletin No. 10/19 of the Territorial Body of the Federal State Statistics Service for the Republic of Sakha (Yakutia). Yakutsk, 2018. P. 6–15.
3. Loskin M. I. The state of hydraulic structures of agricultural water supply facilities of the Leno-Amginsky interfluvium, built on an ice complex in the conditions of climate warming. // Innovative approaches to the problems and prospects for the development of the agro-industrial complex in the Republic of Sakha (Yakutia). Voronezh : Izdat-print, 2017. P. 281–290.
4. Federal Law of July 21, 1997 No. 117-FZ «On the Safety of Hydraulic Structures» (last version) // URL : http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_15265 (reference date: 27.03.2018).
5. Requirements for the content of the rules for the operation of hydraulic structures (with the exception of navigable and port hydraulic structures) : the order of the Federal Service for Environmental, Technological and Nuclear Supervision dated October 2, 2015, No. 395. M., 2015. 13 p.
6. SP 58.13330.2012 «Hydraulic engineering structures. Basic provisions». Updated version of SNiP 33-01-2003. M., 2012. 47 p.
7. Syromyatnikov I. I., Gotovtsev S. P., Loskin M. I. Deterioration of the state of hydraulic engineering structures in central Yakutia as a sign of global warming. // Materials of the XI International symposium on problems of engineering permafrost. Magadan, September 5–8 2017 : abstracts of the reports. Yakutsk : Publishing House of the FGBUN of the Permafrost Research Institute. P. I. Melnikov of the SB RAS. 2017. P. 328–329.
8. Zhang R. V. Geocryological principles of operation of ground dams in the permafrost zone in the conditions of a changing climate // Fundamental research. 2014. No. 9. P. 288–296.
9. Zhang R. V. Design, construction and operation of hydraulic structures of low head in the permafrost zone (for example, Yakutia). Yakutsk : Publishing House of the Permafrost Institute SB RAS, 2000. 160 p.
10. Low-pressure hydrosols of the cryolithozone of Yakutia: recommendations for design and construction / FG-BUN Permafrost Research Institute. P. I. Melnikov of the SB RAS. Yakutsk : Publishing House of the FGBUN Permafrost Research Institute. P. I. Melnikov of the SB RAS, 2012. P. 62–67.
11. Resolution of the Government of the Russian Federation of November 2, 2013, No. 986 «On the Classification of Hydraulic Structures» // URL : <http://base.garant.ru/70495114> (reference date: 27.03.2018).
12. Balobaev V. T., Skachkov Yu. B., Shender N. I. The forecast of climate change and the thickness of frozen rocks in central Yakutia to 2200 // Geography and natural resources. 2009. № 2. P. 50–56.
13. Work plan for the execution of the state task for 2018 The State Bank for Land Reclamation and Agricultural Water Supply of the Ministry of Agriculture and Food Policy of the Republic of Sakha (Yakutia) : the order of the State Administration for Land Reclamation and Agricultural Water Supply of the Ministry of Agriculture and Food Policy of the Republic of Sakha (Yakutia) No. 22-p dated 01.02.2018 // Head of the State Bank for Land Reclamation and Agricultural Water Supply of the Ministry of Agriculture and food policy of the Republic of Sakha (Yakutia). 2018. 4 p.

КОНЦЕНТРИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПИЩЕВЫХ РАСТВОРОВ В ВЫПАРНЫХ УСТАНОВКАХ С ТЕПЛОВЫМ НАСОСОМ

А. В. МАНЬКОВ,
аспирант,
Л. А. МИНУХИН,
доктор технических наук, профессор,
Уральский государственный аграрный университет
(620075, г. Екатеринбург, ул. К. Либкнехта, д. 42)

Ключевые слова: выпарной аппарат, тепловой насос, вторичный пар, греющий пар, технологический раствор, концентрирование, многокорпусные установки, мембранные аппараты.

Рассматриваются различные способы концентрирования технологических пищевых растворов на основе применения однокорпусных и многокорпусных выпарных установок, а также мембранной технологии. Показано, что для условий концентрирования термолабильных растворов (ягодные и фруктовые соки и экстракты) наиболее перспективным может быть использование вакуумных однокорпусных выпарных установок с тепловым насосом и с полной регенерацией теплоты сконцентрированного раствора (продукта) и конденсата выпаренного растворителя (воды). Предложены принципиальная схема такой установки и способ полной регенерации тепловой энергии для этого метода. Представлены результаты численных исследований по определению и сравнительной оценке удельных затрат энергии на концентрирование. При этом удельные затраты энергии на концентрирование растворов определялись как отношение мощности (тепловой или электрической), затраченной на выпаривание, к массовому расходу выпаренной воды. В результате численного анализа показано, что предложенный метод концентрирования и известная мембранная технология концентрирования – наиболее экономичные методы проведения процесса. Отмечено также, что традиционный метод многокорпусного выпаривания может иметь сопоставимую энергетическую эффективность лишь при большом числе корпусов установки, что технологически несовместимо с задачами концентрирования термолабильных технологических пищевых растворов. Полученные результаты положены в основу разработки опытно-промышленной установки для концентрирования термолабильных и других технологических растворов в однокорпусном выпарном аппарате с тепловым насосом.

CONCENTRATION OF TECHNOLOGICAL FOOD SOLUTIONS IN EVAPORATORS WITH HEAT PUMP

A. V. MANKOV,
postgraduate student,
L. A. MINUKHIN,
doctor of technical sciences, professor,
Ural State Agrarian University
(42 K. Libknehta str., 620075, Ekaterinburg)

Keywords: evaporator, heat pump, secondary stream, heating stream, technological solution, concentration, vacuum pump, multi-body plants, membrane devices.

Various methods for concentrating technological food solutions based on the use of single-hull and multi-hull evaporators, as well as membrane technology, are considered. It is shown that for concentration conditions thermolabile solutions (berry and fruit juices and extracts) the most promising is the use of vacuum single-hull evaporators with a heat pump and with the complete regeneration of the heat of the concentrated solution (product) and the condensate of the evaporated solvent (water). A schematic diagram of such an installation and a method for the complete regeneration of thermal energy for this method are proposed. The results of numerical studies on the determination and comparative estimation of the specific energy consumption for concentration are presented. At the same time, the specific energy consumption for the concentration of solutions was determined as the ratio of the power (thermal or electrical) expended for evaporation to the mass flow of evaporated water. As a result of numerical analysis, it is shown that the proposed method of concentration and the known membrane concentration technology are the most economical methods of carrying out the process. It is also shown that the traditional method of multi-body evaporation can have comparable energy efficiency only with a large number of installation housings, which is technologically incompatible with the problems of concentrating thermolabile technological food solutions. The obtained results are the basis for the development of a pilot plant for concentrating thermolabile and other process solutions in a single-hull evaporator with a heat pump.

Положительная рецензия представлена Г. Б. Пищиковым, доктором технических наук, профессором Уральского государственного экономического университета.

Как известно, концентрирование жидких пищевых продуктов (фруктовых и овощных соков, молока, сыворотки, экстрактов и др.) методом выпаривания является одним из распространенных способов консервирования, при котором можно наиболее полно сохранить их полезные свойства [1]. Однако достичь такого эффекта удастся лишь при определенных условиях, основными из которых являются невысокие температуры выпаривания, порядка 42–50 °С. Это означает, что выпаривание жидких пищевых продуктов должно протекать при кипении выпариваемых растворов в условиях вакуума при абсолютном давлении над кипящим раствором 8–12 кПа [2]. При этом разработчики выпарного оборудования сталкиваются с проблемой снижения затрат энергии на выпаривание, которая не может быть решена на основе общеизвестного способа использования многокорпусных установок [3–4], так как их применение приводит к необходимости работы при высоких температурах кипения (100 °С и выше) в первых по ходу греющего пара корпусах выпарной установки [5].

Известный метод повышения концентрации технологических растворов с помощью мембранных аппаратов [3–4, 6–8] является достаточно экономичным современным способом концентрирования растворов. Однако возможность эффективного использования мембранной технологии снижается при высоких степенях конечного концентрирования растворов.

Предварительный анализ путей решения поставленной задачи позволил предложить для концентрирования жидких пищевых растворов известный, но в определенной степени забытый способ выпаривания в однокорпусной выпарной установке с тепловым насосом [9–10].

Цель и методика исследований

Целью настоящей работы явился сравнительный анализ эффективности концентрирования жидких пищевых сред следующими конкурентными способами: известный метод использования многокорпусных выпарных установок, установок для концентрирования на основе мембранного метода и способ концентрирования с использованием однокорпусного выпарного аппарата с тепловым насосом.

Основной оценкой энергетических затрат в установках, предназначенных для концентрирования технологических растворов (удаление из растворов воды), выступает соотношение, которое определяет значение коэффициента удельной затраты внешней энергии на единицу массы выпаренного растворителя (воды) φ :

$$\varphi = \frac{E}{W}, \text{ Дж/кг} \quad (1)$$

где W – расход количества выпаренного растворителя (воды) из концентрируемого (выпариваемого) раствора, кг/с;

E – внешняя мощность, затрачиваемая при концентрировании, Вт.

Для однокорпусных и многокорпусных выпарных установок значение затрачиваемой мощности E определится соотношением:

$$E = D_0 \times (i_1 - i_2), \quad (2)$$

где D_0 – массовый расход пара, поступающего от внешнего источника в греющую камеру первого корпуса выпарной установки, кг/с;

i_1 – теплосодержание пара, поступающего в греющую камеру первого корпуса выпарной установки, Дж/кг;

i_2 – теплосодержание конденсата греющего пара, удаляемого из греющей камеры первого корпуса выпарной установки, Дж/кг.

Таким образом, в предложенном к анализу методе выпаривания с тепловым насосом мощность E представляет собой мощность, затрачиваемую на сжатие вторичного пара, удаляемого из сепаратора и направляемого с помощью этого насоса в греющую камеру выпарного аппарата. В аппаратах мембранной технологии мощность E представляет собой мощность, затрачиваемую на прокачивание исходного раствора через пористые стенки соответствующих мембран. В типовых однокорпусных и многокорпусных выпарных установках мощность E представляет собой мощность тепловой энергии пара, поступающего от внешнего источника в греющую камеру первого корпуса выпарной установки.

Принципиальная схема принятой к сравнительному анализу однокорпусной выпарной установки с тепловым насосом представлена на рис. 1. Установка включает в себя выпарной аппарат 1, состоящий из греющей камеры А и сепаратора Б, а также теплового насоса 2 и вакуумного насоса 3.

Греющая камера А представляет собой кожухотрубный паровой теплообменник со стекающей пленкой жидкости по внутренней поверхности греющих труб. Межтрубное пространство теплообменника служит камерой для конденсации пара, теплота конденсации которого обеспечивает нагрев и выпаривание стекающей пленки жидкости. Отделение пара, полученного при кипении стекающей пленки жидкости в трубках (вторичный пар), осуществляется в сепараторе Б, которая представляет собой емкость, в которой пар как более легкий компонент удаляется через верхний штуцер, а упаренная (сконцентрированная) жидкость – через нижний штуцер сепаратора Б. Для обеспечения непрерывного проведения процесса давление вторичного пара с помощью теплового насоса 2 повышается до параметров греющего пара в греющей камере аппарата 1, куда он подается для повторного использования в качестве греющего пара.

Вакуумный насос 3, предусмотренный в схеме установки, обеспечивает возможность работы вы-

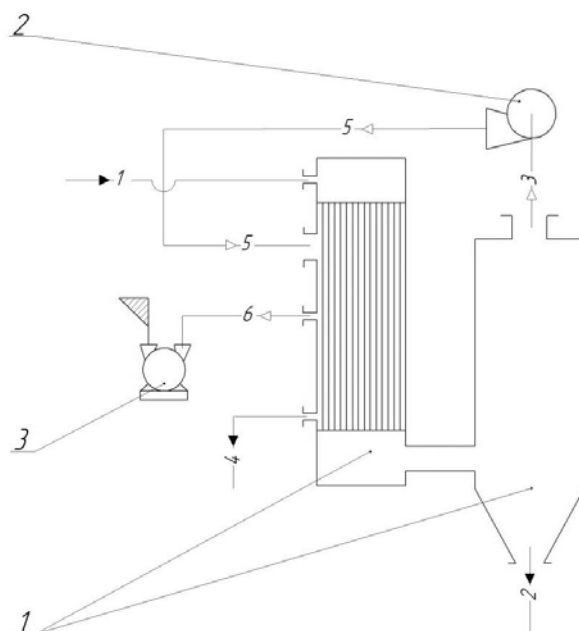


Рис. 1. Схема однокорпусной выпарной установки с тепловым насосом.

Установка: 1 – выпарной аппарат; 2 – тепловой насос; 3 – вакуумный насос.

Коммуникации: 1 – исходный слабоконцентрированный раствор; 2 – упаренный раствор; 3 – вторичный пар; 4 – конденсат греющего пара; 5 – греющий пар; 6 – неконденсирующиеся газы

Fig. 1. Scheme of single-hull evaporator with heat pump.

Installation: 1 – evaporator; 2 – heat pump; 3 – vacuum pump.

Communications: 1 – initial weakly concentrated solution; 2 – evaporated solution; 3 – secondary steam; 4 – steam condensate; 5 – heating steam; 6 – noncondensing gases

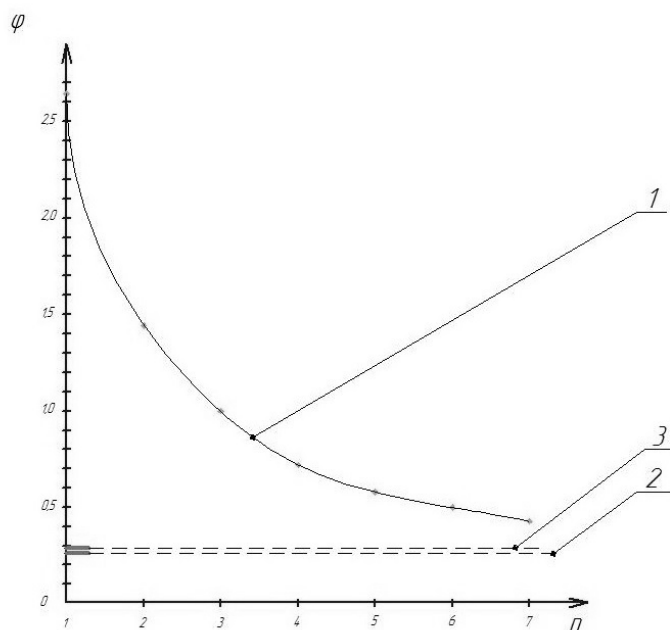


Рис. 2. Результаты численного анализа сравнительной энергетической эффективности сопоставляемых методов концентрирования пищевых сред.

1 – многокорпусные установки; 2 – мембранные установки; 3 – однокорпусные установки с тепловым насосом

Fig. 1. Results of numerical analysis of the comparative energy efficiency of the comparative methods of concentrating food.

1 – multi-hull installation; 2 – membrane plants; 3 – single-hull evaporators with heat pump

парного аппарата под вакуумом, т. е. при пониженных температурах кипения выпариваемого раствора. Назначение этого насоса – удаление неконденсирующихся газов из греющей камеры и поддержание в ней требуемого вакуума.

Схема, представленная на рис. 1, свидетельствует, что в установке, по существу, обеспечивается процесс самовыпаривания поступающего раствора, т. е. путем использования тепловой энергии вторичного пара, полученного при его выпаривании. Это дости-

гается за счет повышения давления вторичного пара до параметров греющего пара с помощью специального компрессорного устройства 2. Такое устройство, которое обеспечивает перекачивание вторичного пара и повышение его теплового потенциала до параметров греющего пара, по сути представляет собой тепловой насос. Его работа обеспечивается за счет внешней энергии, подведенной к двигателю этого насоса.

Результаты исследования

Результаты численного исследования эффективности известных способов концентрирования, включающих многокорпусные выпарные установки, мембранные установки и рассматриваемые в настоящей работе выпарные установки с тепловым насосом, позволили провести их сопоставление по величине удельной затраты энергии на выпаривание φ . Результаты этого анализа представлены на рис. 2.

Как видно из результатов сопоставления, предложенный метод концентрирования, как и мембранная технология, обладают удельными затратами энергии на концентрирование значительно меньшими, чем затраты энергии при многокорпусном выпаривании. Эти показатели эффективности для сравниваемых методов сближаются лишь при большом числе корпусов выпарной установки, которые резко повышают металлоемкость оборудования и значительно усложняют управляемость процессом концентрирования.

Выводы. Рекомендации

Таким образом, проведенный численный анализ показывает, что однокорпусные выпарные установки с тепловым насосом оказываются высокоэкономичными и эффективными. Однако их практическое внедрение требует проведения специальных исследований на натурных моделях по отработке режимов их использования и запуска.

Литература

1. Ащеулов А. С. Исследование кинетики потоков в роторно-пленочном выпарном аппарате // Техника и технология пищевых производств. 2016. № 3. С. 98–103.
2. Магомедов Г. О. Разработка установки для производства концентрированных паст из фруктово-овощного сырья / Г. О. Магомедов и др. // Вестник Воронежского гос. университета инженерных технологий. 2015. № 3. С. 13–16.
3. Вобликова Т. В. Процессы и аппараты пищевых производств : учеб. пособие / Т. В. Вобликова, С. Н. Шлыков, А. В. Пермяков. СПб. : Лань, 2017. 204 с.
4. Бредихин С. А. Процессы и аппараты пищевой технологии : учеб. пособие / С. А. Бредихин и др. СПб. : Лань, 2014. 544 с.
5. Минухин Л. А. Тепловое варочное оборудование предприятий пищевых производств и общественного питания : учеб. пособие / Л. А. Минухин, С. В. Шихалев. Екатеринбург, 2014. 34 с.
6. Тимкин В. А., Минухин Л. А., Гальчак И. П., Лазарев В. А. Разработка баромембранной технологии переработки молочной сыворотки // Аграрный вестник Урала. 2013. № 7.
7. Тимкин В. А. Баромембранные процессы в молочной промышленности // Аграрный вестник Урала. 2017. № 6.
8. Тимкин В. А., Горбунова Ю. А. Исследование процессов микро- и ультрафильтрации в производстве творога // Пища. Экология. Качество : мат. XIII междунар. науч.-практ. конф. Красноярск, 2016.
9. Минухин Л. А., Меньшенин Г. А. Исследование возможности создания высокоэффективных выпарных установок // Аграрное образование и наука. 2013. № 4. С. 5.
10. Гуревич П. Ю., Маньков А. В., Минухин Л. А. Экспериментальная вакуум-выпарная установка с тепловым насосом с возможностью полной автономной работы // Молодежь и наука : междунар. аграрный науч. журн. 2017. № 3.

