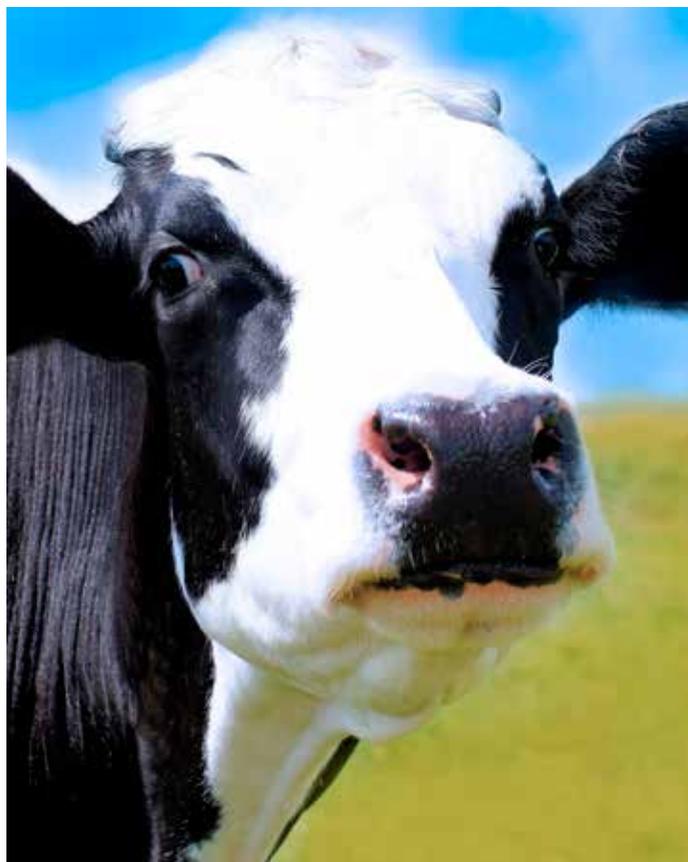


# Наука и инновации

№8 (222)  
АВГУСТ 2021

научно-  
практический  
журнал



**НОВЫЕ  
ТЕХНОЛОГИИ  
В ЖИВОТНОВОДСТВЕ**



ISSN 1818-9857



9 771818 985001 08

ISSN 2412-9372 (online)

# ОБОРУДОВАНИЕ И РЕШЕНИЯ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ МЕЛКИХ ЛАБОРАТОРНЫХ ЖИВОТНЫХ

- Бихевиоральные системы и испытательные комплексы метаболизма.
- Станции ветеринарной анестезии.
- Оборудование для физиологии.
- Комплексы мониторинга физиологических параметров грызунов.
- Модульные решения для доклинических исследований мелких животных.
- Камеры эвтаназии.
- Биозащитные станции.

Theseus Lab S.r.o., 110 00, Václavské náměstí, 808/66,  
Nove Mesto, Prague, 1, Czech Republic



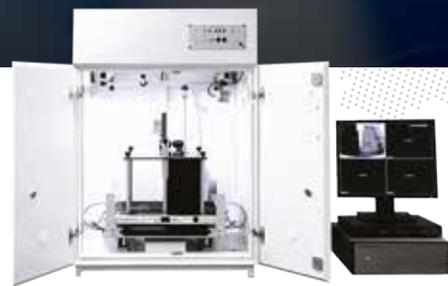
Станция ветеринарной анестезии



Мультимодульная стойка для эвтаназии CO<sub>2</sub>



Хирургическая платформа для манипуляций



Многоцелевая модульная система для оценки когнитивных способностей



**Обеспечим оборудованием для проведения исследований лабораторных животных**

Предоставляем полный комплекс работ – от подготовки оптимального решения и проектирования до поставки оборудования, монтажа и обучения персонала

**Звоните:** +375 (29) 640-41-26 **Пишите:** [salesTL@theseuslab.by](mailto:salesTL@theseuslab.by)

**Theseus** Lab<sup>®</sup>  
[theseuslab.by](http://theseuslab.by)



Зарегистрирован в Министерстве информации Республики Беларусь, свидетельство о регистрации №388 от 18.05.2009 г.