References

1. Ashcheulov A. S. Investigation of flow kinetics in a rotary-film evaporator // Equipment and technology of food production. 2016. No. 3. P. 98–103.
2. Magomedov G. O. Development of a plant for the production of concentrated pastes from fruit and vegetable raw materials // Bulletin of Voronezh State University of Engineering Technologies. 2015. No. 3. P. 13–16.
3. Voblikova T. V. Processes and devices of food production : tutorial. SPb. : Lan, 2017. 204 p.
4. Bredikhin S. A. Processes and devices of food technology : tutorial. SPb. : Lan, 2014. 544 p.
5. Minukhin L. A. Thermal boiling equipment of food production enterprises and public catering enterprises : tutorial / L. A. Minukhin, S. V. Shikhalev. Ekaterinburg, 2014. 34 p.
6. Timkin V. A., Minukhin L. A., Gal'chak I. P., Lazarev V. A. Development of baromembrane technology for processing whey // Agrarian Bulletin of the Urals. 2013. No. 7.
7. Timkin V. A. Baromembrane processes in the dairy industry // Agrarian Bulletin of the Urals. 2017. No. 6.
8. Timkin V. A., Gorbunova Yu. A. Research of micro- and ultrafiltration processes in the production of cottage cheese // Food. Ecology. Quality : materials of XIII International scientific-practical conf. Krasnoyarsk, 2016.
9. Minukhin L. A., Menshenin G. A. Investigation of the possibility of creating highly efficient evaporators // Agricultural education and science. 2013. No. 4. P. 5.
10. Gurevich P. Yu., Mankov A. V., Minukhin L. A. Experimental vacuum-evaporator unit with heat pump with the possibility of full autonomous operation // Youth and Science : international agrarian scientific journal. 2017. No. 3.

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ЛОКАЛИЗАЦИЯ УЧАСТКОВ ВТОРИЧНОГО ЗАСОЛЕНИЯ НА БЫВШИХ РИСОВЫХ ТЕХНОГЕННЫХ СИСТЕМАХ

В. Ф. ПОПОВИЧ, старший научный сотрудник,
Е. А. ДУНАЕВА, кандидат технических наук, заведующий лабораторией,
Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма
(295453, г. Симферополь, ул. Киевская, д. 150; e-mail: water@crimea.com)

Ключевые слова: засоление, спутниковый мониторинг, вегетационный индекс, Landsat, Крым.

В работе представлены результаты исследований территории бывших рисовых техногенных систем Крыма на предмет выявления с использованием данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) признаков вторичного засоления при переходе на богарную систему земледелия. Описываются особенности создания данных систем, построенных около полувека назад в большинстве своем на исходно засоленных почвах различной степени солонцеватости, и функционирования в текущих условиях, а также наиболее вероятные причины возникновения деградационных почвенных процессов на данных землях. Целью работы являлось исследование косвенных параметров, которые могут характеризовать факторы проявления процессов реставрации засоления и его возможную временную и пространственную динамику. Приведено сравнение чувствительности шести вегетационных и пяти специализированных индексов, рассчитанных по данным 2–7-го каналов спутника Landsat 8 (разрешение 30 м) для получения пространственных оценок, ориентированных на локализацию проблемных участков, и даны рекомендации по уровню детализации мониторинговых наблюдений, в том числе с использованием данных ДЗЗ. Наиболее существенное значение параметра отклонения при детектировании деградационных процессов показали нормализованный разностный вегетационный индекс NDVI Green и индекс засоления, отзывчивый на состояние поверхности – CRSI. Величина разницы их значений для поля в целом и для проблемного участка, выраженная числом среднеквадратических отклонений, достигала 5,0 и 4,3 соответственно. Используемые в работе подходы позволили выявить и локализовать ряд проблемных участков, вместе с тем применение только косвенных показателей может быть неэффективным для диагностики реставрации засоления на ранних стадиях развития деградационных почвенных процессов.

SPACE LOCALIZATION OF THE SECONDARY SALINITY PLOTS ON PREVIOUS RICE MAN-CAUSED SYSTEMS

V. F. POPOVYCH, senior scientist,
Ye. A. DUNAIEVA, candidate of technical science, head of laboratory,
Research Institute of Agriculture of Crimea
(150 Kievskaya str., 295453, Simferopol; e-mail: water@crimea.com)

Keywords: salinization, satellite monitoring, vegetation index, Landsat, Crimea.

The paper presents the results of studies of the territory of former rice technogenic systems of the Crimea on the identification of signs of secondary salinization in the transition to rainfed system of farming, using the Earth remote sensing data (RS). The peculiarities of building of these systems, which were created about half a century ago in the majority on saline soils of different solonetzicity, and functioning in the current conditions, as well as the most probable causes of degradation soil processes on these lands are described. The aim of the work was to study indirect parameters that can characterize the factors of the processes of salinity restoration displaying and its possible temporal and spatial dynamics. Comparison of the sensitivity of 6 vegetation and 5 specialized indices, calculated from the satellite Landsat 8 data of 2–7 channels (resolution 30 m) for obtaining spatial estimates, focused on the localization of problem areas, and recommendations for detailisation of monitoring observations level, incl. using the remote sensing data, are given. The most significant value of the deviation parameter when detecting degradation processes, was shown by the normalized difference vegetation index NDVI Green and the salinity index, responsive to the surface state – CRSI. The difference in their values for the field as a whole and for the problem area, expressed by the number of standard deviations, reached 5.0 and 4.3, respectively. The approaches, used in the work, made it possible to identify and localize a number of problem areas; however, the use of only indirect indicators may not be effective for salinity restoration diagnostics in the early stages of degradation soil processes development.

Положительная рецензия представлена А. Ю. Мельничуком, доктором технических наук, заведующим кафедрой землеустройства и кадастра Крымского федерального университета им. В. И. Вернадского.

Рисовые системы в Крыму были построены более 50 лет назад в ходе строительства 1-й очереди Северо-Крымского канала (СКК) в приморской части Краснопереконского и Раздольненского районов, прилегающих к Каркинитскому заливу Черного моря в северо-западной части полуострова и на территориях Джанкойского, Нижнегорского и Советского районов, прилегающих к заливу Сиваш. В большинстве случаев для строительства рисовых систем использовались низкопродуктивные исходно засоленные земли. Общая площадь рисовых систем в Крыму превышала 33 тыс. га.

Исследования, проведенные в 1970-е гг. показали, что уже на период 15-летнего освоения рисовых севооборотов ранее засоленные почвы были существенно рассолены, а данные 2000-х гг. свидетельствовали о практически полной их промывке [1].

После прекращения водозабора в Крым по системе СКК возникла угроза реставрации засоления на части территории бывших рисовых оросительных систем. Анализ временной и пространственной динамики изменения почвенного плодородия на данных участках является актуальной задачей при определении устойчивости функционирования данных территорий с экосистемной точки зрения, так как, несмотря на то что возможные текущие деградационные почвенные процессы направлены к возврату почвенных свойств к сформированному тысячелетиями ранее устойчивому состоянию, переход от высокого уровня специализированного орошаемого земледелия (рентабельность возделывания риса в отдельные годы достигала 45 % и более, а урожайность на многих участках превышала 90 ц/га) к менее интенсивному богарному требует разработки адаптационных мероприятий, в том числе касающихся рациональной организации землепользования на этих территориях.

Цель и методика исследований. Целью исследования является оценка возможности задейст

вия вегетационных и специализированных индексов, полученных по результатам обработки данных дистанционного зондирования Земли, для локализации мест возникновения процессов реставрации засоления на бывших рисовых техногенных системах. Проведенные в 2015–2016 гг. исследования состояния почв бывших рисовых техногенных систем подтвердили переход почвогрунтов рисовых севооборотных систем Крыма (в результате практически полувековой промывки) в качественно новое состояние, с параметрами, свойственными незасоленным почвам, хотя уже в 2016 г. наблюдались признаки, которые могли характеризоваться как «предвестники» начала процесса возврата засоления [1]. Термин «техногенная» система используется для того, чтобы подчеркнуть, что, несмотря на переход к богарной системе земледелия, на этих территориях сохранена разбивка полей на чеки, а также сеть глубоких открытых водотоков, выполняющих в том числе дренажную функцию. Мониторинговые исследования динамики продуктивности посевов с использованием данных ДЗЗ территории бывших рисовых техногенных систем Крыма на уровне полей [2] подтвердили выводы экспедиции Почвенного института им. В. В. Докучаева.

Вместе с тем дополнительные выборочные наземные обследования 2017 г., проведенные ФГБУН «НИИСХ Крыма», а также данные текущего мониторинга Крымской гидрогеолого-мелиоративной экспедиции (Краснопереконская ГГМП) показали наличие высокой минерализации (выше 10 г/л) грунтовых вод на ряде участков, что при близком их залегании (менее 3 м) в засушливых условиях степной части Крымского полуострова является признаком, напрямую взаимосвязанным с засолением почвы. Поэтому основные задачи исследования заключались в определении параметров, основанных на данных ДЗЗ, позволяющих локализовать места возможного проявления процессов вторичного засоления за счет

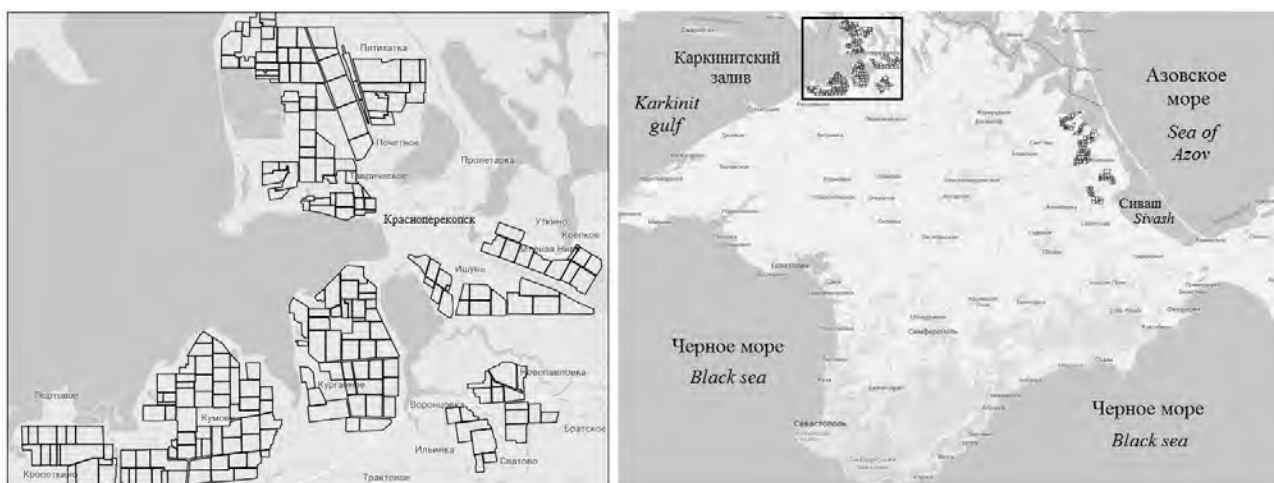


Рис. 1. Расположение рисовых техногенных систем на территории Крымского полуострова и территория зоны исследований
Fig. 1. Location of rice man-made systems on the territory of Crimean peninsula and area of investigations

Данные о спутниковых сценах Landsat, использованных для анализа (привязка по WRS2: path/row – 178/028)

Таблица 1

Table 1

Landsat scenes, applied for an analysis (data binding on WRS2: path/row – 178/028)

Спутник Satellite	Дата Date	Спутник Satellite	Дата Date
Landsat 5	05.05.2010	Landsat 8	16.05.2014
	06.06.2010		03.07.2014
	25.08.2010		19.05.2015
	24.05.2011		22.07.2015
	28.08.2011		21.05.2016
Landsat 7	06.04.2012		22.06.2016
	06.08.2012		22.04.2017
Landsat 8	27.04.2013		25.06.2017
	16.07.2013		27.07.2017

более детализированного анализа (на уровне чеков), а также задействовании более широкого спектра вегетационных и специализированных индексов.

Территориально ранее построенные рисовые системы в Крыму были большей частью приурочены к Прикаркинской (Раздольненский и Красноперкопский районы) и Присивашской низменностям (Джанкойский, Нижнегорский и Советский районы) в северо-западной и северо-восточной частях Крымского полуострова соответственно (рис. 1).

После прекращения водозабора и поступления водных ресурсов р. Днепр в Крым в 2014 г. водообеспеченность полуострова сильно уменьшилась, так как в период функционирования канала в течение вегетационного периода (апрель – октябрь) регион дополнительно получал от 3,5 (в советское время) до 1,3–1,5 км³ воды (2005–2013 гг.), которая использовалась в основном на цели орошения и питьевого водоснабжения.

Выборочная оценка постирригационного состояния ранее орошаемых водами Днепра севооборотных участков полевых культур и садов, начатая Почвенным институтом им. В. В. Докучаева в 2015 г. [3], выявила ряд характерных изменений почвенных параметров, связанных со спецификой солевого состава воды Днепра и его изменением при транспортировке по магистральному каналу и разводящей сети до полевого участка в условиях жаркого климата. Изменения в большинстве случаев не очень существенны, с возможной корректировкой их агрохимическими способами. Вместе с тем территории бывших рисовых техногенных систем оказались более уязвимыми (в смысле вероятности возникновения деградационных процессов), особенно поля и участки полей, расположенные близко к береговой линии моря и имеющие минимальные абсолютные отметки.

Изучению возможностей анализа почвенных деградационных процессов с использованием данных ДЗЗ уделяется все больше внимания как в РФ, так и за рубежом [4, 5, 6, 7]. Особенностью данной работы является попытка задействования этих данных для

выявления и пространственной локализации процессов реставрации засоления на базе анализа информации по участкам полей, имеющих чековую структуру, при средней площади чека 2,5–3 га.

Для определения отметок поверхности земли при выборочном обследовании использовались данные нивелировки, а при пространственном анализе – материалы миссии SRTM [8]. С учетом прямой взаимосвязи уровня засоленности почв с минерализацией грунтовых вод (при их близком залегании) на данном этапе исследований во время полевых работ проводилось измерение уровня грунтовых вод в скважинах ручного бурения и измерение уровня их минерализации с использованием полевого кондуктометра.

Создание векторных масок полей рисовых техногенных севооборотных участков и их чековой структуры, а также анализ спутниковой информации проводились с задействованием инструментария открытого программного обеспечения ГИС и обработки спутниковых изображений (QGIS, версия 2.14; ILWIS, версия 3.8).

Данные спутников Landsat 5 (2010–2011 гг.), Landsat 7 (2012 г.) и Landsat 8 (2013 г.) использованы для идентификации полей с возделыванием риса в рисовом севообороте для проверки того, что на полях с сохранившейся чековой инфраструктурой рис продолжал выращиваться в период 2010–2013 гг. (доля риса в различных севооборотах в отдельные годы колебалась от 30 до 70 %). Для анализа ситуации в период 2014–2017 гг. использованы данные сенсора OLI спутника Landsat 8 (табл. 1).

Поскольку на территории бывших рисовых техногенных систем Крыма процесс реставрации засоления находится в начальной стадии, в настоящем исследовании проведен сравнительный анализ использования для целей локализации участков возможного вторичного засоления комплекса индексов, входящих в типовой набор обработанных данных спутника Landsat 8 [9]. Эти индексы используются в стандартных определениях и выгружены из баз данных с открытым доступом USGS по материалам

Таблица 2
Оценки применимости различных индексов для локализации мест реставрации засоления
(на примере чека, п. 5, севооборот 3, ООО «Штурм Перекопа»)

Table 2
Evaluation of set of indexes applicability for localization of areas of salinity restoration
(by the example of field 5, rotation 3, «Shturm Perekopa» LTD)

Индекс Index	22.07.2015, подсолнечник sunflower			21.05.2016, яровой ячмень spring barley			25.06.2017, подсолнечник sunflower			27.07.2017, подсолнечник sunflower		
	Среднее Average		z	Среднее Average		z	Среднее Average		z	Среднее Average		z
	Поле Field	Чек Check		Поле Field	Чек Check		Поле Field	Чек Check		Поле Field	Чек Check	
NDVI	0,812	0,759	3,5	0,781	0,794	0,4	0,602	0,459	3,5	0,497	0,451	2,3
EVI	0,734	0,615	3,3	0,596	0,614	0,4	0,431	0,329	3,4	0,368	0,332	1,9
SAVI	0,632	0,549	3,3	0,535	0,548	0,4	0,407	0,314	3,2	0,334	0,301	2,2
MSAVI	0,670	0,564	3,3	0,548	0,564	0,3	0,391	0,291	3,0	0,312	0,277	2,2
NDMI	0,456	0,386	3,0	0,449	0,466	0,4	0,175	0,059	3,0	0,140	0,082	2,2
NBR	0,718	0,650	2,7	0,665	0,681	0,4	0,382	0,210	3,2	0,353	0,263	2,6
NBR2	0,392	0,355	1,9	0,312	0,316	0,2	0,225	0,153	3,1	0,225	0,186	3,0
NDVI Green	0,715	0,660	5,0	0,691	0,703	0,4	0,602	0,459	3,5	0,497	0,451	2,3
GDVI	0,978	0,962	4,0	0,968	0,973	0,4	0,596	0,497	3,8	0,493	0,466	1,8
CRSI	0,877	0,860	4,3	0,865	0,867	0,3	0,851	0,810	4,1	0,782	0,766	2,7
SI	0,304	0,273	3,4	0,247	0,248	0,1	0,319	0,337	1,3	0,247	0,248	0,1

высокоуровневой обработки или рассчитывались для информации каналов, откорректированной на уровень земной поверхности [10].

Индексы определены по следующим зависимостям (в формулах используются данные 2–7-го («B2»... «B7») каналов спутника с соответствующими значениями числовых параметров): нормализованный разностный вегетационный индекс (Normalized Difference Vegetation Index, NDVI), $NDVI = (B5 - B4) / (B5 + B4)$; усовершенствованный вегетационный индекс (Enhanced Vegetation Index, EVI), $EVI = 2,5 \times (B5 - B4) / (B5 + 6 \times B4 - 7,5 \times B2 + 1)$; почвенно-адаптированный вегетационный индекс (Soil Adjusted Vegetation Index, SAVI), $SAVI = 1,5 \times (B5 - B4) / (B5 + B4 + 0,5)$; модифицированный почвенно-адаптированный вегетационный индекс или индекс растительности с коррекцией по почве (Modified Soil Adjusted Vegetation Index, MSAVI), $MSAVI = (2 \times B5 + 1 - ((2 \times B5 + 1)^2 - 8 \times (B5 - B4))^{0,5}) / 2$; нормализованный разностный индекс влаги (Normalized Difference Moisture Index, NDMI), $NDMI = (B5 - B6) / (B5 + B6)$; нормализованный индекс гарей (Normalized Burn Ratio, NBR), $NBR = (B5 - B7) / (B5 + B7)$ и нормализованный индекс гарей 2 (Normalized Burn Ratio 2, NBR2), $NBR2 = (B6 - B7) / (B6 + B7)$.

При этом необходимо отметить, что ряд вегетационных индексов ранее был разработан или предложен для использования в качестве более специализированных (не вегетационных) индексов. Например, нормализованный разностный инфракрасный индекс (Normalized Difference Infrared Index, NDII

[11]) и нормализованный разностный водный индекс (Normalized Difference Water Index, NDWI [12]) имеют альтернативную аббревиатуру и наименования, хотя рассчитываются аналогично NDMI.

Дополнительные индексы, имеющие согласно литературным источникам высокий уровень связи с параметрами почвенного засоления, определены по следующим формулам: нормализованный разностный зеленый вегетационный индекс (Normalized Difference Vegetation Index Green, NDVI Green [13]), $NDVI Green = (B5 - B3) / (B5 + B3)$; обобщенный разностный вегетационный индекс (Generalized Difference Vegetation Index, GDVI [14]), $GDVI = (B5^2 - B4^2) / (B5^2 + B4^2)$; индекс засоления, отзывчивый на состояние поверхности (Canopy Response Salinity Index, CRSI [15]), $CRSI = ((B5 \times B4 - B3 \times B2) / (B5 \times B4 - B3 \times B2))^{0,5}$; индекс засоления (Salinity Index, SI [6]), $SI = B5 \times B4 / B3$.

Результаты исследований. Оценка уровня изменений, происшедших на ранее орошаемых рисовых техногенных системах, выполненная с использованием набора косвенных показателей (индексов), основанных на данных ДЗЗ, позволила выявить закономерности их пространственной вариации по территории.

На ранее исходно засоленных почвах бывших рисовых техногенных систем определены зоны повышенного риска возникновения деградационных процессов (расстояние от моря менее 1000 м и абсолютная отметка не более 3 м) и проведено их более детальное картирование с выделением границ чек (в том числе для каждого чека определена средняя отметка по результатам обработки данных

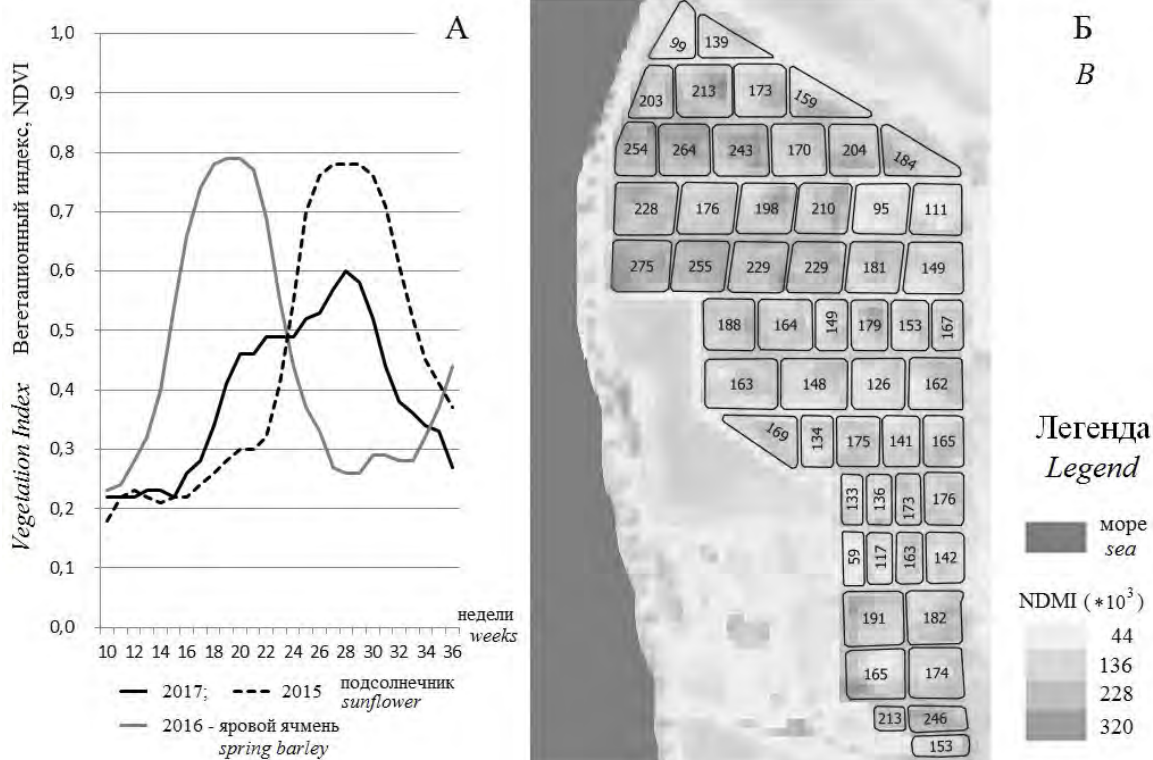


Рис. 2. Варьирование NDVI по годам (А, данные MODIS, сервис «Вега-Science») и значения NDMI по данным спутника Landsat 8 за 25.06.2017 г. (Б, поле № 5, с/о 3)
Fig. 2. Variation of NDVI by the years (A, MODIS data, service «Vega-Science») and NDMI values by Landsat 8 for 25.06.2017 (B, field No 5, rotation 3)

STRM [8]). Для всех полей, попавших в зону риска, в том числе для каждого чека внутри поля, проведен расчет всего перечня рассматриваемых в работе индексов, включая значения параметров их варьирования. В качестве оценки величины отклонения средних значений параметра по чеку от среднего значения по полю принята величина отклонения среднего значения индекса по полю k_p и по чеку k_{ch} в единицах среднеквадратического отклонения для всего поля σ_n ($z = |(k_p - k_{ch}) / \sigma_n|$).

График варьирования NDVI по годам (построенный по данным сервиса «Вега-Science», ИКИ РАН [16]) показывает сдвиг, характеризующий сравнительную разницу в сроках онтогенеза, связанную в первую очередь с уровнем влагообеспеченности посевов подсолнечника в 2015 и 2017 гг. (рис. 2А), а картирование средних по чекам значений индекса NDMI показывает варьирование данного параметра внутри поля, позволяющее в сравнении с осредненными характеристиками для всего поля выявить участки с существенными отклонениями и локализовать их для проведения более детальных натурных наблюдений (рис. 2Б, значения параметра для наглядности умножены на 10^3).

Пример результатов оценки применимости различных индексов для локализации мест возможной реставрации засоления приведен в табл. 2 (картирование индекса NDMI для данного чека см. на рис. 2Б). Для всех приведенных индексов более существен-

ные отклонения наблюдались в период интенсивного нарастания биомассы подсолнечника или в период близкий к максимальному ее значению (см. рис. 2А и табл. 2, данные за 2017 г.).

Подсолнечник, учитывая его возможность отбирать воду из глубоких слоев почвы, является хорошим индикатором уровня минерализации грунтовых вод (24,2 г/л на 30 августа 2017 г. для анализируемого в табл. 2 чека), которые при их близком залегании и высокой минерализации стимулируют соленакопление в зоне испарения в верхних слоях почвы. Анализ значений параметров, приведенных в таблице, показывает, что большинство из апробированных индексов могут быть задействованы в качестве критериев для оценки величины отклонения биопродуктивности на участке от поля в целом, что может служить одним из показателей локализации участков начала более интенсивных процессов деградации. В более влажном 2015 г. максимальные расчетные значения отклонений получены при использовании индекса NDVI Green, а в более сухом 2017 г. – CRSI (для снимка за 25 июня 2017 г.).

Выборочные натурные обследования зоны более вероятного риска возникновения деградационных почвенных процессов показали неоднозначные результаты взаимосвязи данных ДЗЗ с уровнем минерализации подземных вод и биопродуктивностью посевов. Анализ данных, приведенных на рис. 3 и в табл. 3, показывает отсутствие (по состоянию на

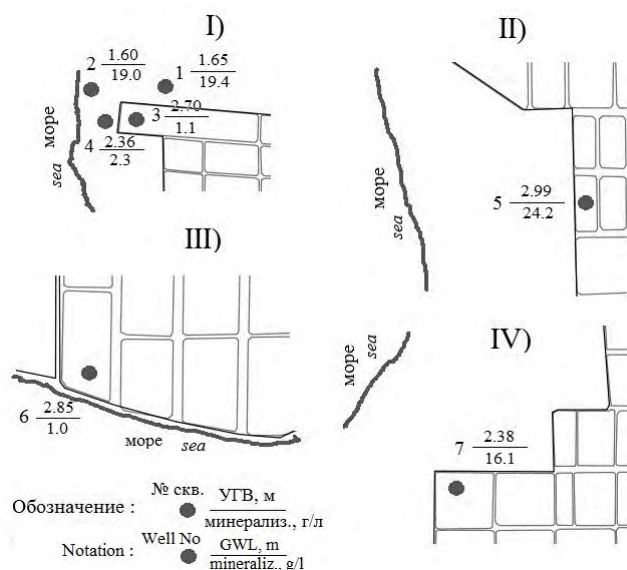


Рис. 3. Расположение пилот-участков и скважин выборочного мониторинга, 2017 г. (границы: — полей; – чеков)
Fig. 3. Pilot-areas and wells location of sampling monitoring, 2017 (boundary: — fields; – checks)

Таблица 3
Данные выборочных наблюдений по скважинам за 2017 г.
Table 3
Data on sampling observations by wells, 2017

Скважина, номер Well, number	Минерализация, г/л Mineralization, g/l	Расстояние от моря, м Distance from the sea, m	Отметка поверхности земли, м Altitude, m	Уровень грунтовых вод, м Ground water level, m	Примечание Notes
1	19,4	160	1,40	1,65	целина (солонец) virgin land (solonetz)
2	19,0	70	1,41	1,60	целина (солонец) virgin land (solonetz)
3	1,1	195	1,19	2,70	в чеке at the check
4	2,3	140	1,23	2,36	целина virgin land
5	24,2	710	1,8*	2,99	в чеке at the check
6	1,0	95	1,98	2,85	в чеке at the check
7	16,1	580	1,89	2,38	в чеке at the check

* средняя отметка на поле по данным SRTM, м
* average altitude by SRTM data, m

2017 г.) прямой связи между расстоянием от моря и абсолютной отметкой поверхности земли с уровнем минерализации грунтовых вод и состоянием биопродуктивности посевов. Грунтовая вода в скважине № 3, пробуренной на расстоянии 195 м от берега моря в чеке, является практически пресной (минерализация воды, М = 1,1 г/л, август 2017 г.), при высокой минерализации в скважинах № 1 и № 2, расположенных на почвах, представленных целинным солонцовым комплексом (М = 19 г/л). В скважине № 6, находящейся в чеке на расстоянии 95 м от берега, грунтовые воды – пресные (М = 1 г/л).

Примеры обнаруженных на значительном удалении от моря участков с высокой минерализацией грунтовых вод говорят о существенном влиянии на почвенные процессы прочих факторов (например,

динамики локальных грунтовых потоков, периодического подтопления нагонными морскими водами по системе сбросных каналов), а также «маскирующем» влиянии на биопродуктивность солеустойчивости ряда культур (яровой ячмень, скважина № 5 в 2016 г., см. рис. 2А и табл. 2) и использовании в практике земледелия паровых полей (скважина № 7, 2017 г.).

При этом в чеке, расположенном более удаленно от берега моря (скважина № 5, расстояние от уреза воды – 710 м), минерализация грунтовых вод существенно превышает нижнюю границу соленых вод и составляла 24,2 г/л (август 2017 г.), что существенно снизило биопродуктивность посевов подсолнечника в данном чеке и хорошо детектировалось как вегетационными, так и специализированными индексами.

Скважина № 7 расположена на поле, на котором в 2017 г. выращивался озимый рапс (предшественник — пар). Несмотря на высокую минерализацию грунтовых вод (16,1 г/л), косвенные методы мониторинга не показали отличия данного участка от поля в целом.

Для выявления основных действующих факторов и оценки динамики развития деградационных процессов в зоне риска на ранее орошаемых рисовых техногенных системах и разработки мероприятий по снижению уровня их воздействия на плодородие почв и эффективность ведения сельскохозяйственного производства на этих землях необходимо продолжить и углубить исследования с задействованием как информации наземных мониторинговых наблюдений производственных организаций, так и сведений исследовательских экспедиций и материалов обработки данных ДЗЗ.

Выводы. Проведенные в рамках работы исследования показали, что на четвертый год после прекращения водоподачи на рисовые техногенные системы Крыма (2014–2017 гг.) наблюдаются отдельные очаги деградационных почвенных процессов с существенным снижением уровня продуктивности сельскохозяйственных культур.

При этом косвенные индексы показывают, что эти процессы на некоторых участках детектируются

уже с 2015 г. Уровень снижения биопродуктивности позволяет выявить такие участки с задействованием как чисто вегетационных спутниковых индексов (NDVI, SAVI, NDVI Green), так и специализированных (NDMI, CRSI).

Использованные в работе методы на текущем этапе исследований не показали прямой зависимости между близостью границ полей к берегу моря, глубиной залегания грунтовых вод и интенсивностью проявления деградационных процессов.

Выращивание в зоне риска (отметки поверхности земли около 3 м и менее, близость к урезу морского побережья) сельскохозяйственных культур с высоким уровнем водопотребления и глубокой корневой системой (например, подсолнечника) может провоцировать ускорение процесса возврата засоления на бывших рисовых техногенных системах, построенных на ранее исходно засоленных землях.

Применение только инструментария ДЗЗ на первом этапе диагностики мест локализации границ деградационных процессов не может быть оправданным ввиду влияния на оценочные показатели типа выращиваемой сельскохозяйственной культуры, а также ротации севооборота, включая использование паровых полей.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ и Министерства образования, науки и молодежи Республики Крым в рамках научного проекта № 16-44-910779 p_a.

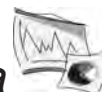
Литература

1. Хитров Н. Б., Роговнева Л. В., Добрицкая Е. Ю., Дунаева Е. А., Кириленко Н. Г., Попович В. Ф. Солевое состояние рисовой системы севера Крыма после прекращения подачи воды // Таврический вестник аграрной науки. 2016. № 3. С. 140–154.
2. Попович В. Ф. Система мониторинга почвенного плодородия, режима и минерализации грунтовых вод на бывших рисовых техногенных системах в Крыму // Таврический вестник аграрной науки. 2017. № 2. С. 133–144.
3. Хитров Н. Б., Роговнева Л. В., Дунаева Е. А., Попович В. Ф., Паштецкий В. С., Клименко О. Е. Постирригационное состояние пахотных почв степного Крыма // Таврический вестник аграрной науки. 2016. № 1. С. 91–110.
4. Савин И. Ю., Отаров А., Жоголев А. В., Ибраева М. А., Дуйсеков С. Выявление многолетних изменений площади засоленных почв Шаульдерского орошаемого массива по космическим снимкам Landsat // Бюллетень Почвенного института им. В. В. Докучаева. 2014. Вып. 74. С. 49–65.
5. Allbed A., Kumar L. Soil Salinity Mapping and Monitoring in Arid and Semi-Arid Regions Using Remote Sensing Technology: A Review // Advances in Remote Sensing. 2013. № 2. P. 373–385. URL : <http://dx.doi.org/10.4236/ars.2013.24040> (дата обращения: 05.12.2017).
6. Elhag M., Bahrawi J.A. Soil salinity mapping and hydrological drought indices assessment in arid environments based on remote sensing techniques // Geosci. Instrum. Method. Data Syst. 2017. № 6. P. 149–158. URL : <https://www.geosci-instrum-method-data-syst.net/6/149/2017/gi-6-149-2017.pdf> (дата обращения: 05.12.2017).
7. Ivushkin K., Bartholomeus H., Bregt A. K., Pulatov A. Satellite thermography for soil salinity assessment of cropped areas in Uzbekistan // Land Degrad. Develop. 2017. № 28. P. 870–877. URL : <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ldr.2670/pdf> (дата обращения: 06.12.2017).
8. Методология обработки данных SRTM // SRTM Data Processing Methodology. URL : <http://srtm.csi.cgiar.org/SRTMdataProcessingMethodology.asp> (дата обращения: 08.01.2018).
9. Landsat Spectral Indices Product Guide. Version 3.6. 2017. 31 p. // URL : https://landsat.usgs.gov/sites/default/files/documents/si_product_guide.pdf (дата обращения: 04.12.2017).
10. Vermote E., Justice C., Claverie M., Franch B. Preliminary analysis of the performance of the Landsat 8/OLI land surface reflectance product // Remote Sensing of Environment. 2016. № 185. P. 46–56.

11. Sriwongsitanon N., Gao H., Savenije H. H. G., Maekan E., Saengsawang S., Thianpopirug S. Comparing the Normalized Difference Infrared Index (NDII) with root zone storage in a lumped conceptual model // *Hydrology and Earth System Sciences*. 2016. № 20. P. 3361–3377. doi:10.5194/hess-20-3361-2016.
12. Li W., Du Z., Ling F., Zhou D., Wang H., Gui Y., Sun B., Zhang X. A Comparison of Land Surface Water Mapping Using the Normalized Difference Water Index from TM, ETM+ and ALI // *Remote Sensing*. 2013. № 5. P. 5530–5549. doi:10.3390/rs5115530.
13. Pastor-Guzman J., Atkinson P. M., Dash J., Rioja-Nieto R. Spatiotemporal Variation in Mangrove Chlorophyll Concentration Using Landsat 8 // *Remote sensing*. 2015. № 7. P. 14530–14558. doi: 10.3389/rs71114530.
14. Wu W. The generalized difference vegetation index (GDVI) for dryland characterization // *Remote Sens*. 2014. № 6 (2). P. 1211–1233. doi: 10.3390/rs6021211.
15. Scudiero E., Skaggs T. H., Corwin D. L. Regional-scale soil salinity assessment using Landsat ETM+ canopy reflectance // *Remote Sens. Environ*. 2015. № 169. P. 335–343.
16. Барталев С. А., Егоров В. А., Жарко В. О., Лупян Е. А., Плотников Д. Е., Хвостиков С. А., Шабанов Н. В. Спутниковое картографирование растительного покрова России. М. : ИКИ РАН, 2016. 208 с.

References

1. Khitrov N. B., Rogovneva L. V., Dobritskaya E. Yu., Dunaeva E. A., Kirilenko N. G., Popovich V. F. Salt state of rice system at the North of Crimea after the cease offtake // *Taurida herald of agrarian science*. 2016. No. 3. P. 140–154.
2. Popovych V. F. Monitoring system of soil fertility, ground water mineralization and regime on previous rice man-caused systems in the Crimea // *Taurida herald of agrarian science*. 2017. No. 2. P. 133–144.
3. Khitrov N. B., Rogovneva L. V., Dunaieva Ie. A., Popovych V. F., Pashtetskyi V. S., Klimenko O. E. Post-irrigated state of arable soils of steppe Crimea // *Taurida herald of agrarian science*. 2016. No. 1. P. 91–110.
4. Savin I. Yu., Otarov A., Zhogolev A. V., Ibraeva M. A., Duisekov S. Long-term changes in the area of saline soils recognized by Landsat images in Shauldersk irrigated massive // *Bulletin of soil inst. named V. V. Dokuchaev*. 2014. Is. 74. P. 49–65.
5. Allbed A., Kumar L. Soil Salinity Mapping and Monitoring in Arid and Semi-Arid Regions Using Remote Sensing Technology: A Review // *Advances in Remote Sensing*. 2013. No. 2. P. 373–385. URL : <http://dx.doi.org/10.4236/ars.2013.24040> (reference date: 05.12.2017).
6. Elhag M., Bahrawi J.A. Soil salinity mapping and hydrological drought indices assessment in arid environments based on remote sensing techniques // *Geosci. Instrum. Method. Data Syst*. 2017. No. 6. P. 149–158. URL : <https://www.geosci-instrum-method-data-syst.net/6/149/2017/gi-6-149-2017.pdf> (reference date: 05.12.2017).
7. Ivushkin K., Bartholomeus H., Bregt A. K., Pulatov A. Satellite thermography for soil salinity assessment of cropped areas in Uzbekistan // *Land Degrad. Develop*. 2017. No. 28. P. 870–877. URL : <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ldr.2670/pdf> (reference date: 06.12.2017).
8. SRTM Data Processing Methodology // URL : <http://srtm.csi.cgiar.org/SRTMdataProcessingMethodology.asp> (reference date: 08.01.2018).
9. Landsat Spectral Indices Product Guide. Version 3.6. 2017. 31 p. // URL : https://landsat.usgs.gov/sites/default/files/documents/si_product_guide.pdf (reference date: 04.12.2017).
10. Vermote E., Justice C., Claverie M., Franch B. Preliminary analysis of the performance of the Landsat 8/OLI land surface reflectance product // *Remote Sensing of Environment*. 2016. No. 185. P. 46–56.
11. Sriwongsitanon N., Gao H., Savenije H. H. G., Maekan E., Saengsawang S., Thianpopirug S. Comparing the Normalized Difference Infrared Index (NDII) with root zone storage in a lumped conceptual model // *Hydrology and Earth System Sciences*. 2016. No. 20. P. 3361–3377. doi:10.5194/hess-20-3361-2016.
12. Li W., Du Z., Ling F., Zhou D., Wang H., Gui Y., Sun B., Zhang X. A Comparison of Land Surface Water Mapping Using the Normalized Difference Water Index from TM, ETM+ and ALI // *Remote Sensing*. 2013. No. 5. P. 5530–5549. doi:10.3390/rs5115530.
13. Pastor-Guzman J., Atkinson P. M., Dash J., Rioja-Nieto R. Spatiotemporal Variation in Mangrove Chlorophyll Concentration Using Landsat 8 // *Remote sensing*. 2015. No. 7. P. 14530–14558. doi: 10.3389/rs71114530.
14. Wu W. The generalized difference vegetation index (GDVI) for dryland characterization // *Remote Sens*. 2014. No. 6 (2). P. 1211–1233. doi: 10.3390/rs6021211.
15. Scudiero E., Skaggs T. H., Corwin D. L. Regional-scale soil salinity assessment using Landsat ETM+ canopy reflectance // *Remote Sens. Environ*. 2015. No. 169. P. 335–343.
16. Bartalev S., Egorov V., Zharko V., Loupian E., Plotnikov D., Khvostikov S., Shabanov N. Land cover mapping over Russia using Earth observation data. М. : Russian Academy of Sciences, Space Research Institute, 2016. 208 p.



ВОПРОСЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО КОНТРОЛЯ (НАДЗОРА) В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ (НА ПРИМЕРЕ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ)

Б. А. ВОРОНИН, доктор юридических наук, профессор, заведующий кафедрой,
О. Г. ЛОРЕТЦ, доктор биологических наук, профессор, врио ректора,
Уральский государственный аграрный университет
(620075, г. Екатеринбург, ул. К. Либкнехта, д. 42),
И. А. ТУХБАТОВ, доктор сельскохозяйственных наук, доцент,
руководитель Управления Россельхознадзора по Свердловской области
(620027, г. Екатеринбург, ул. Грузчиков, 4)

Ключевые слова: сельское хозяйство, Россельхознадзор, государственный контроль (надзор), Свердловская область.

Снижение административной нагрузки на субъекты аграрного предпринимательства предполагает сокращение количества контрольно-надзорных мероприятий по проверке юридических и физических лиц, занимающихся производством сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия. Вместе с тем анализ фактического положения дел в сфере сельского хозяйства свидетельствует, что не все предприниматели соблюдают требования к качеству и безопасности производимой продукции. Это можно проследить по информации Управления Россельхознадзора по Свердловской области за 2017 г., изложенной в настоящей статье. Анализ проведен по результатам контрольно-надзорной деятельности в сфере ветеринарного надзора, карантинного фитосанитарного контроля, в сфере обеспечения качества и безопасности зерна и продуктов его переработки, в области семенного контроля, в сфере государственного земельного надзора.

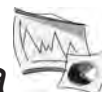
ISSUES OF IMPROVEMENT OF STATE CONTROL (SUPERVISION) IN AGRICULTURE (ON THE EXAMPLE OF SVERDLOVSK REGION)

B. A. VORONIN, doctor of juridical sciences, professor, head of the department,
O. G. LORETZ, doctor of biological sciences, professor, acting rector,
Ural State Agrarian University
(42 K. Libknehta str., 620075, Ekaterinburg),
I. A. TUHBATOV, doctor of agricultural sciences, associate professor,
head of the Rosselkhozndzor Department in the Sverdlovsk region
(4 Gruzchikov str., 620027, Ekaterinburg)

Keywords: agriculture, Rosselkhozndzor, state control (supervision), Sverdlovsk region.

Reducing the administrative burden on the subjects of agricultural entrepreneurship involves reducing the number of control and supervision measures to verify legal entities and individuals engaged in the production of agricultural products, raw materials and food. However, the analysis of the actual state of Affairs in the field of agriculture shows that not all entrepreneurs comply with the requirements for the quality and safety of products. It is possible to trace the information of the Rosselkhozndzor Department in the Sverdlovsk region for 2017 outlined in this article. The analysis is carried out by results of control and supervision activity in the field of veterinary supervision, quarantine phytosanitary control, in the field of quality assurance and safety of grain and grain products, in the field of seed control, in the field of state land supervision.

Положительная рецензия представлена А. Н. Митиным, доктором экономических наук, профессором Уральского государственного юридического университета.



Цель и методика исследования. Цель настоящего исследования — анализ имеющейся информации Управления Россельхознадзора по Свердловской области о результатах контрольно-надзорной деятельности за 2017 г.

Исследование проводилось методами: экономического анализа, группировки данных, обобщения.

Результаты исследований

Правовой основой деятельности в области ветеринарии в настоящее время является Федеральный закон от 13 июля 2015 г. № 243-ФЗ «О внесении изменений в Закон Российской Федерации „О ветеринарии“ и отдельные законодательные акты Российской Федерации» [1], которым установлены требования по предупреждению, выявлению и пресечению нарушений ветеринарных норм и правил.

В сфере ветеринарного надзора в 2017 г. в Свердловской области было проведено 439 контрольно-надзорных мероприятий, выявлено 612 нарушений ветеринарного законодательства Российской Федерации и Евразийского экономического союза, из них 143 нарушения в пункте пропуска ветеринарного контроля «Аэропорт „Кольцово“». Кроме того, выдано с начала года 15 предупреждений, 43 предостережения, приостановлена деятельность одного сельскохозяйственного предприятия по ч. 8.1 ст. 19.5 КоАП РФ. За отчетный период проведено 46 обследований хозяйствующих субъектов на соответствие требованиям III–IV компартмента, 21 организации отказано в получении.

Во исполнение приказа Россельхознадзора от 17 октября 2017 г. № 1000 проверено 10 общественных охотничьих организаций, в составе которых 101 охотничье угодье, по результатам выдано 25 предостережений, два предписания, два протокола.

С целью проведения мероприятий по установлению санитарно-защитных зон, установлению собственников сибиреязвенных захоронений и приведению их в надлежащее ветеринарно-санитарное состояние в 2017 г. проведено комиссионное обследование 30 сибиреязвенных скотомогильников, расположенных на территории Свердловской области. Следует отметить, что на территории области имеется 72 сибиреязвенных скотомогильника, из них 25 с определением эпидемиологической безопасности территории.

В области обращения лекарственных препаратов для ветеринарного применения (лицензионный контроль) проведено 23 проверки. Выявлено 26 нарушений, оформлено семь предписаний об устранении выявленных нарушений лицензионных требований, составлено шесть протоколов об административных правонарушениях, которые направлены на рассмотрение в суды.

В рамках контроля качества отобрано 64 образца лекарственных препаратов для ветеринарного

применения. В шести образцах выявлено несоответствие лекарственного препарата установленным требованиям, снято с реализации и изъято из оборота 72 единицы недоброкачественных лекарственных препаратов для ветеринарного применения.

С целью мониторинга качества и безопасности пищевых продуктов за 2017 г. отобрано 1258 проб пищевой продукции. Исследования проводились в ФГБУ «ВГНКИ», ФГБУ «НЦБРП», ФГБУ «Свердловский РЦ», ФГБУ «Челябинская МВЛ». В 114 пробах (9 %) выявлены положительные результаты исследования.

Должностными лицами Управления прекращено действие трех деклараций о соответствии продукции животного происхождения, одна приостановлена по причине несоответствия техническим регламентам.

За 2017 г. поступило 3630 заявлений от хозяйствующих субъектов с целью регистрации в ФГИС «Меркурий».

Поступило 53 заявки от хозяйствующих субъектов на проведение обследования для получения права на экспорт продукции в зарубежные страны. Отклонено шесть заявок по причине дублирования, а также непредоставления информации о выпускаемой продукции.

Правовое регулирование в сфере карантинного фитосанитарного контроля осуществляется на основе норм Федерального закона от 21 июля 2014 г. № 206-ФЗ «О карантине растений» [2], а также подзаконных нормативных правовых актов, таких как:

приказ Министерства сельского хозяйства РФ от 29 декабря 2010 г. № 456 «Об утверждении Правил обеспечения карантина растений при ввозе подкарантинной продукции на территорию Российской Федерации, а также при ее хранении, перевозке, транспортировке, переработке и использовании» [3];

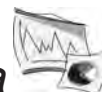
решение комиссии Таможенного союза от 18 июня 2010 г. № 318 «Об обеспечении карантина растений в Евразийском экономическом союзе» [4];

приказ Министерства сельского хозяйства РФ от 29 августа 2008 г. № 414 «Об организации проведения работ по обеззараживанию подкарантинных объектов» [5];

приказ Министерства сельского хозяйства РФ от 22 апреля 2009 г. № 160 «Об утверждении Правил проведения карантинных фитосанитарных обследований» [6].

И это далеко не исчерпывающий перечень правовых актов в рассматриваемой сфере.

Что касается деятельности Управления Россельхознадзора за 2017 г., то в Свердловской области проведено 671 контрольно-надзорное мероприятие, рассмотрено более 300 тыс. т подкарантинной продукции, при этом выявлено 487 нарушений, в том числе в пункте пропуска через Государственную границу



РФ 156 нарушений порядка ввоза подкарантинной продукции на территорию Российской Федерации.

Во исполнение постановления Правительства РФ по реализации Указа Президента РФ от 6 августа 2014 г. № 560 «О применении отдельных специальных мер в целях обеспечения безопасности РФ» проведено 36 контрольных мероприятий, в ходе которых должностными лицами Управления изъято и уничтожено санкционной продукции в количестве 37,092 т.

В пункте пропуска ФКП «Аэропорт „Кольцово“» при досмотре импортных грузов, багажа и ручной клади пассажиров выявлена подкарантинная продукция, не отвечающая фитосанитарным требованиям РФ, в количестве 3,27 т и более 13 тыс. шт. Обнаружено шесть карантинных объектов в 93 случаях. Задержанная и зараженная подкарантинная продукция уничтожена.

На складах временного хранения в результате проведенного карантинного фитосанитарного контроля томатов выявлен карантинный вредитель – Южно-американская томатная моль. Зараженная продукция в количестве 20,175 т обеззаражена.

При осуществлении карантинного фитосанитарного контроля подкарантинной продукции, ввезенной из стран Таможенного союза (Республики Беларусь, Республики Казахстан, Киргизской Республики и Армении), при досмотре около 30 тыс. т и 536 тыс. шт. подкарантинной продукции выявлено 18 нарушений законодательства Российской Федерации.

В системе «Аргус-Фито» за 2017 г. оформлено 3152 акта государственного карантинного фитосанитарного контроля, 19 263 фитосанитарных сертификата, 5217 карантинных сертификатов.

При ввозе продукции импортного и отечественного происхождения на территорию Свердловской области из других регионов России в 75 случаях выявлено восемь карантинных объектов в 398 т, 1,2 тыс. шт., 14,8 тыс. пакетов зараженной или засоренной подкарантинной продукции.

За 2017 г. должностными лицами Управления проведено 158 контрольных карантинных фитосанитарных обследований на выявление карантинных объектов на 15 перерабатывающих предприятиях, на площади 12,3 тыс. га сельскохозяйственных угодий. В 39 случаях подтверждено заражение западным цветочным трипсом.

На карантинных вредителей леса обследовано 75 лесоперерабатывающих предприятий и 83 094 м³ лесоматериалов. В 58 случаях выявлено четыре карантинных вида усачей рода *Monochamus*, в 193 случаях обнаружены бабочки непарного и сибирского шелкопряда. В связи с выявлением очагов усача черного соснового наложен карантин и установлена карантинная фитосанитарная зона общей площадью 228,9 тыс. га.

Особое внимание уделяется качеству и безопасности зерна и продуктов его переработки. Контрольно-надзорные мероприятия в этой сфере осуществляются на основе нормативных правовых актов, среди которых Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 015/2011 г. «О безопасности зерна» [7].

В сфере обеспечения качества и безопасности зерна и продуктов его переработки в 2017 г. в Свердловской области проведено 164 контрольно-надзорных мероприятия. Объем проинспектированного зерна и продуктов его переработки при проведении контрольно-надзорных мероприятий составил около полумиллиона тонн, из которых выявлено 6 тыс. т, не соответствующих требованиям нормативных документов.

В рамках мониторинга с целью контроля за качеством и безопасностью поднадзорной продукции отобрано 165 контрольных образцов, в том числе 70 от зерна и 95 от крупы. По зерну процент выявления некачественной продукции составил 8,6 %, а по пищевой продукции – 36,8 % не соответствует требованиям нормативных документов.

Выявлено 60 нарушений обязательных требований законодательства в сфере качества и безопасности зерна, 14 из которых допущены юридическими лицами, 44 – должностными лицами и два – индивидуальными предпринимателями.

Выдано 17 предписаний об устранении выявленных нарушений, три представления об устранении причин и условий, способствовавших совершению административного правонарушения, два предостережения в порядке, предусмотренном требованиями ФЗ № 294-ФЗ.

В установленном порядке прекращено действие 23 деклараций о соответствии.

Требования в области семеноводства определены нормами Федерального закона от 17 декабря 1997 г. № 149-ФЗ «О семеноводстве» [8] и специальными нормативными правовыми актами, среди них:

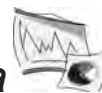
Инструкция по апробации сортовых посевов, 1995 г.;

Положение о деятельности государственных инспекторов в области семеноводства сельскохозяйственных растений и Положение о сортовом и семенном контроле с/х растений в РФ, утв. постановлением Правительства РФ от 15 октября 1998 г. № 1200 [9];

Положение о порядке аккредитации апробаторов сортовых посевов сельскохозяйственных растений, утвержденное приказом МСХ и Правительства РФ от 6 октября 1999 г. № 690 [10];

п. 6.2 ГОСТ Р 52325-2005 «Семена сельскохозяйственных растений. Сортовые и посевные качества. Общие технические условия» [11];

п. 11.10 СанПиН 1.2.2584-10 «Гигиенические требования к безопасности процессов испытаний, хранения, перевозки, реализации, применения, обезвре-



живания и утилизации пестицидов и агрохимикатов. Санитарные правила и нормативы» [12].

В области семенного контроля в 2017 г. в сфере семеноводства сельскохозяйственных растений проведено 147 контрольно-надзорных мероприятий. Всего проконтролировано 4660 партий семян сельскохозяйственных растений в количестве более 28 тыс. т, 22 тыс. шт. саженцев, 1,3 млн пакетиков семян в мелкой упаковке и более 3,5 млн шт. луковиц и корневищ цветочных растений импортного происхождения.

В ходе лабораторных исследований выявлено 22 % проб, не соответствующих требованиям нормативных документов.

При проведении 19 рейдов в местах несанкционированной торговли и на ярмарках выявлено 411 партий семян в количестве более 4 тыс. шт. саженцев плодово-ягодных культур и 1 т картофеля, реализуемых без документов, подтверждающих их происхождение, сортовую принадлежность, фитосанитарное благополучие и посевные качества.

В результате мероприятий должностными лицами Управления выявлено 82 нарушения законодательства в области семеноводства сельскохозяйственных растений, выдано 37 предписаний, в том числе 15 при контроле за ввозом семян и посадочного материала на территорию РФ. Вынесено 55 постановлений, в том числе три с предупреждением и 52 – о наложении административных штрафов.

В сфере государственного земельного надзора должностными лицами Управления Россельхознадзора по Свердловской области проведено 478 контрольно-надзорных мероприятий, проконтролировано более 140 тыс. га земель сельскохозяйственного назначения.

По итогам осуществленных мероприятий выявлено 160 правонарушений земельного законодательства на площади 5553,5573 га.

За отчетный период составлено 128 протоколов об административных правонарушениях, выдано 141 предписание об устранении выявленных нарушений, вынесено два представления, восемь предупреждений.

По результатам проведения плановых рейдовых осмотров выявлено 44 несанкционированных свалки на площади 23,402 га, а также зарастание земельных участков на площади 3439,71 га. Ликвидировано четыре несанкционированных свалки на площади 2,58 га.

В ходе проверочных мероприятий совместно с органами прокуратуры выявлено три несанкционированных карьера на площади 77,695 га.

Должностными лицами Управления вынесено 114 постановлений о назначении административного наказания, 52 материала направлено в мировой суд.

Государственным органом за истекший период составлено четыре претензии о возмещении и взыска-

нии ущерба, причиненного в результате земельных правонарушений, на общую сумму 16,72 млн руб.

В результате работы Управления устранены нарушения на площади 1903,634 га, вовлечено в сельскохозяйственный оборот 1901,6 га ранее нарушенных земель.

По вопросам нарушения требований земельного законодательства в Управление поступило 83 обращения (жалобы), из них 34 подтвердились, 29 направлено по принадлежности в другие органы, 20 не подтвердились.

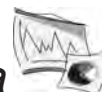
Оформлено 14 добровольных отказов от земельных участков на площади 378,059 га. Проведено 52 консультации по вопросам земельного законодательства.

Правовой основой для осуществления земельного надзора является Земельный кодекс РФ от 25 октября 2001 г. [13], Федеральный закон от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» [14], Федеральный закон от 16 июля 1998 г. № 101-ФЗ «О государственном регулировании обеспечения плодородия земель сельскохозяйственного назначения» [15], Федеральный закон от 10 января 1996 г. № 4-ФЗ «О мелиорации земель» [16], Федеральный закон от 24 июля 2002 г. № 101-ФЗ «Об обороте земель сельскохозяйственного назначения» [17], Федеральный закон от 26 декабря 2008 г. № 294-ФЗ «О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля» [18], Федеральный закон от 3 июля 2016 г. № 354-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в части совершенствования порядка изъятия земельных участков из земель сельскохозяйственного назначения при их неиспользовании по целевому назначению или использовании с нарушением законодательства Российской Федерации» [19], Положение «О государственном земельном надзоре», утв. постановлением Правительства РФ от 2 января 2015 г. № 1 [20].

Выводы

Вышеизложенная информация свидетельствует, что в 2017 г. в связи с реформой контрольно-надзорной деятельности проведен ряд изменений системы обязательных требований в разных сферах деятельности Россельхознадзора. Так, количество проведенных проверок уменьшилось в сравнении с предыдущим периодом на 32 % (1104 проверки в 2016 г., 759 проверок в 2017 г.); прослеживается тенденция к снижению числа как плановых, так и внеплановых проверок.

Должностными лицами Управления проведено 2179 контрольно-надзорных мероприятий, в том числе в рамках Федерального закона № 294-ФЗ «О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного



контроля (надзора) и муниципального контроля» – 439 проверок, из них 295 внеплановых. По контролю за выполнением ранее выданных предписаний выполнено 55 % предписаний. По результатам проведенных мероприятий выявлено 1401 нарушение требований законодательства Российской Федерации, из них 299 нарушений – на Государственной границе. Вынесено 982 постановления о привлечении к административной ответственности нарушителей. Впервые внедрена практика вынесения представлений об устранении причин и условий, способствовавших совершению административного правонарушения, их 18. Кроме того, вынесено 55 предостережений, а в отношении 32 нарушителей вынесено административное предупреждение. Привлечены к административной ответственности в виде штрафа 913 нарушителей. Общая сумма наложенных штрафов составила около 9 млн руб.

Проконтролировано и досмотрено более миллиона тонн пищевой продукции животного и растительного происхождения, более 90 тыс. голов животных. Обследовано 29 помещений для карантинирования животных.