**Учредитель:**

Национальная академия наук Беларуси

**Редакционный совет:**

В. Г. Гусаков – <i>председатель совета</i>	Ж. В. Комарова С. А. Красный Н. П. Крутько
П. А. Витязь – <i>зам. председателя</i>	В. А. Кульчицкий М. В. Мясникович О. Г. Пеняzków О. О. Руммо
В. В. Байнев А. И. Белоус И. В. Войтов И. Д. Волотовский С. В. Гапоненко С. И. Гриб А. Е. Дайнеко Н. С. Казак Э. И. Коломиец	Н. С. Сердюченко И. А. Старовойтова А. В. Тузиков И. П. Шейко А. Г. Шумилилин В. Ю. Шутилин С. В. Харитончик

**Главный редактор:**

Жанна Комарова

**Ведущие рубрик:**

Ирина Емельянович  
Наталья Минакова

Татьяна Жданович  
Юлия Василишина

**Дизайн и верстка:**

Алексей Петров  
на обложке: коллаж Алексея Петрова

**Маркетинг и реклама:**

Елена Верниковская

**Адрес редакции:**

220072, г. Минск, ул. Академическая, 1-129.  
Тел.: (017) 351-14-46,  
e-mail: nii2003@mail.ru,  
www.innosfera.by

**Подписные индексы:**

007 532 (ведомственная)

00 753 (индивидуальная)

Формат 60x84 1/8. Бумага офсетная.  
Печать цифровая. Усл. печ. л. 9,8.  
Тираж 496 экз. Цена договорная.  
Подписано в печать 17.08.2021.

**Издатель и полиграфическое**

**исполнение:** РУП «Издательский дом

«Беларуская навука».

Свид. о гос. рег. №1/18 от 02.08.2013.

ЛП №02330/455 от 30.12.2013.

г. Минск, ул. Ф. Скорины, 40. Заказ №183.

© «Наука и инновации»

При перепечатке и цитировании ссылка на журнал обязательна.

За содержание рекламных объявлений редакция ответственности не несет.

Мнение редакции не всегда совпадает с мнением авторов статей.

Рукописи не рецензируются и не возвращаются.

# Содержание

**ТЕМА НОМЕРА: НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ**

*Наталья Минакова*

**Геномные технологии для животноводства ..... 4**

Интервью с директором Института генетики и цитологии НАН Беларуси, членом-корреспондентом Русланом ШЕЙКО о вкладе генетики в развитие животноводства.

*Иван Коронец*

**Новая порода молочного скота ..... 9**

Создана и апробирована новая голштинская порода молочного скота отечественной селекции, позволяющая повысить генетический потенциал молочной продуктивности стад, получать высокоценный племенной молодняк.

*Николай Попков, Владимир Тимошенко, Андрей Музыка*

**Инновационные технологии производства молока ..... 14**

Проанализированы подходы, используемые при создании ферм нового поколения с полной автоматизацией производственных процессов.

*Александр Царенок*

**Животноводство в зоне бедности ..... 20**

Проведен ретроспективный анализ организации радиологического контроля на предприятиях пищевой промышленности и динамики уровней производства молока и мяса согласно требованиям санитарно-гигиенических нормативов по содержанию радионуклидов.

*Ольга Епишко, Елена Юрченко, Ольга Вертинская*

**Идентификация брахиспинального синдрома и дефицита холестерина ..... 26**

Приведены результаты идентификации брахиспинального синдрома и дефицита холестерина в популяции отечественного крупного рогатого скота.

*Николай Ковалев, Юрий Ломако*

**Коронавирусные болезни животных и вакцины против них ..... 30**

Изложены этапы разработки, составы, технологии изготовления, антигенная активность, иммунологическая эффективность и результаты применения в производстве ассоциированных вакцин.

*Николай Барулин*

**Интенсивная аквакультура ..... 36**

Проанализированы актуальность и современное состояние интенсивной аквакультуры в нашей стране.

*Елена Таразевич*

**Инновации в создании кроссов карпа с высокими товарными признаками ..... 41**

Приводятся основные направления развития высокоинтенсивных технологий производства рыбной продукции в Беларуси, проведен анализ ситуации по ведению селекционно-племенной работы с породами карпа.

## ЦИФРОВАЯ ПЕРСПЕКТИВА

*Борис Паньшин*

### Цифровая культура: теория и практика ..... 45

Показана необходимость разработки теоретических и методологических основ формирования цифровой культуры для анализа и прогнозирования последствий цифровой трансформации, обобщения лучших практик регулирования и применения цифровых технологий в экономике и социуме.

*Элеонора Лутохина*

### Удаленная форма занятости и ее влияние на процессы цифровизации ..... 52

Рассматриваются предпосылки, условия и особенности удаленной работы в пандемический период, выявляются риски данной формы занятости.

## АГРОЭКОНОМИКА

*Егор Гусаков*

### Принципы и эффективность организационно-экономического механизма кластерной организации АПК ..... 55

В статье изложена методика и сформулированы принципы оценки эффективности функционирования кластерных образований.