В 2017 г. Управлением Россельхознадзора по Свердловской области задержано более 600 т пищевой продукции, из них:

- при проверках – 97,5 т;
- в рейдовых мероприятиях – 39,79 т;

в пункте пропуска через Государственную границу – 3,95 т;

при межрегиональных перевозках – более 500 т.

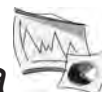
Во исполнение указов Президента РФ от 6 августа 2014 г. № 560 [21] и от 29 июля 2015 г. № 391 [22] «О применении отдельных мер в целях обеспечения безопасности Российской Федерации» проведено 63 рейдовых мероприятия с участием Екатеринбургской таможни и Прокуратуры Свердловской области, МВД и ФСБ России. По итогам рейдов должностными лицами Управления изъята и уничтожена санкционная продукция растительного происхождения в количестве 37,091 т, животноводческая – 267,85 кг.

В результате проведения более 100 выездных рейдовых мероприятий по несанкционированным местам уличной торговли и ярмаркам выходного дня на территориях городских округов Свердловской области выявлена реализация мясной продукции с нарушением требований законодательства.

Таким образом, деятельность управления Россельхознадзора по Свердловской области напрямую оказывает позитивное воздействие на обеспечение безопасности сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия, производимых на территории Свердловской области, а также поступающих из других субъектов Российской Федерации и из стран ближнего и дальнего зарубежья.

Литература

1. Федеральный закон от 13 июля 2015 г. № 243-ФЗ «О внесении изменений в Закон Российской Федерации „О ветеринарии“ и отдельные законодательные акты Российской Федерации» // Рос. газ. 2015. 15 июля.
2. Федеральный закон от 21 июля 2014 г. № 2016-ФЗ «О карантине растений» // СЗ РФ. 2014. № 30 (Ч. I). Ст. 4207.
3. URL : https://szfn.rk.gov.ru/file/gosudarstvennie_funktsii_normativnaya_dokumentatsiya_23.pdf.
4. URL : <https://www.alta.ru/tamdoc/10sr0318>.
5. URL : <http://legalacts.ru/doc/prikaz-minselkhoza-rf-ot-29082008-n-414>.
6. URL : <http://legalacts.ru/doc/prikaz-minselkhoza-rf-ot-22042009-n-160>.
7. Технический регламент Таможенного союза ТРТС 015/2011.
8. Федеральный закон от 17 декабря 1997 г. № 149-ФЗ «О семеноводстве» // СЗ РФ. 1997. № 51. Ст. 5715.
9. URL : <http://base.garant.ru/2156604>.
10. URL : <http://legalacts.ru/doc/prikaz-minselkhozproda-rf-ot-06101999-n-690>.
11. URL : <http://docs.cntd.ru/document/1200039547>.
12. URL : <http://docs.cntd.ru/document/902204851>.
13. Земельный кодекс Российской Федерации : Федеральный закон от 25 октября 2001 г. № 136-ФЗ // СЗ РФ. 2001. № 44. Ст. 4147.
14. Федеральный закон от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» // СЗ РФ. 2002. № 2. Ст. 133.
15. Федеральный закон от 16 июля 1998 г. № 101-ФЗ «О государственном регулировании обеспечения плодородия земель сельскохозяйственного назначения» // СЗ РФ. 1998. № 29. Ст. 3399.
16. Федеральный закон от 10 января 1996 г. № 4-ФЗ «О мелиорации земель» // СЗ РФ. 1996. № 3. Ст. 142.
17. Федеральный закон от 24 июля 2002 г. № 101-ФЗ «Об обороте земель сельскохозяйственного назначения» // СЗ РФ. 2002. № 30. Ст. 3018.
18. Федеральный закон от 26 декабря 2008 г. № 294-ФЗ «О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля» // СЗ РФ. 2008. № 52 (Ч. I). Ст. 6249.



19. Федеральный закон от 3 июля 2016 г. № 354-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в части совершенствования порядка изъятия земельных участков из земель сельскохозяйственного назначения при их неиспользовании по целевому назначению или использовании с нарушением законодательства Российской Федерации» // СЗ РФ. 2016. № 18. Ст. 2645.

20. Положение «О государственном земельном надзоре» : постановление Правительства РФ от 2 января 2015 г. №1 // URL : <http://legalacts.ru/doc/postanovlenie-pravitelstva-rf-ot-02012015-n-1>.

21. URL : <http://base.garant.ru/70711352>.

22. URL : <http://legalacts.ru/doc/ukaz-prezidenta-rf-ot-29072015-n-391>.

References

1. Federal law of July 13, 2015 No. 243-FZ «On amendments to the law of the Russian Federation „On veterinary medicine“ and certain legislative acts of the Russian Federation» // Ros. gaz. 2015. July 15.

2. Federal law of July 21, 2014 No. 2016-FZ «On plant quarantine» // SZ RF. 2014. No. 30 (P. I). St. 4207.

3. URL : https://szfn.rk.gov.ru/file/gosudarstvennie_funktsii_normativnaya_dokumentatsiya_23.pdf.

4. URL : <https://www.alta.ru/tamdoc/10sr0318>.

5. URL : <http://legalacts.ru/doc/prikaz-minselkhoza-rf-ot-29082008-n-414>.

6. URL : <http://legalacts.ru/doc/prikaz-minselkhoza-rf-ot-22042009-n-160>.

7. Technical regulations of the Customs Union TR CU 015/2011.

8. Federal law of December 17, 1997 No. 149-FZ «On seed production» // SZ RF. 1997. No. 51. St. 5715.

9. URL : <http://base.garant.ru/2156604>.

10. URL : <http://legalacts.ru/doc/prikaz-minselkhozproda-rf-ot-06101999-n-690>.

11. URL : <http://docs.cntd.ru/document/1200039547>.

12. URL : <http://docs.cntd.ru/document/902204851>.

13. Land code of the Russian Federation : Federal law of October 25, 2001 No. 136-FZ // SZ RF. 2001. No. 44. St. 4147.

14. Federal law of January 10, 2002 No. 7-FZ «On environmental protection» // SZ RF. 2002. No. 2. St. 133.

15. Federal law of July 16, 1998 No. 101-FZ «On state regulation of ensuring the fertility of agricultural land» // SZ RF. 1998. No. 29. St. 3399.

16. Federal law of January 10, 1996 No. 4-FZ «On land reclamation» // SZ RF. 1996. No. 3. St. 142.

17. Federal law of July 24, 2002 No. 101-FZ «On turnover of agricultural lands» // SZ RF. 2002. No. 30. St. 3018.

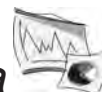
18. Federal law of December 26, 2008 No. 294-FZ «On the protection of the rights of legal entities and individual entrepreneurs in the exercise of state control (supervision) and municipal control» // SZ RF. 2008. No. 52 (P. I). St. 6249.

19. Federal law of July 3, 2016 No. 354-FZ «On amendments to certain legislative acts of the Russian Federation regarding improvement of the procedure for withdrawal of land plots from agricultural land in case of non-use for the intended purpose or use in violation of the legislation of the Russian Federation» // SZ RF. 2016. No. 18. St. 2645.

20. The regulation «On the state land supervision» : the RF Government decree of January 2, 2015 No. 1 // URL : <http://legalacts.ru/doc/postanovlenie-pravitelstva-rf-ot-02012015-n-1>.

21. URL : <http://base.garant.ru/70711352>.

22. URL : <http://legalacts.ru/doc/ukaz-prezidenta-rf-ot-29072015-n-391>.



РОЛЬ ЛИЗИНГА В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ РАЗВИТИИ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА КАЗАХСТАНА

Г. М. ДЮЗЕЛЬБАЕВА, кандидат экономических наук,
Костанайский инженерно-экономический университет им. М. Дулатова
(110000 Казахстан, г. Костанай, ул. Чернышевского, д. 59),
О. И. МАЛЯРЕНКО, кандидат экономических наук,
Челябинский государственный университет, Костанайский филиал
(110006, Казахстан, г. Костанай, ул. Бородина, д. 168А)

Ключевые слова: лизинг, лизинговая деятельность, лизинговый портфель, лизинг сельскохозяйственной техники, государственная поддержка лизинга.

Сегодня лизинг является уникальным инвестиционным инструментом, который позволяет приобрести необходимые средства производства за счет внешнего долгосрочного финансирования. В условиях острой нехватки у большинства отечественных сельхозтоваропроизводителей финансовых ресурсов для обновления основных фондов, внедрения достижений технического прогресса и инноваций лизинг выступает действенным инструментом в решении проблем обновления технического оборудования. Целью настоящего исследования является анализ основных тенденций развития рынка лизинговых услуг Казахстана и его влияния на технологическое развитие и перевооружение агропромышленного комплекса. В настоящее время доля сельхозтехники в АПК Казахстана со сроком эксплуатации свыше 15 лет составляет 79 %, при этом ежегодный темп обновления сельхозтехники за 2013–2016 гг. колеблется в пределах 1,1–1,7 % при требуемом технологическом уровне обновления в развитых странах 10–12 % в год. Таким образом, требуется проведение полномасштабной технологической модернизации предприятий АПК, которая позволит заменить низкопроизводительное и трудоемкое оборудование более современным и эффективным. Новым направлением господдержки сельхозпроизводителей стало финансовое оздоровление предприятий, которое осуществляется в том числе посредством субсидирования части ставки вознаграждения по договорам, заключаемым на лизинг сельхозтехники. Совокупные показатели лизингового рынка в 2016 г. показывают заметный рост, который во многом обусловлен присутствием лизингового финансирования в государственных программах поддержки бизнеса. Казахстанский рынок лизинга можно охарактеризовать как высококонцентрированный, так как 80 % рынка лизинга формируют два лидера рынка: АО «КазАгроФинанс» и АО «БРК-Лизинг», – что является негативной тенденцией.

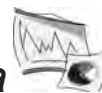
THE ROLE OF LEASING IN THE TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT OF AGRIBUSINESS COMPLEX OF KAZAKHSTAN

G. M. DUZELBAYEVA, candidate of economical sciences,
Kostanay Engineering and Economic University named after M. Dulatov
(59 Chernyshevsky str., 110000, Kazakhstan, Kostanay),
O. I. MALYARENKO, candidate of economical sciences,
Chelyabinsk State University, Kostanay branch
(168A Borodin str., 110006, Kazakhstan, Kostanay)

Keywords: leasing, leasing activities, lease portfolio, leasing of agricultural equipment, government support for leasing.

Today leasing is a unique investment vehicle which allows acquiring necessary capital goods through external long-term financing. Under severe lack of financial resources for updating fixed assets, implementation of technological advances and innovations, leasing is an effective tool in addressing the problem of upgrading technical equipment for most domestic agricultural producers. The goal of this study is analysis of the major trends in the development of leasing services market and its influence on technological development and re-equipment of agro-industrial complex. Currently the share of agricultural equipment with life cycle over 15 years is 79 % in Kazakhstan's AIC, while annual renewal rate of agricultural equipment in 2013–2016 varies between 1.1–1.7 % against the requested technological renewal standard of 10–12 % a year in developed countries. Therefore there is a need for conducting a wholesale technological modernization of AIC enterprises, which will allow replacing low-productive and labor intensive equipment with more advanced and effective. Today the new direction of government support for agricultural producers has become financial recovery of enterprises, which is carried out through subsidizing the portion of the rates of remuneration under a contract concluded for agricultural equipment leasing. The leasing market totals in 2016 show noticeable growth, which is mostly caused by the presence of lease financing in State programs for business support. Kazakh leasing market can be described as highly concentrated since 80 % of leasing market is formed by two market leaders: «KazAgroFinance» JSC and «DBK-Leasing» JSC, and that is a negative trend.

Положительная рецензия представлена Е. В. Васильчук, доктором экономических наук,
доцентом Костанайского государственного университета им. А. Байтурсьнова.



Увеличение числа лизинговых сделок и расширение их масштабов способствуют повышению технической оснащенности, переходу на инновационные технологии, что в итоге приводит к активизации развития экспорт-ориентированного агропромышленного комплекса в Казахстане.

Сегодня ключевыми факторами, влияющими на технологическое развитие АПК Казахстана, являются эффективность производства, его техническое перевооружение, скорость освоения производства новых видов продукции, привлечение новейших агротехнологий.

Казахстан является членом Евразийского экономического союза и Всемирной торговой организации, усилил экспортные позиции масличного, мясного секторов, что обозначило выработку новой политики государственного регулирования АПК. Основной целью новой Программы по развитию АПК на 2017–2021 гг. стало увеличение объемов сельхозпроизводства с акцентом на наиболее востребованные виды продуктов питания и развитие экспорта переработанной сельскохозяйственной продукции. В числе задач Программы обозначено и повышение уровня технической оснащенности сельскохозяйственной отрасли [1].

Цель, методика, объект исследований. Целью настоящей работы является анализ основных тенденций развития рынка лизинговых услуг Казахстана и определение его роли в технологическом развитии и перевооружении агропромышленного комплекса. Исследования проводились на основе статистических данных по объему и динамике рынка лизинговых услуг Казахстана. Основа для проведения исследований – использование аналитического, монографического, абстрактно-логического методов, метода сравнения.

Результаты исследований. По состоянию на 1 января 2017 г. парк основных видов сельскохозяйственной техники в республике составляет 298,5 тыс. единиц. Из них доля сельхозтехники со сроком эксплуатации свыше 15 лет составляет 79 % (при среднем амортизационном сроке сельхозтехники 10–12 лет). Ежегодный темп обновления сельхозтехники за рассматриваемый период (2013–2016 гг.) колеблется в пределах 1,1–1,7 % (требуемый технологический уровень обновления в развитых странах составляет около 10–12 % в год). Однако требуемый нормативный срок эксплуатации отличается от реального срока использования сельхозтехники, а именно ввиду отсутствия оборотных средств и возможностей своевременного обновления фермерами техника используется дольше установленных норм на 3–10 лет. Таким образом, требуется проведение полномасштабной технологической модернизации предприятий АПК, которая позволит заменить низкопроизводительное и трудоемкое оборудование более современным и эффективным.

Уникальным инвестиционным инструментом, который позволяет приобрести необходимые средства производства за счет внешнего долгосрочного финансирования, сегодня является лизинг. Его основное назначение в сельскохозяйственной отрасли – это технологическое обновление агропромышленного комплекса путем обеспечения сельхозтоваропроизводителей доступными финансовыми средствами, а также сельскохозяйственной техникой и технологическим оборудованием на лизинговой основе [7].

В настоящее время большинство казахстанских агропредприятий испытывают недостаток оборотных средств. Они не могут обновлять свои основные фонды, внедрять достижения научно-технического прогресса и вынуждены брать кредиты. Существуют различные виды кредитования: ипотечное, под залог ценных бумаг, под залог партий товара, недвижимости. Однако предприятию при необходимости обновления своих основных средств выгоднее брать оборудование в лизинг. При этом экономия средств предприятия по сравнению с обычным кредитом на приобретение основных средств доходит до 10 % от стоимости оборудования за весь срок лизинга, который составляет, как правило, от трех до семи лет. Нынешняя экономическая ситуация в Казахстане, по мнению экспертов, благоприятствует лизингу. Форма лизинга примиряет противоречия между предприятием, у которого нет средств на модернизацию, и банком, который неохотно предоставит этому предприятию кредит, так как не имеет достаточных гарантий возврата инвестированных средств вследствие зависимости бизнеса от природных условий. Лизинговая операция выгодна всем участвующим: одна сторона получает кредит, который выплачивает поэтапно, и нужное оборудование; другая сторона – гарантию возврата кредита, так как объект лизинга является собственностью лизингодателя или банка, финансирующего лизинговую операцию, до поступления последнего платежа.

Рассмотрим объем и динамику рынка лизинговых услуг в Казахстане. Сейчас на нем работают 30 крупных лизинговых компаний с различной направленностью в специфике деятельности: лизинговые компании, работающие в рамках государственных программ поддержки экономики, лизинговые компании, являющиеся дочерними предприятиями банков второго уровня, и лизинговые компании, создаваемые дистрибьюторами.

Совокупные показатели лизингового рынка в 2016 г. показывают заметный рост, который во многом обусловлен присутствием лизингового финансирования в государственных программах поддержки бизнеса (табл. 1).

Данные таблицы показывают устойчивую тенденцию роста объема текущего лизингового портфеля



Таблица 1
Основные параметры рынка лизинга Казахстана

Table 1
The main parameters of the leasing market of Kazakhstan

Показатели <i>Indicators</i>	2013	2014	2015	2016
Объем текущего лизингового портфеля, млн тенге <i>Volume of the current leasing portfolio, million tenge</i>	167 651	202 885	255 910	298 180
Темпы прироста, % <i>Rate of increase, %</i>		21,0	26,1	16,5
Объем нового бизнеса лизинговых компаний, млн тенге <i>Volume of a new business of leasing companies, million tenge</i>	69 682	83 117	102 244	111 006
Темпы прироста, % <i>Rate of increase, %</i>		19,3	23,0	8,6
Количество сделок лизинговых компаний <i>Number of transactions of the leasing companies</i>	2662	3380	3915	2643
Темпы прироста, % <i>Rate of increase, %</i>		27,0	15,8	-32,5

Источник: RAEX (Эксперт РА Казахстан) по результатам анкетирования ЛК

Объем нового бизнеса (объем рынка лизинга) – сумма заключенных за год сделок финансового лизинга и оперативного лизинга (по которым передано в лизинг вновь купленное оборудование).

Source: RAEX (Expert RA Kazakhstan) by results of questioning LC

The volume of a new business (the volume of the leasing market) is the sum of the transactions of financial leasing and operational leasing for the year (for which the equipment purchased was again leased).

и объема нового бизнеса лизинговых компаний за 2013–2016 гг.

Общая стоимость договоров финансового лизинга составила 166,7 млрд тенге в 2016 г., что на 32 % выше показателя за 2015 г. (126,6 млрд тенге). На сельское хозяйство при этом в минувшем году пришлось 46,7 % от общей стоимости договоров финансового и операционного лизинга, на транспорт и складирование – 41,1 %, горнодобывающая промышленность и разработка карьеров заняла 6,3 %.

Лизинг по-прежнему остается инструментом для длинного финансирования основных средств: 77 % объема сделок приходится на договоры с периодом действия свыше шести лет. Что касается процентных ставок, то половина договоров в 2016 г. были заключены со ставкой выше 14 %, еще примерно 28 % от объема всех договоров имеют ставку 10–14 %. Договоров, по которым ставка составила менее 10 %, примерно 22 %.

Структура новых сделок по предметам лизинга показывает, что 58 % лизинговых сделок в 2016 г. приходится на сельскохозяйственную отрасль, основным направлением финансового лизинга в стране остается закуп сельскохозяйственной техники и скота [4]. На втором месте железнодорожная техника, доля других отраслей незначительна (рис. 1).

Рост рынка лизинговых услуг большей частью обусловлен реализацией государственных программ, поэтому сектора, получающие поддержку государства, остаются крупнейшими в совокупном лизинговом портфеле. Устойчивая база фондирования и специфичные условия лизингового финансирования в рамках госпрограмм поддержки – их большое преимущество перед другими игроками рынка.

Именно это позволяет удерживать стабильные позиции и наращивать портфель.

Так, согласно Программе развития АПК на 2013–2020 годы (Агробизнес-2020) с 2013 г. новым направлением господдержки сельхозпроизводителей стало финансовое оздоровление предприятий, которое осуществляется в том числе посредством субсидирования части ставки вознаграждения по договорам, заключаемым на лизинг сельхозтехники.

Структура лизингового портфеля по итогам 2016 г. отражает рыночную ситуацию и диспропорции в структуре рынка: доля лизинга сельскохозяйственной техники составляет 68,3 % (рис. 2).

Рейтинг ведущих лизинговых компаний показывает, что большую часть объема нового бизнеса лизинговых компаний за 2015–2016 гг. формируют два лидера рынка: АО «КазАгроФинанс» и АО «БРК-Лизинг». Они занимают 80 % рынка (табл. 2). Поэтому казахстанский рынок лизинга можно охарактеризовать как высококонцентрированный, что является негативной тенденцией.

Согласно данным табл. 2 несомненным лидером рынка является компания АО «КазАгроФинанс», созданная в 1999 г., единственным акционером которой является государство в лице Национального холдинга «КазАгро».

АО «КазАгроФинанс» изначально создавалось с целью обновления машинно-тракторного парка, основные услуги оказывались фермерам по лизингу сельхозтехники, однако в 2009 г. общество также стало оператором реализации крупных инвестиционных проектов на селе по приоритетным направлениям, после чего общество превратилось в настоящий финансовый институт развития аграрного сектора.

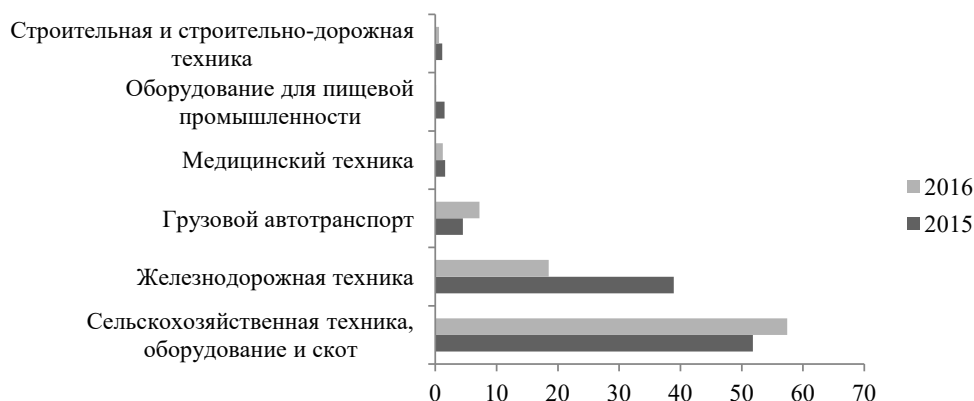
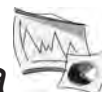


Рис. 1. Структура новых сделок по предметам лизинга

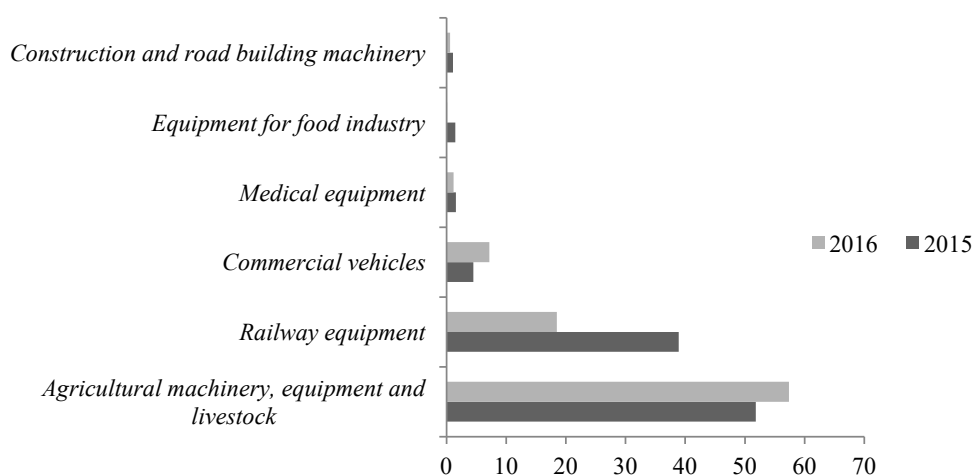


Fig. 1. Structure of new transactions on leasing objects

Особенностью деятельности и главным отличием АО «КазАгроФинанс» от банков второго уровня является то, что оно финансирует проекты только в аграрном секторе, в настоящее время каждая вторая сельхозтехника, завезенная в Казахстан, приобретена при финансовой поддержке АО «КазАгроФинанс».

Основная цель деятельности АО «КазАгроФинанс» – поддержка развития аграрного сектора республики путем обеспечения доступа сельскохозяйственных товаропроизводителей к финансовым средствам, а также к сельскохозяйственной технике и технологическому оборудованию на лизинговой основе.

Виды деятельности – лизинговая деятельность, кредитование и оказание услуг субъектам АПК, а также участие в реализации программ, направленных на развитие АПК. Компания предоставляет такие виды лизинговых услуг, как финансовый, возвратный и экспресс-лизинг. Потребителями финансовых услуг АО «КазАгроФинанс» выступают сельскохозяйственные предприятия и крестьянские (фермерские) хозяйства, а также предприятия по переработке сельскохозяйственной продукции.

Стратегия развития АО «КазАгроФинанс» направлена на продолжение активного участия в реа-

лизации мер господдержки (программа «Агробизнес-2020», программа субсидирования ставки вознаграждения и т. д.). Кроме того, компания работает по программам «Урожай 2015» (финансирование на льготных условиях комбайнов, зерно- и маслосушилок), «Лизинг готового объекта» (приобретение готового объекта без залогового обеспечения у лиц, имеющих опыт в сфере строительства специализированных объектов), «Возвратный лизинг» (форма финансирования, при которой субъект АПК получает возможность покрытия недостатка в оборотных средствах компании, при этом имущество также используется в производственном процессе) [5].

Основу портфеля АО «КазАгроФинанс» составляют сделки по лизингу сельхозтехники и племенного скота. АО «КазАгроФинанс» в 2016 г. было закуплено и передано в лизинг аграриям 3119 единиц сельхозтехники и оборудования, что составило около половины от общего числа приобретенной сельхозтехники и оборудования по стране. При этом спрос на рынке остается высоким и необходимая потребность должным образом не покрывается операторами лизинговых услуг.

Всего за 2000–2016 гг. АО «КазАгроФинанс» было профинансировано приобретение в лизинг

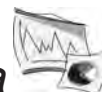


Рис. 2. Структура лизингового портфеля по итогам 2016 г.

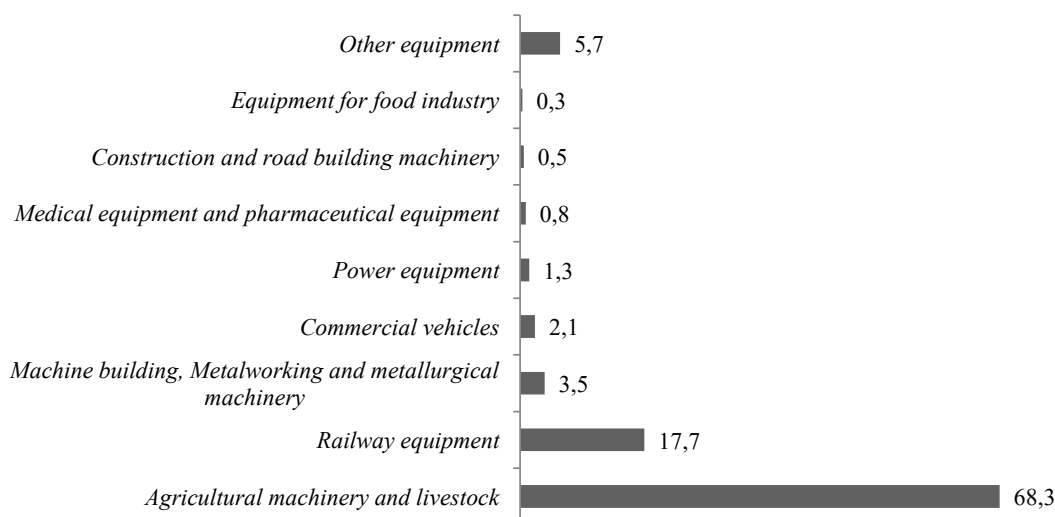


Fig. 2. The structure of the leasing portfolio results in 2016

36,5 тыс. единиц сельскохозяйственной техники на сумму 344,4 млрд тенге. Осуществляется сотрудничество с 26 странами, основными партнерами являются Россия, Германия, Республика Беларусь, Канада, Нидерланды.

В 2016 г. объем новых сделок компании несколько снизился (на 2 %), однако все еще остается крайне значительным для казахстанской лизинговой отрасли – 57,5 млрд тенге. Портфель при этом вырос на 9 %, до 202,4 млрд тенге. Количество сделок составило 2409 – недостижимый уровень для других участников рынка [5].

Рост лизинговых сделок в компании во многом обусловлен государственным стимулированием сельхозтоваропроизводителей через субсидирование ставки вознаграждения при лизинге сельхозтехники и возмещение части расходов, понесенных субъектом

агропромышленного комплекса при инвестиционных вложениях.

С 1 февраля 2017 г. введены новые правила субсидирования лизинга, разработанные в соответствии с подп. 41 п. 1 ст. 6 Закона Республики Казахстан от 8 июля 2005 г. «О государственном регулировании развития агропромышленного комплекса и сельских территорий» и определяющие порядок субсидирования ставок вознаграждения по кредитам и лизингу технологического оборудования, на приобретение сельскохозяйственных животных, а также лизингу сельскохозяйственной техники. Субсидирование осуществляется путем снижения ставки вознаграждения на 7 % годовых в тенге и на 5 % годовых в иностранной валюте по договору займа, одобренного комиссией [3].

По итогам 2016 г. средняя ставка финансирования по всем лизинговым компаниям в республике

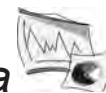


Таблица 2
Рейтинг ведущих лизинговых компаний Казахстана по итогам 2016 г.
Table 2
Rating of the leading leasing companies of Kazakhstan by the end of 2016

Место по новому бизнесу <i>Place for new business</i>		Компания <i>Company</i>	Объем нового бизнеса в 2016 г., млн тенге <i>Volume of new business in 2016, million teng</i>	Текущий портфель, млн тенге <i>Current portfolio, million teng</i>		Место по портфелю <i>Place by portfolio</i>	Количество заключенных сделок в 2016 г., штук <i>Number of transactions in 2016, pieces</i>	Место по количеству сделок <i>Place by the number of transactions</i>
01.01. 2017	01.01. 2016			01.01. 2017	01.01. 2016			
1	1	АО «КазАгроФинанс» <i>JSC «KazAgroFinance»</i>	57 499	202 406	184 883	1	2409	1
2	2	АО «БРК-Лизинг» <i>JSC «BRK-Leasing»</i>	49 400	87 653	59 108	2	82	3
3	5	АО «Лизинг Групп» <i>JSC «Leasing Group»</i>	1846	1642	1041	4	44	4
4	–	АО «КазМедТех» <i>JSC «KazMedTech»</i>	1778	2313	2537	3	88	2
5	4	Аль Сакр Финанс <i>Al Sakr Finance</i>	464	1550	2486	6	18	5
6	6	ТОО «Райффайзен Лизинг Казахстан» <i>LTD «Raiffeisen Leasing Kazakhstan»</i>	–	1619	4194	5	–	6

Источник: RAEX (Эксперт РА Казахстан)
Source: RAEX (Expert RA Kazakhstan)

составила 15,4 %, средний срок финансирования – 4,3 года. Но только у АО «КазАгроФинанс» в отличие от других отечественных лизинговых компаний имеется льготный период по оплате основного долга до двух лет, а срок лизинга является максимальным на рынке – до 10 лет.

В 2016 г. АО «КазАгроФинанс» переданы в лизинг более 3 тыс. единиц сельхозтехники и оборудования, приобретенные у производителей и поставщиков из 23 разных стран мира. Основными странами-партнерами по итогам отчетного года стали Российская Федерация, Республика Беларусь, Германия, Нидерланды. Всего у российских производителей / поставщиков за 2016 г. было закуплено 738 единиц техники и оборудования, у производителей / поставщиков Республики Беларусь – 444 единицы техники и оборудования, у немецких компаний – 247 единиц техники и оборудования, у голландских компаний – 15 единиц техники и оборудования.

Источники фондирования лизинговых сделок – это один из определяющих факторов для роста рынка.

Источники финансирования лизинговых компаний в ходе сделок в 2016 г. были сформированы на 52 % из собственных средств. Заемные средства составили 37 %. Еще 11 % были обеспечены республиканским бюджетом или Национальным фондом РК.

Собственный капитал АО «КазАгроФинанс» на 31 декабря 2016 г. составил 99,4 млрд тенге, при этом необходимо отметить, что общество при инвестировании в аграрный сектор наряду с применением собственных средств активно привлекает за-

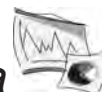
емные средства для расширения объемов финансирования. Объем заемных средств в 2016 г. составил 172,0 млрд тенге.

Рост во многом обусловлен государственным стимулированием сельхозтоваропроизводителей через субсидирование ставки вознаграждения при лизинге сельхозтехники и возмещение части расходов, понесенных субъектом агропромышленного комплекса при инвестиционных вложениях.

Выводы. Рекомендации. Таким образом, анализ показал успешность модели развития АО «КазАгроФинанс».

Успех данной модели обусловлен следующими факторами:

- лизинговая схема достаточно гибка, а лизинговая компания берет на себя часть забот лизингополучателя. Лизингодатель занимается процедурой регистрации и страхованием предмета лизинга, обеспечивает поставку техники и техническое сопровождение в течение определенного периода времени;
- лизингом предусмотрена покупка поддержанной техники – формат, пользующийся спросом, поскольку цены на новую технику достаточно высоки;
- при оформлении лизинга не требуется дополнительный залог, так как залогом выступает сам предмет лизинга, что очень важно для малого бизнеса;
- наличие налоговых преимуществ. Лизинговыми компаниями для аграриев может быть предусмотрен гибкий график погашения основного долга с учетом сезонности (оплата один раз в год после сбора урожая). Вместе с тем сроки финансирования лизин-



га являются длинными, что тоже немаловажно для аграриев, так как сама отрасль предполагает долгосрочную окупаемость вложений.

В условиях экономического кризиса лизинг способен оказать положительное влияние на стимулирование инвестиционного спроса и в целом на экономику страны. В то же время лизинговый механизм, идеально подходящий для обновления основных средств, работает недостаточно эффективно. Основными проблемами, сдерживающими развитие рынка лизинга, являются главные проблемы АПК: нехватка у лизингодателей финансирования (прежде всего заемного), отсутствие денег на аванс, неликвидность залогов, барьеры доступа к получению инвестиционных субсидий, низкий уровень знания отрасли у финансистов, высокий уровень неработающих сделок, узкий ассортимент лизинговых услуг.

Двигателем лизингового рынка остается господдержка. Сложившееся за последние 15 лет доминирование на рынке финансового лизинга для АПК лишь одного финансового института привело к ослаблению этого важнейшего сектора финансового рынка в Казахстане.

Исследования IFC (Всемирный Банк) показывают, что прямое субсидирование лизинговых компаний вредно для развития лизинговой отрасли. Во многих странах считается, что предоставление льготного лизинга некоторым секторам (например, сельскому хозяйству, воздушным судам и т. д.) не может стать единственным средством преодоления барьеров развития для секторов. Это редко бывает эффективным и может даже отрицательно повлиять как на лизинговый сектор, так и на субсидируемый сектор: бюджетные деньги ломают конкуренцию на рынке и искажают его развитие. Мы видим это сегодня на примере практической монополизации рынка лизинга АПК одной компанией. Анализ источников фондирования лизингового рынка показывает зависимость от дотационных программ, реализуемых через два института развития: АО «НУХ Байтерек» и АО «НУХ КазАгро». При этом наиболее высокая доля проблемного лизингового портфеля именно у государственных компаний: АО «КазАгроФинанс» (17 %), АО «БРК-Лизинг» (свыше 8,5 %), средняя по рынку среди частных лизинговых компаний – от 2 % до 5 %.

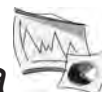
Ключевой проблемой в Казахстане является отсутствие средств на авансовый платеж по договору лизинга у фермеров. Именно эта проблема выступает основным сдерживающим фактором для активного расширения рынка АПК лизинга в Казахстане. Лизинговым компаниям необходимо быть гибкими в своей стратегии продаж и риска. Они должны вести переговоры со всеми участниками агрорынка, которые выиграют от роста механизации сельскохозяйственного сектора: министерство сельского хозяйства, поставщики оборудования, торговцы зерном и продавцы удобрений. Банки также выиграют, так как у них будет доступ к клиентам, которые смогут обеспечить лучшие финансовые результаты, поскольку механизация создаст более высокие доходы и прибыль для фермеров.

Потенциал лизингового рынка в Казахстане высок. По состоянию на 1 января 2017 г. количество действующих крестьянских и фермерских хозяйств по республике составило 177,8 тыс. единиц, из них финансовыми услугами охвачены только 10,3 тыс. хозяйств или 5,8 % от общей численности в стране. Данная категория субъектов АПК имеет постоянный спрос на финансовые услуги для поддержания и расширения производственной деятельности.

Лизинговые компании должны понимать специфику агропромышленного комплекса, прежде чем войти в этот сектор. Компетенция в специфике лизингового финансирования агросектора заключается не только в знании технологических характеристик передаваемых в лизинг активов, но и в понимании технологических процессов, сезонности и рисков в растениеводстве и животноводстве, цикличности поступления платежей от реализации продукции. Именно специфика потока денежных средств в растениеводстве должна учитываться в структуре лизинговых выплат. Текущая динамика рынка лизинга в АПК с ростом новых сделок 16–20 % в год и необходимая ротация основных фондов в отрасли позволяет с уверенностью спрогнозировать спрос на лизинг среди субъектов АПК на текущие нужды без новых производств в объеме 165 млрд тенге новых сделок в год.

Литература

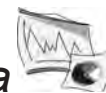
1. Программа по развитию агропромышленного комплекса в РК на 2013–2020 годы «Агробизнес-2020» // Официальный сайт Министерства сельского хозяйства РК: URL : <http://mgov.kz>.
2. Закон Республики Казахстан от 5 июля 2000 г. № 78-ІІ «О финансовом лизинге» (с изм. и доп. по состоянию на 27 февраля 2017 г.). Астана : Акорда, 2017.
3. Правила субсидирования ставок вознаграждения по кредитам и лизингу технологического оборудования, на приобретение сельскохозяйственных животных, а также лизингу сельскохозяйственной техники. Утр. силу в соответствии с приказом Министерства сельского хозяйства РК от 1 февраля 2017 г. № 50.
4. Эксперт РА Казахстан // URL : <http://www.raexpert.kz>.



5. Стратегия развития АО «КазАгроФинанс» на 2011–2020 годы // Официальный сайт АО «КазАгроФинанс». URL : <http://www.kaf.kz>.
6. Малайренко О. И. Стратегические направления развития лизинга в агропромышленном комплексе Казахстана // Науч.-производственный журн. «Наука». 2014. № 2. С. 322–324.
7. Ахмадеев А. М. Лизинговое финансирование как инструмент инвестиционной деятельности инноваций // Науч. журн. «Доклады Башкирского университета». 2016. Т. 1. № 3. С. 573–576.
8. Тепкина А. В. Субсидии по договору лизинга, предоставляемые субъектам малого и среднего предпринимательства // Журн. предпринимательского и корпоративного права. 2017. № 2 (апрель – июнь). С. 33–36.
9. Масалимова М. Ж. Преимущества развития лизинга в Республике Казахстан // Вестник Алтайского гос. аграрного университета. 2007. № 6. С. 75–78.
10. Левкович А. Синтез новых финансово-кредитных инструментов. Возникновение и эволюция лизинга // Банки Казахстана. 2008. № 9. С. 48–56.