*Екатерина Тавгень, Анна Вразалица*

### Мировой рынок льняной продукции: обзор ..... 61

Представлены ведущие экспортеры и импортеры льняной продукции, анализируются ее объемы по основным сегментам: волокно, пряжа и ткань. Рассматриваются позиции Республики Беларусь и Российской Федерации на этом рынке.

*Ольга Пашкевич*

### Сельское хозяйство Таиланда: ресурсы, занятость, регулирование ..... 68

Рассматривается устройство аграрной сферы Королевства Таиланд и философия производства и потребления, развития фермерства и государственного управления.

## ВНЕШНЕЭКОНОМИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

*Андрей Калинин*

### Роль экспорта образовательных услуг в экономике Беларуси ..... 75

Дается оценка прямого и косвенного вклада экспорта образовательных услуг в экономику страны.

## ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ

*Елена Громадская, Дарья Баканова*

### Инвентаризация родников Беларуси ..... 79

Авторы анализируют различные типы родников нашей страны, их местоположение и представляют созданную ими интерактивную карту этих уникальных водных источников.



СТР. 9



СТР. 45



СТР. 55



СТР. 79

# ГЕНОМНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ЖИВОТНОВОДСТВА



Вклад генетики в развитие животноводства трудно переоценить. Об использовании современных ДНК-технологий для решения самых разнообразных задач отрасли – наш разговор с директором Института генетики и цитологии НАН Беларуси, членом-корреспондентом Русланом ШЕЙКО.

— **Д**ля успешной экономической деятельности важно, чтобы разводимые в стране сельскохозяйственные животные были высокопродуктивными и здоровыми. До недавнего времени единственной возможностью определить их потенциальную продуктивность и вероятность носительства наследственных заболеваний оставалась родословная и оценка по качеству потомства. В последнее десятилетие в селекционной работе произошли кардинальные изменения, и связано это с достижениями молекулярной генетики и появлением новых подходов в определении племенной ценности на основе ДНК-маркеров. Разработка и внедрение технологий маркер-ассоциированной и геномной селекции, позволяющих выявлять генные сочетания, ассоциированные с повышенной вероятностью развития у животных желательного фенотипа, – важная задача отрасли.

Институт генетики и цитологии НАН Беларуси проводит фундаментальные исследования структурно-функциональной организации геномов крупного рогатого скота, свиней, лошадей и рыб, изучает полиморфизм генов, играющих основную роль в проявлении ценных признаков для племен-

ной работы, молочного и мясного скотоводства и свиноводства, разрабатывает и внедряет технологии генетического тестирования по различным направлениям.

Одна из наших важнейших целей – выявление мутаций генов, обуславливающих наследственные заболевания животных. Принимая во внимание широкое использование искусственного осеменения, участие в воспроизводстве даже одного скрытого носителя заболевания способно нанести существенный вред поголовью и привести к значительным финансовым потерям. В связи с этим, согласно закону о племенном деле, с 2013 г. все высокопродуктивные племенные животные должны подвергаться генетической экспертизе с целью подтверждения их происхождения и выявления по ДНК-маркерам наследственных заболеваний. Институт аккредитован в данной области с правом выдачи соответствующих сертификатов.

Для крупного рогатого скота актуально определение гаплотипов фертильности, оказывающих влияние на степень стельности или ассоциированных с эмбриональной и ранней постэмбриональной смертностью. В нашем институте разработаны методики выявления всех основных гаплотипов, базирующиеся на различных методах молекулярно-

генетического анализа. Их применение для скрининга белорусской популяции крупного рогатого скота на носительство генетически обусловленных дефектов, снижающих плодовитость, только за 2 последних года позволило выявить 29 быков-производителей и более сотни особей маточного поголовья – скрытых носителей гаплотипов фертильности. Все они выведены из селекционного процесса, дабы не допустить распространения мутаций в популяции.

Для свиноводства разработаны методики типирования генов-маркеров репродуктивной функции свиноматок и воспроизводительной способности хряков, в том числе мутаций, ассоциированных с фенотипическим дефектом «краторность сосков» и развитием генетического дефекта короткохвостых неподвижных сперматозоидов. ДНК-технологии нашли также применение в селекции по улучшению мясо-откормочных качеств свиней. Эти и другие наши разработки в области маркерной селекции для животноводства успешно внедрены в практику.

Следует отметить, что с 2017 г. наш институт – член Международного общества генетики животных, что обеспечивает стандарт качества работы, сопоставимый с мировым.