References

1. Program for the development of agro-industrial complex in the Republic of Kazakhstan for 2013–2020 «Agribusiness 2020» // Official internet resource of the Ministry of Agriculture of the Republic of Kazakhstan. URL : <http://mgov.kz>.
2. Law of the Republic of Kazakhstan on Financial leasing of July 5, 2000 No. 78-II (with amendments and additions dated on 27.02.2017). Astana : Akorda, 2017.
3. Regulations on subsidies of interest rates on loan and leasing of technical equipment for livestock acquisition, and on agricultural equipment leasing. Have lost force in accordance with orders of Ministry of Agriculture of the Republic of Kazakhstan of February 1, 2017 No. 50.
4. RAEX Kazakhstan // URL : <http://www.raexpert.kz>.
5. Kazagrofinance JSC's development strategy for 2011–2020 // Official site of KazAgroFinance JSC // URL : <http://www.kaf.kz>.
6. Malyarenko O. I. Strategic directions of leasing development in Kazakhstan's agro-industrial complex // Research and production journal «Science». 2014. No. 2. P. 322–324.
7. Akhmadeev A. M. Leasing financing as an instrument of investment activity of innovations // Science Magazine «Reports of Bashkir State University». 2016. T. 1. No. 3. P. 573–576.
8. Tepkina A. V. Subsidies under the lease agreement granted to subjects of small and average business // Journal of Entrepreneurial and Corporate Law. 2017. No. 2 (April – June). P. 33–36.
9. Massalimova M. Zh. Advantages of leasing development in the Republic of Kazakhstan // Bulletin of Altai state agrarian University. 2007. No. 6. P. 75–78.
10. Levkovich A. Synthesis of new financial instruments. The origin and evolution of leasing // Banks of Kazakhstan. 2008. No. 9. P. 48–56.



ГОСУДАРСТВЕННОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЯ: МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ¹

В. Г. ЛОГИНОВ, доктор экономических наук, доцент, заведующий сектором,
М. Н. ИГНАТЬЕВА, доктор экономических наук, профессор, ведущий научный сотрудник,
А. А. ЛИТВИНОВА, кандидат экономических наук, доцент, старший научный сотрудник,
Институт экономики Уральского отделения Российской академии наук
 (620014, г. Екатеринбург, ул. Московская, д. 29; e-mail: albalit2012@yandex.ru),
М. С. КУБАРЕВ, кандидат экономических наук, доцент,
Уральский государственный горный университет
 (620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, д. 30; e-mail: Kubarev mc@mail.ru)

Ключевые слова: государственное регулирование, лесопользование, методологические положения, неистощимость, возобновление, охрана, платность.

В статье обосновываются основополагающие методологические положения, предопределяющие создание условий для сбалансированного лесопользования в процессе государственного регулирования. Первый аспект относится к приоритетности экологических целевых ориентиров по сравнению с экономическими, что требует обязательного сохранения механизма биотической регуляции при увеличении объема используемых лесных ресурсов. Исполнение данного принципа предопределяет организацию лесного хозяйства на основе непрерывного неистощительного пользования лесами. Второй аспект касается согласованности процессов эксплуатации в отношении лесного потенциала и его возобновления. Возможность возврата к практике целевых отчислений на воспроизводство, охрану и защиту лесов рассматривается в статье. Они ранее предусматривались налоговым и лесным законодательством, увеличение лесного потенциала за счет рекультивационных работ на лесных землях, а также повышения качества посадочного материала обеспечивает повышение экономической оценки лесных ресурсов и большую приживаемость посадочного материала. Предлагаются формулы расчета эффективности рекультивации лесных земель и эффективности использования лесных генетических резервов в воспроизводстве лесных ресурсов. Третий аспект предусматривает повышение значимости охраны лесных ресурсов в условиях истощения лесного потенциала как в планетарном, так и в национальном масштабе. Данные по потерям в лесном секторе из-за браконьерства и по числу случаев лесных пожаров в России приводятся в статье. Предлагается усовершенствование компенсационного механизма. Этот механизм связан с возмещением потерь из-за нарушения лесного законодательства, введением идентификации экспортируемой легально заготовленной древесины, созданием целевого фонда государственной поддержки лесного сектора. Четвертый аспект касается недопущения бесплатного пользования лесными ресурсами, что требует совершенствования порядка предоставления права пользования, определяемого законодательством.

STATE REGULATION OF FOREST MANAGEMENT: METHODOLOGICAL ASPECTS

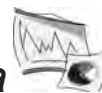
V. G. LOGINOV, doctor of economical sciences, associate professor, divisional manager,
M. N. IGNATYeva, doctor of economical sciences, professor, leading researcher,
A. A. LITVINOVA, candidate of economical sciences, associate professor, senior researcher,
Institute of Economics, Ural Branch of Russian Academy of Sciences
 (29 Moscovskaya str., 620014, Ekaterinburg; e-mail: albalit2012@yandex.ru),
M. S. KUBAREV, candidate of economical sciences, associate professor,
Ural State Mining University
 (30 Kuibyshev str., 620144, Ekaterinburg; e-mail: Kubarev mc@mail.ru)

Keywords: state regulation, forest management, methodological aspects, inexhaustibility, renewal, security, chargeability.

The article substantiates the fundamental methodological aspects that predetermine the creation of conditions for balanced forest management in the process of state regulation. It includes, firstly, the priority of environmental targets in comparison with economic ones, which requires the mandatory preservation of the mechanism of biotic regulation with an increase in the volume of used forest resources. The implementation of this principle predetermines the organization of forestry based on the continuous sustainable use of forests. The second aspect concerns the coherence of exploitation processes with respect to forest potential and its renewal. We explore the possibility of returning to the practice of target pays for the renewal and protection of forests, that were previously provided for by tax and forest legislation, the increase of forest potential due to reclamation work on forest lands, as well as the improvement of the quality of planting material, which provides the evaluation of forest resources and a great survival of planting material. Formulas are proposed for calculating the effectiveness of rehabilitation of forest lands and the effectiveness of using forest genetic reserves in the renewal of forest resources. The third aspect is to increase the importance of protecting forest resources in the face of forest depletion, both planetary and national. The article shows the data on losses in the forest sector due to poaching and forest fires in Russia. We propose to improve the compensation mechanism linked with compensation for losses due to violation of forest legislation, the introduction of identification of exported legally harvested wood and the creation of a trust fund for state support of the forest sector. The fourth aspect concerns the prevention of free use of forest resources, which requires procedure improvement for granting the right to use defined by law.

Положительная рецензия представлена В. П. Ануфриевым, доктором экономических наук, директором ООО «Уральский центр энергосбережения и экологии», профессором Уральского федерального университета.

¹ Статья подготовлена в соответствии с государственным заданием ФАНО России для ФГБУН Института экономики УрО РАН на 2018 г.



Цель исследования. Учитывая самовозобновляемый характер лесных ресурсов, их следует рассматривать в качестве одного из основных факторов для реструктуризации экономики лесоресурсных регионов. Создание условий для устойчивого (равновесного) лесопользования требует разработки методологических основ организационно-экономического регулирования этого процесса государством. Целью исследования является разработка основных методологических положений государственного регулирования сбалансированного лесопользования, включая оценку эффективности применяемого инструментария.

Результаты исследования. Создание условий для сбалансированного лесопользования предполагает реализацию методологических положений регулирования этого процесса с использованием экономического и административного инструментария. В число методологических принципов государственного регулирования лесопользования предлагается включить следующие:

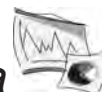
- приоритетность экологических целевых ориентиров, возможность экономического роста лишь при сохранении механизма биотической регуляции лесных экосистем;
- сбалансированность объемов использования и возобновления лесных ресурсов;
- концентрация внимания на охране лесных ресурсов в условиях истощения лесного потенциала как всей планеты, так и Российской Федерации;
- недопущение бесплатности лесопользования, совершенствование системы платежей с ориентацией на их рентообразующий характер.

Исполнение *принципа приоритетности экологических ориентиров* предусматривает осуществление непрерывного неистощительного пользования лесами (ННПЛ), предложенного и обоснованного еще в 1927 г. М. М. Орловым и другими исследователями. Подобное лесопользование предусматривает установление ежегодного объема рубок главного пользования на таком уровне, который не даст возможности сокращения объема пользования лесом в последующие годы и позволит осуществлять наиболее полное использование древесных ресурсов в течение оборота рубки. Для возобновляемых природных ресурсов, к которым относится лес, возобновление ресурсов необходимо в целях сохранения их для будущих поколений, при этом сохранению подлежит и биологическое разнообразие лесов, позволяющее поддерживать способность лесных экосистем к саморегуляции [1–4 и др.].

Выдвинутое на законодательном уровне требование непрерывного неистощительного пользования лесами приобрело основополагающую значимость после конференции ООН по окружающей среде

и развитию (Рио-де-Жанейро, 1992 г.). ННПЛ служит основой нормативно-правового обеспечения организации лесного хозяйства, в том числе организации воспроизводства. Организация лесного хозяйства осуществляется при этом на достаточно крупных участках при создании непрерывно-производящего леса (НПЛ), когда параллельно с вырубкой леса производится его посадка. НПЛ создается в рамках соответствия каждой породе и условиям ее произрастания. Лесные массивы представляют собой обычно совокупность завершенных и незавершенных НПЛ. Для управления ими на разных управленческих уровнях используется программно-целевой подход, ориентированный на разработку программ использования и воспроизводства лесов при внедрении в практику лесопользования современных методов сохранения биоразнообразия и совершенствования контроля за их результативностью, что позволяет осуществлять постоянное воспроизводство вырубленного леса с соответствующими показателями лесистости.

Однако до сих пор достаточно широко распространены и второй подход, предусматривающий периодическое пользование лесом на основе одноразовой вырубки леса за весь его оборот рубки. Исторически он характерен для мелких частновладельческих лесов (от нескольких гектаров до нескольких десятков гектаров). Владельцы таких участков в силу их ограниченной площади не могут организовать непрерывное ежегодное пользование лесом и вырубать его целиком. В последующем вырубленный лесной массив может вообще не возобновиться, если данный участок начинает использоваться, например, для сельскохозяйственных нужд (пашня, сенокос, выгон для скота и т. д.). Таким образом, при использовании второго подхода леса могут исчезнуть вообще либо высокоствольные леса заменяются низкорослыми (низкоствольными) с характерными для них короткими оборотами рубок. Примером может служить свод лесов в царской России в средней и южной полосах европейской части, где лесистость снизилась в 2–3 раза. То же самое происходило и в условиях плановой экономики, когда при таком подходе были сведены лесные массивы в основных районах лесозаготовок, особенно при освоении новых лесных баз северных территорий. В качестве наиболее яркого примера можно привести разработку лесных ресурсов в зонах железных дорог «Тавда – Усть-Яха» и «Ивдель – Обь», где в кратчайшие сроки (среднегодовой объем вывозки древесины в 1976–1990 гг. составлял около 10 млн м³, достигнув максимума (более 12 млн м³) в 1988 г.) были сведены леса на территории Кондинского, Советского и Октябрьского районов ХМАО – Югры. В настоящее время объем вывозки древесины здесь снизился на поря-



док, основные места вырубки оказались отодвинуты на сотни километров от мест дислокации созданных в начальный период освоения лесозаготовительных предприятий.

Даже простое сопоставление данных подходов к организации лесного хозяйства свидетельствует об ошибочности второго подхода, его неэффективности в отношении воспроизводства лесных ресурсов, что влечет за собой снижение общей величины биомассы и, соответственно, возможные нарушения регулятивных функций биоты лесных ресурсов.

По мнению исследователей Всемирного фонда дикой природы (WWF), российское законодательство не обеспечивает неистощительность лесопользования и не воспринимает лес как экосистему и среду обитания. Декларируемые основные принципы лесного законодательства, в том числе такой, как многоцелевое и неистощительное использование лесов, зачастую не находят развития в законодательстве и практического применения. Для соблюдения принципа неистощительного лесопользования охрана и воспроизводство лесов должны быть полностью обеспечены необходимыми ресурсами: финансовыми, материальными, трудовыми, техническими и др., а само неистощительное лесопользование должно стать обязанностью лесопользователей, государства и институтов гражданского общества по отношению к будущим поколениям.

Отдельным аспектом институционального характера реализации ННПЛ являются требующие регулирования проблемы, связанные с договорными отношениями при лесопользовании [5]. Сейчас договоры аренды лесных участков заключаются на срок от десяти до 49 лет. Однако в последнее время участились предложения, связанные с увеличением указанного срока. В 2014 г. был даже подготовлен проект федерального закона «О внесении изменений в статьи 72 и 74 Лесного кодекса Российской Федерации», который предусматривал увеличение срока аренды лесных участков до 98 лет и возможность заключения договора сразу на весь этот период. Пояснения данного изменения сводятся к тому, что увеличение срока аренды позволит добросовестным арендаторам планировать долгосрочное развитие бизнеса с целью обеспечения сырьем лесоперерабатывающих производств, гарантировать сырьевую безопасность, что является важным критерием для кредитных учреждений, принимающих решения о кредитовании инвестиционных проектов в лесопромышленном комплексе. При этом они считают, что необходимо учитывать, что традиционно оборот рубки составляет порядка 100 лет. Однако ряд исследователей, к которым присоединяются и авторы, не разделяет мнения о целесообразности проведения таких реформ. В частности, Совет при Президенте РФ по

кодификации и совершенствованию гражданского законодательства отмечает, что «потенциальная возможность передачи лесного участка в пользование одному лицу на 98-летний срок почти равносильна его приватизации и будет способствовать необоснованному ограничению конкуренции» [6]. На взгляд Д. А. Ивановой, «возможность заключения договора аренды лесных участков на столь длительный срок противоречит основам планирования, поскольку разрабатываемые предпринимателями планы и стратегии развития формируются на срок до 10 лет (за этот срок происходит полный оборот активной части производственных фондов, что может привести к изменению технологии) и целесообразность планирования деятельности почти на 100-летний период достаточно дискуссионна в силу быстрой изменчивости внешней среды и жизненных обстоятельств» [7, с. 143].

Анализ мирового опыта показывает, что наиболее целесообразно установление следующих сроков лесопользования: краткосрочный (до года), среднесрочный (3–5 лет) и долгосрочный (20–25 лет). Возможность предоставления арендаторам лесного участка на 98 лет является явно необоснованной, так как в указанный срок дважды произойдет смена технологических укладов, а также не одна смена управляющих, сотрудников хозяйствующего субъекта, принципы работы которых, их моральные ориентиры могут существенно отличаться от действовавших ранее; может измениться отношение лесопользователей к выполнению своих обязанностей (причем не в лучшую сторону), что увеличит риск невыполнения мероприятий по охране и воспроизводству лесов.

На наш взгляд, срок аренды лесных участков следует ограничить периодом в 20–25 лет, а в отношении предприятий, начинающих деятельность по заготовке или переработке древесины, – еще меньшим сроком, так как данным хозяйствующим субъектам только предстоит доказать свою состоятельность как ответственных участников лесных отношений. Считаем, что срок аренды лесных участков для указанных предприятий следует ограничить десятилетним сроком, который имеет экономическое обоснование, связанное с циклическим характером формирования и воспроизводства основного капитала. За десять лет завершается фактический срок службы, цикл оборота капиталоемких основных производственных фондов, осуществляется их полная амортизация. Этот срок достаточен для оценки эффективности деятельности лесопользователей, в частности в отношении проведения работ по лесовосстановлению.

Принцип сбалансированности объемов использования и возобновления лесных ресурсов включает аспект повышения эффективности процесса лесовосстановительных работ. Погибшие, поврежденные



Таблица 1
Динамика лесовосстановительных работ в УрФО, га
Table 1
Dynamics of reforestation works in UFD, ha

Регионы УрФО Regions UFD	2001–2005	2006–2010	2011–2015	2007	2010	2015
Курганская область Kurgan region	16 100/3220	22 900/4580	20 500/4100	4500	4600	3800
Свердловская область Sverdlovsk region	106 300/21 260	119 100/23 820	128 000/25 600	24 200	25 600	24 400
Тюменская область Tyumen region	33 300/6660	34 100/6820	38 900/7780	7800	6700	6700
ХМАО – Югра KhMAO – Ugra	95 700/19 140	101 200/20 240	88 000/17 600	20 900	18 300	14 700
ЯНАО YNAO	23 600/4720	23 700/4740	3500/700	4800	4800	500
Челябинская область Chelyabinsk region	17 300/3460	16 900/3380	16 100/3220	3400	3800	2800
Итого Total	292 400/58 480	317 700/63 540	295 000/59 000	65 600	63 800	52 900

Примечание: после косой черты приведены среднегодовые показатели.

Рассчитано по источникам: Регионы России. Социально-экономические показатели. 2009 : стат. сб. М., 2009. С. 605; Регионы России. Социально-экономические показатели. 2010 : стат. сб. М., 2010. С. 609; Регионы России. Социально-экономические показатели. 2016 : стат. сб. М., 2016. С. 791.

Note: after slash the annual average are given.

Calculated by sources: Regions of Russia. Socio-economic indicators. 2009 : stat. M., 2009. P. 605; Regions of Russia. Socio-economic indicators. 2010 : stat. M., 2010. P. 609; Regions of Russia. Socio-economic indicators. 2016 : stat. M., 2009. P. 791.

и вырубленные леса подлежат воспроизводству путем лесовосстановления. Естественное восстановление осуществляется за счет самовосстановления, искусственное – путем создания лесных культур, комбинированное – за счет сочетания этих двух видов. Стандартная структура лесовосстановления обязательно включает в себя работы по выполнению посадок и посева леса по комбинированному лесовосстановлению, уходу за лесными культурами и содействию естественному восстановлению, по дополнению лесных культур, а также подготовке почвы под культуры будущего года. При этом показателем качества и количества воспроизводства лесов служит ввод молодняков в категорию ценных древесных насаждений, в том числе за счет перевода в покрытые лесом земли лесных культур.

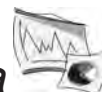
Недостаточные объемы восстановления лесных массивов отмечаются по всему миру. Согласно статистическим данным как в целом по России, так и по УрФО с начала 1990-х гг. в связи с рыночными преобразованиями произошло значительное снижение объемов работ по лесовосстановлению. К 2000 г. они снизились по сравнению с 1990 г. примерно в 2,7 раза: с 175,6 до 64,3 тыс. га, оставались в дальнейшем примерно на этом же уровне (табл. 1).

В целях расширения масштабов работ по возобновлению лесных ресурсов необходимо вернуться к практике отчислений на воспроизводство, охрану и защиту лесов, которые ранее предусматривались лесным и налоговым законодательством в виде 5 %-го земельного налога от лесных податей за главное пользование лесом. Требуется дополнительное обоснование размера данных отчислений, но ак-

туальность их введения неоспорима, так как в этом случае денежные средства имеют прямое целевое назначение.