**– В чем инновационность маркерной и геномной селекции? Какие преимущества она дает на практике?**

– Селекция на основе ДНК-маркеров позволяет анализировать геном животных, считывая информацию о десятках тысяч SNP-маркеров, и на основе полученных данных выбирать лучших особей для воспроизводства, в раннем возрасте определять геномную племенную ценность, не затрачивая средства на содержание неперспективных особей. Кроме того, маркерная и геномная селекция дает возможность использовать носителей генетических дефектов без выбраковки за счет планирования селекционных программ, которые исключают скрещивание обладателей неблагоприятных генотипов между собой и предотвращают рождение больных животных, что помогает в 1,5–2 раза ускорить темпы селекции.

**– Расскажите, пожалуйста, о последних разработках института по маркерной селекции крупного рогатого скота и свиней.**

– Здесь следует упомянуть созданные совместно с НПЦ НАН Беларуси по животноводству методы ДНК-идентификации полиморфизмов в генах, связанных с мясо-откормочными качествами свиней,

в том числе со скоростью роста и потреблением корма, содержанием постного мяса, осаленностью туши, качеством мяса. Созданная мультилокусная система SNaPshot-анализа позволяет одновременно выявлять маркеры мясо-откормочной продуктивности свиней по четырем основным генам.

Большой интерес представляют генетические исследования, направленные на улучшение потребительских свойств мясной продукции, в частности органолептических качеств. Одно из таких свойств – «нежность» мяса, на которое влияет много факторов. После убоя в туше животного происходят изменения, которые обусловлены действием содержащихся в тканях ферментов. Процесс созревания мяса протекает под действием различных биологически активных соединений и состоит из двух стадий, на одной из которых происходит размягчение мышечной ткани и накопление ферментов, формирующих потребительские качества продукта. Кальций-зависимая протеиназа кальпаин и ее ингибитор кальпаистатин, кодируемые генами CAPN1 и CAST соответственно, играют ключевую роль в естественной тендеризации, или размягчении мяса, изменяя мышечные волокна в послеубойный период. Разработанная нами технология на основе конкурентной аллель-специфической полимеразной цепной реакции (KASP) позволяет выявлять аллельные варианты генов, ассоциированные с более нежным мясом, и вести селекцию скота для улучшения потребительских свойств продукции.

Уделяется значительное внимание изучению полиморфизма белков молока с целью улучшения его технологических качеств. Наши сотрудники разработали метод ДНК-типирования крупного рогатого скота по гену β-лактоглобулина для выявления в популяции аллеля, ассоциированного с получением гипоаллергенного молока для производства диетической продукции. Совместно с российскими



В Республиканском центре геномных биотехнологий

коллегами выполняется проект по изучению генетической структуры популяций скота красных пород по выявлению ДНК-маркеров молочной продуктивности.

**– Какие исследования в области видовой идентификации мясных и рыбных компонентов в продуктах питания и пищевом сырье проводятся учеными института?**

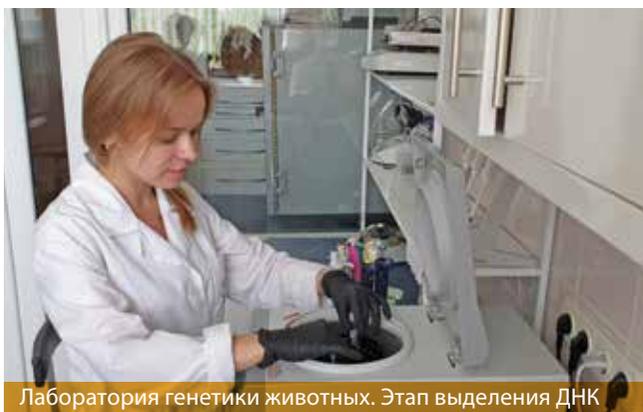
– ДНК-идентификация видовой принадлежности биологического материала – гарант качества и безопасности импортируемого сырья и продуктов питания, инструмент борьбы с экономическим мошенничеством. Важность испытаний определяется тем, что зачастую продукция состоит из нескольких ингредиентов, что делает возможным их непреднамеренное или умышленное загрязнение неразрешенными составляющими. Практика показывает, что товары этой группы подвергаются всем видам подделок, что объясняется высокими ценами на них и ограниченностью ресурсов. При этом из-за фальсификации мясного сырья по видовому составу не только изменяются потребительские свойства готовых изделий, но и возникает опасность для здоровья потребителей. В частности, беспокойство у ветеринарных врачей вызывают возможные подмены мясом животных, пораженных прионами или вирусами. Это большой риск в эпизоотическом и эпидемическом отношениях, существует опасность распространения таких опасных заболеваний как губкообразные энцефалопатии, африканская чума свиней, ящур и др. Возможна также замена сырьем, импорт которого по каким-либо причинам запрещен. ДНК-идентификация позволяет выявить загрязнение дорогостоящих сортов мяса более дешевыми аналогами, например говядины – кониной, индейки – курицей или соей и другими растительными компонентами. Мы можем препятствовать