Возобновление лесного потенциала возможно также за счет рекультивации лесных земель. Нарушение, рубка лесов связаны в первую очередь с освоением ресурсов недр. С каждым годом влияние горных разработок, освоение нефтегазовых ресурсов сказываются на окружающей среде все значительнее. Площади нарушенных земель, требующих восстановления (лесовосстановительная рекультивация – самый распространенный способ), растут. Как показывает практика, природопользователи в лучшем случае выполняют технический этап рекультивации, денежные же средства на осуществление биологического этапа, которые перечисляются муниципалитетам, чаще всего по назначению не используются. Требование проведения рекультивационных работ является обязательным, однако его выполнение оставляет желать лучшего. Искусственные леса, появляющиеся на нарушенных землях, подтверждают результативность рекультивационной деятельности, направленной на восстановление живой биоты. Биологический этап рекультивации требует особого внимания к мелиоративным работам, что в конечном счете способствует приживаемости и росту культивируемой растительности за счет формирования наиболее благоприятных агрохимических и водно-физических условий. Эффективность рекультивации лесных земель определяется как:

$$\mathcal{E} = \frac{O_{\text{л}} - O_3 + Y}{3} \times 100 \%, \quad (1)$$



где $\mathcal{E}$ – эффективность рекультивационных работ по восстановлению лесного потенциала, %; $O_{\text{л}}$ – ценность восстанавливаемых лесных ресурсов, тыс. руб.; $O_{\text{з}}$ – ценность земель, используемых в качестве территориального ресурса, тыс. руб.; U – предотвращаемый ущерб (ликвидация загрязнения атмосферы, водных ресурсов, почв благодаря рекультивации нарушенных земель), тыс. руб.; Z – затраты на проведение рекультивации лесных земель, тыс. руб.

Поправочным повышающим коэффициентом может быть учтен эффект на сопредельных территориях, учитывая имевший место перенос загрязняющих веществ с нарушенных земель на соседние с ними территории. При этом чем выше ценность восстанавливаемых лесов, тем больше $\mathcal{E}$.

Эффективность работ по восстановлению лесных ресурсов во многом зависит от качества посадочного материала, что напрямую касается создания единого генетико-селекционного комплекса, состоящего из постоянной лесосеменной базы (ПЛСБ) и лесных генетических резерватов (ЛГР). В условиях постоянной лесосеменной базы, состоящей из селекционно-семеноводческих объектов (лесосеменных плантаций, постоянных лесосеменных участков, плюсовых насаждений и пр.), происходит массовое производство семян с улучшенными наследственными свойствами. Лесной генетический резерват – это участок леса, типичный по своим фитоценотическим, лесоводственным и лесорастительным показателям для данного природно-климатического региона, на которых сосредоточена ценная в генетико-селекционном отношении часть популяции вида лесных культур. Резерваты, не являясь селекционно-семеноводческими объектами, используются для выделения плюсовых деревьев и насаждений, сбора семян, пыльцы и черенков. Популяционно-генетическими исследованиями доказано, что в основу генетического улучшения лесов должны быть положены принципы сохранения генофонда на популяционной основе, что и реализуется в ЛГР, которые в настоящее время являются своеобразной естественной базой лесной генетики и селекции.

Основные принципы выделения ЛГР заложены в [8], однако как отмечают его ведущие разработчики, А. И. Ирошников и А. К. Махнев, назрела необходимость в принятии нового положения, отражающего современные реалии лесопользования и обосновывающего экономические эффекты создания лесных генетических резерватов [9].

Эффективность использования ЛГР в воспроизводстве лесных ресурсов ($\mathcal{E}$) рекомендуется определять по формуле:

$$\mathcal{E} = \frac{(O_{\text{пл}} - O_{\text{фл}}) + \mathcal{E}_{\text{п}}}{Z_{\text{ЛГР}}} \times 100 \%, \quad (2)$$

где $O_{\text{пл}}$ – экономическая оценка лесных ресурсов при использовании посадочного материала с ЛГР, тыс. руб.; $O_{\text{фл}}$ – экономическая оценка лесных ресурсов без использования посадочного материала с ЛГР, тыс. руб.; $\mathcal{E}_{\text{п}}$ – экономический эффект, формируемый за счет снижения потерь посадочного материала в результате более высокой приживаемости посадочного материала с ЛГР, тыс. руб.; $S_{\text{ЛГР}}$ – затраты на создание лесных генетических резерватов, тыс. руб.

Принцип концентрации внимания на охране лесных ресурсов в условиях истощения лесного потенциала как всей планеты, так и Российской Федерации. Истощение лесного потенциала также связано с неэффективно проводимыми мероприятиями по охране лесов. Так, проблема нелегальной заготовки древесины входит в число самых серьезных угроз для экономического развития лесопромышленного комплекса уже на протяжении многих лет. По оценке Комитета Государственной Думы по природным ресурсам, природопользованию и экологии РФ, объем незаконных рубок в 2005 г. составил 706 тыс. куб. м, в 2011 г. – почти 1,2 млн куб. м, в 2012 г. – 1,05 млн куб. м, в 2013 г. – 1,08 млн куб. м, а в 2014 г. достиг 1,3 млн куб. м (около 1 % от общего объема лесозаготовок). В то же время согласно независимым оценкам WWF России и Всемирного банка незаконное происхождение имеет 20 % древесины, заготавливаемой в Российской Федерации (или около 35 млн куб. м). Общая величина экономического ущерба бюджету Российской Федерации от незаконного оборота древесины оценивается от 13 млрд до 30 млрд руб. ежегодно [10]. Нелегальная заготовка древесины (80 % которой, по некоторым оценкам, сосредоточено на арендованных лесных участках) оказывает крайне негативное влияние на конкурентоспособность предприятий, так как «черные лесорубы» реализуют древесину по более низким ценам, что отрицательно воздействует на развитие лесопромышленных предприятий.

В борьбе с браконьерами рекомендуется усовершенствование компенсационного механизма, связанного с возмещением потерь из-за нарушения лесного законодательства (самовольная вырубка лесных ресурсов, нарушение правил рубки и т. д.). В современных условиях размер штрафных платежей не отражает величины наносимого вреда. Предлагается устанавливать в качестве нижней границы величину затрат на восстановление (посадку) леса на незаконно вырубленных участках. Верхняя граница может соответствовать величине экономического ущерба (экономической оценке лесных ресурсов, изымаемых из природной среды при незаконной вырубке леса). В этом случае, во-первых, штрафные платежи становятся реальным рычагом воздействия на нелегальных лесопользователей, во-вторых, появляются

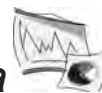


Таблица 2
Число случаев лесных пожаров в России и ее регионах в 2013–2016 гг.

Table 2

The number of forest fires in Russia and its regions in 2013–2016

Федеральный округ <i>Federal district</i>	2013		2014		2015.		2016	
	Число случаев <i>Number of cases</i>	%	Число случаев <i>Number of cases</i>	%	Число случаев <i>Number of cases</i>	%	Число случаев <i>Number of cases</i>	%
Российская Федерация <i>Russian Federation</i>	9991	100,0	16 865	100,0	12 337	100,0	11 025	100,0
Центральный <i>Central</i>	244	2,4	1189	7,1	582	4,7	266	2,4
Северо-Западный <i>Northwestern</i>	1906	19,1	1869	11,1	845	6,8	870	7,9
Южный <i>Southern</i>	21	0,2	52	0,3	115	0,9	152	1,4
Северо-Кавказский <i>North-Caucasus</i>	10	0,1	11	0,1	24	0,2	3	0,03
Приволжский <i>Privolzhsky</i>	805	8,1	923	5,5	787	6,4	718	6,5
Уральский <i>Ural</i>	2718	27,2	1943	11,5	1415	11,5	2541	23,0
Сибирский <i>Siberian</i>	3222	32,2	8531	50,6	6880	55,8	4890	44,37
Дальневосточный <i>Far Eastern</i>	1065	10,7	2347	13,9	1689	13,7	1585	14,4

Составлено по источникам: Регионы России. Социально-экономические показатели. 2016 : стат. сб. С. 878–881

Compiled by source: Regions of Russia. Socio-economic indicators. 2016 : stat. P. 878–881

дополнительные финансовые средства для возобновления лесных ресурсов. Помимо ужесточения системы штрафных платежей несомненно эффективной мерой по борьбе с торговлей незаконно заготовленной древесиной является развитие лесной сертификации, когда сертификат подтверждает легальность происхождения древесины.

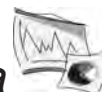
Существенный урон лесному хозяйству наносят и пожары (табл. 2). Динамика количества пожаров в разрезе областей и автономных округов Уральского федерального округа отображена в работе [11].

Площадь, пройденная пожарами, зависит от погодных условий и во многом от человеческого фактора, который является в ряде случаев причиной этого не совсем стихийного бедствия. По данным Федерального агентства лесного хозяйства, в общем количестве лесных пожаров доля лесных пожаров, возникающих по вине граждан, составляет около 60 % [7, с. 25]. По мнению ряда ученых, официальные данные по площадям пожаров и наносимому ими ущербу существенно занижаются, что создает серьезное препятствие на пути принятия управленческих решений по ведению полноценной и своевременной борьбы с пожарами, а также при оценке ущерба от их влияния на природу и экономику страны. В практике охраны лесов от пожаров используются три основных способа их обнаружения: наземное маршрутное патрулирование, стационарная служба обнаружения (наблюдательные пункты, мачты, вышки) и использование аэрокосмических средств. Развитие охраны

лесов от пожаров требует оснащения новыми техническими средствами, укрепления парка лесной авиации, использования геоинформационных систем ГЛОНАСС. Пожарам может противостоять хорошая организация, укомплектование команды «лесных сторожей». В настоящее время существенно сокращены финансовые средства и численность лесничих.

Заслуживает внимания положительный опыт зарубежных стран по созданию целевого фонда государственной поддержки лесного сектора. Средства этого фонда могут быть использованы на компенсацию негативных процессов в лесном секторе, на возобновление лесных ресурсов, на строительство лесовозных дорог и др. Источником формирования целевого фонда должны выступать бюджетные средства (федеральные и региональные бюджетные средства). Считаем, что из данного фонда должны компенсироваться и затраты, осуществляемые лесопользователями, которые превышают размер компенсационных штрафных платежей.

Реализация принципа недопущения бесплатности лесопользования обуславливает необходимость совершенствования системы платежей с ориентацией на их рентообразующий характер. В целях исключения возможности бесплатного лесопользования требует корректировки порядок предоставления лесных участков в аренду. В настоящее время согласно ст. 80 Лесного кодекса РФ, если в аукционе участвовали менее двух участников, он признается несостоявшимся, и не позднее чем через десять дней после



проведения аукциона орган государственной власти или орган местного самоуправления не вправе отказать от заключения договора купли-продажи лесных насаждений или договора аренды лесного участка с единственным участником аукциона по минимальной ставке (начальной цене предмета аукциона). Данное условие, на наш взгляд, влечет за собой высокий риск возникновения коррупционных связей и способствует недополучению дохода в бюджет.

Дело в том, что в случае, если аукцион по продаже права на заключение договора аренды лесного участка или договора купли-продажи лесных насаждений не состоялся из-за отсутствия желающих участвовать в нем, допускается проведение аукциона, по результатам которого заключается договор аренды лесного участка, предусматривающий начало срока внесения арендной платы по истечении первых пяти лет срока договора аренды лесного участка. Представляется, что указанное условие нарушает принцип платности использования лесов и ставит под сомнение возможность устойчивого управления лесами с целью создания условий для непрерывного, неистощительного лесопользования. Фактически арендатор пользуется правом бесплатного использования лесных ресурсов в течение пяти лет, при этом велика вероятность того, что к окончанию срока он завершит и свою деятельность.

Выводы и рекомендации. Сбалансированное лесопользование предполагает рациональность использования лесных ресурсов, а также их возобновление и охрану. Создание условий для подобного лесопользования требует от государства регулирования этих процессов в соответствии с разработанными автора-

ми основополагающими принципами с использованием административного и экономического инструментария.

Можно дать ряд практических рекомендаций.

1. Организация лесного хозяйства должна осуществляться на основе непрерывного неистощительного пользования лесами (ННПЛ), что способствует сохранению механизма биотической регуляции лесных экосистем при изъятии лесных ресурсов из природной среды.

2. Срок аренды лесных участков следует ограничить периодом в 20–25 лет, а в отношении предприятий, начинающих деятельность по заготовке или переработке древесины, – десять лет.

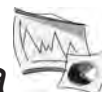
3. Решение проблемы возобновления лесных ресурсов рекомендуется осуществлять путем: возврата к практике отчислений на воспроизводство, охрану и защиту лесов; ужесточения контроля за выполнением проектов по рекультивации лесных земель; реализации положительного опыта создания генетических резервов.

4. Сокращение потерь леса из-за пожаров, нелегальных рубок требует: усовершенствования компенсационного механизма возмещения вреда; введения идентификации экспортируемой легально заготовленной древесины; укомплектования лесных служб кадрами и необходимым снаряжением для борьбы с пожарами.

5. Целесообразно использование положительного опыта зарубежных стран по созданию целевого фонда государственной поддержки лесного сектора, а также корректировка Лесного кодекса в целях исключения бесплатного пользования лесами.

Литература

1. Глазачев С. Н., Косоножкин В. И. «Экологические пределы» глобального мира // Вестник международной академии наук (русская секция), 2017. № 1. С. 56–60. URL : http://www.heraldrsias.ru/download/articles/11_Glazachev_1.pdf (дата обращения: 09.01.2018).
2. Национальная стратегия сохранения биоразнообразия. М., 2001. 76 с.
3. Логинов В. Г., Кубарев М. С., Литвинова А. А. Лесные ресурсы: специфические особенности функционирования и использования // Экономика и социум. 2017. № 1. С. 1128–1136.
4. Денисов В. В., Кулакова Е. С., Денисова И. А. Экологические основы природопользования. Ростов н/Д : Феникс, 2014. 456 с.
5. Логинов В. Г., Литвинова А. А., Кубарев М. С. Институциональное обеспечение государственного регулирования лесопользования // Аграрное образование и наука. 2017. № 3. URL : <http://aon.urgau.ru/ru/issues/26/articles> (дата обращения: 10.01.2018).
6. Экспертные заключения 2014 года // Исследовательский центр частного права имени С. С. Алексеева при Президенте Российской Федерации. URL : http://privlaw.ru/wp-content/uploads/2015/10/7_zakl_08-09_2014.doc (дата обращения: 17.10. 2015).
7. Иванова Д. А. Модернизация механизма развития лесопромышленного комплекса Байкальского региона : дис. ... канд. экон. наук. Иркутск, 2017. 229 с.
8. Положение о выделении и сохранении генетического фонда древесных пород в лесах СССР : утв. приказом Гослесхоза от 13 августа 1982 г. № 112 // URL : <http://docs.cntd.ru/document/499053903> (дата обращения: 31.10.2017).



9. Ирошников А. И., Макеев А. К. Проблемы сохранения генофонда основных лесобразующих видов России и его мониторинга // URL : http://www.nsc.ru/ws/cfgrs2009/tezisy_1/1/5.htm (дата обращения: 30.10.2017).
10. Прогноз развития лесного сектора Российской Федерации до 2030 года. Рим : ФАО, 2012. 86 с. // URL : <http://www.fao.org/3/a-i3020r.pdf> (дата обращения: 12.01.2018).
11. Логинов В. Г., Игнатьева М. Н. Лесосырьевой потенциал Уральского федерального округа: состояние и использование // Известия УГТУ. 2017. Вып. 3. С. 102–107.

References

1. Glazachev S. N., Kosonozhkin V. I. «Ecological limits» of the global world // Bulletin of the International Academy of Sciences (Russian section), 2017. No. 1. P. 56–60. URL : http://www.heraldrsias.ru/download/articles/11_Glazachev_1.pdf (reference date: 09.01.2018).
2. National strategy for biodiversity conservation. M., 2001. 76 p.
3. Loginov V. G., Kubarev M. S., Litvinova A. A. Forest resources: specific features of functioning and use // Economics and society, 2017. No. 1. P. 1128–1136.
4. Denisov V. V., Kulakova E. S., Denisova I. A. Ecological basis of nature management. Rostov-on-Don : Phoenix, 2014. 456 p.
5. Loginov V. G., Litvinova A. A., Kubarev M. S. Institutional Support of State Regulation of Forest Use // Agrarian Education and Science. 2017. No. 3. URL : <http://aon.urgau.ru/en/issues/26/articles> (reference date: 10.01.2018).
6. Expert opinions of 2014 // Private Law Research Center named after S. S. Alekseev under the President of the Russian Federation. URL : http://privlaw.ru/wp-content/uploads/2015/10/7_zakl_08-09_2014.doc (reference date: 17.10.2015).
7. Ivanova D. A. Modernization of the mechanism for the development of the timber industry complex of the Baikal region: dis. ... cand. econ. sciences. Irkutsk, 2017. 229 p.
8. Regulations on the allocation and conservation of the genetic fund of tree species in the forests of the USSR : Order of the State Forestry Service of August 13, 1982 No. 112 // URL : <http://docs.cntd.ru/document/499053903> (reference date: 31.10.2017).
9. Iroshnikov A. I., Makeev A. K. The problems of conservation of the gene pool of the main forest-forming species of Russia and its monitoring // URL : http://www.nsc.ru/ws/cfgrs2009/tezisy_1/1/5.htm (reference date: 30.10.2017).
10. Forecast of development of the forest sector of the Russian Federation until 2030. Rome : FAO, 2012. 86 p. // URL: <http://www.fao.org/3/a-i3020r.pdf> (reference date: 12.01.2018).
11. Loginov V. G., Ignatyeva M. N. Forest raw potential of the Ural federal district: state and use // Izvestiya USGU. 2017. Vol. 3. P. 102–107.



Перечень вступительных испытаний для абитуриентов

СПЕЦИАЛЬНОСТИ, НАПРАВЛЕНИЯ	Вступительные испытания
21.03.02 - «Землеустройство и кадастры»	Математика (профильный уровень), физика, русский язык
35.03.04 - «Агрономия»	Математика (профильный уровень), биология, русский язык
35.03.05 - «Садоводство»	Математика (профильный уровень), биология, русский язык
35.03.10 - «Ландшафтная архитектура»	Математика (профильный уровень), биология, русский язык
23.03.03 - «Эксплуатация транспортно- технологических машин и комплексов»	Математика (профильный уровень), физика, русский язык
35.03.06 - «Агроинженерия»	Математика (профильный уровень), физика, русский язык
36.03.01 - «Ветеринарно-санитарная экспертиза»	Математика (профильный уровень), биология, русский язык
36.05.01 - «Ветеринария»	Математика (профильный уровень), биология, русский язык
19.03.03 - «Продукты питания животного происхождения»	Математика (профильный уровень), биология, русский язык
35.03.07 - «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции»	Математика (профильный уровень), биология, русский язык
36.03.02 - «Зоотехния»	Математика (профильный уровень), биология, русский язык
38.03.07 - «Товароведение»	Математика (профильный уровень), обществознание, русский язык
38.03.01 - «Экономика»	Математика (профильный уровень), обществознание, русский язык
38.03.02 - «Менеджмент»	Математика (профильный уровень), обществознание, русский язык
38.03.03 - «Управление персоналом»	Математика (профильный уровень), обществознание, русский язык
15.03.02 - «Технологические машины и оборудование»	Математика (профильный уровень), физика, русский язык
20.03.01 - «Техносферная безопасность»	Математика (профильный уровень), физика, русский язык
44.03.04 - «Профессиональное обучение»	Математика (профильный уровень), обществознание, русский язык

Приемная комиссия: г. Екатеринбург, ул. К. Либкнехта, 42
тел. 8 (343) 350-58-94, 227-27-77

www.urgau.ru vk.com/abiturient_urgau