фальсификации и дать людям уверенность в том, что они покупают продукты в соответствии с заявленным наименованием. Это также актуально для питания людей, страдающих различными заболеваниями, аллергией, вегетарианцев или в связи с определенными религиозными воззрениями. Институт генетики и цитологии проводит определение видовой принадлежности мясных компонентов, входящих в состав сырья, пищевых продуктов и кормов методом специфической ПЦР в режиме реального времени. Он позволяет провести скрининг наличия ДНК крупного и мелкого рогатого скота, домашней лошади, свиньи, курицы, индейки и других животных в сырых и термически обработанных мясных продуктах – в фарше, колбасных изделиях, сухих и консервированных кормах для животных, птиц, комбикормах и др.

С целью исключения подделки ценных видов рыб в институте проводится молекулярно-генетическая экспертиза видовой принадлежности рыб семейств осетровых, лососевых, угревых и продукции из них с выдачей генетического сертификата для легального экспорта, импорта, реэкспорта. ДНК-идентификация применяется к изделиям различной степени переработки, так как современные технологии достаточно чувствительны, чтобы выявить наличие примесей менее ценных видов в таких продуктах.

**– В аграрном секторе большие ставки сделаны на развитие аквакультуры. Какова роль в связи с этим маркерной селекции и видовой идентификации и сертификации?**

– Для успешного прохождения всего цикла выращивания товарной рыбы важно иметь качественный рыбопосадочный материал. В этом направлении мы активно сотрудничаем с Институтом рыбного хозяйства, выполнено несколько совместных проектов по разработке технологий генетической идентификации рыб. Объекты исследований – белый и пестрый толстолобик, а также белорусские породы карпа. Как известно, при искусственном воспроизводстве у рыб могут наблюдаться генетические и морфофизиологические изменения, вызванные инбридингом, снижается их гетерозиготность и жизнестойкость, что значительно ухудшает рыбоводные результаты. В связи с этим стояла задача оценить генетическое разнообразие толстолобиков, разводимых в аквакультуре на территории нашей страны. Сравнение полученных результатов с данными аналогичных исследований, проведенных в Китае, США, Пакистане и Бангладеш, позволило сделать заключение, что отечественные производители белого и пестрого



Лаборатория генетики животных. Этап выделения ДНК

толстолобиков не уступают, а в некоторых случаях превосходят по генетическому потенциалу своих сородичей. Благодаря технологии молекулярно-генетической видовой идентификации мы можем четко отделить чистопородных производителей от их гибридов, присутствие которых в маточных стадах приводит к нежелательным скрещиваниям и снижению объема вылова товарной рыбы.

Сотрудники института разработали также технологию генетической сертификации и усовершенствовали методы маркирования и оценки производителей карпа белорусских пород для мониторинга ремонтных групп и маточных стад. При изучении генетической структуры популяций карпа установлено, что наиболее высокий уровень гетерозиготности и генетического разнообразия имеет отводка «Столин XVIII» изобелинской породы, и вследствие этого имеется значительный потенциал для селекционной работы.

Таким образом, использование генетических технологий позволяет достоверно устанавливать принадлежность особей к определенной породе, линии или отводке, выявлять наиболее перспективных производителей и ускорять создание новых высокопродуктивных, конкурентоспособных пород, формировать генофонд, максимально используя эффект гетерозиса при межпородных и межвидовых скрещиваниях для получения товарных кроссов.

**– Огромный научный и экономический интерес представляет медоносная пчела. Ее ДНК-идентификация выводит научные исследования на новый уровень. Какие проблемы в пчеловодстве это позволит решить?**

– Медоносные пчелы *Apis mellifera L.* как ресурсный вид, несомненно, представляют огромный интерес в связи с тем, что являются важным элементом экосистем и имеют большое хозяйственное значение. Но, к сожалению, в последнее время все чаще отмечается их массовая гибель. Возможные причины данного явления – снижение приспособленности медоносных пчел к неблагоприятным факторам окружающей среды, распространение болезней, потеря чистопородности и высокий уровень гибридизации как следствие бесконтрольного завоза материала (пчелопакеты, пчеломатки) и научно не обоснованного разведения семей разных пород.

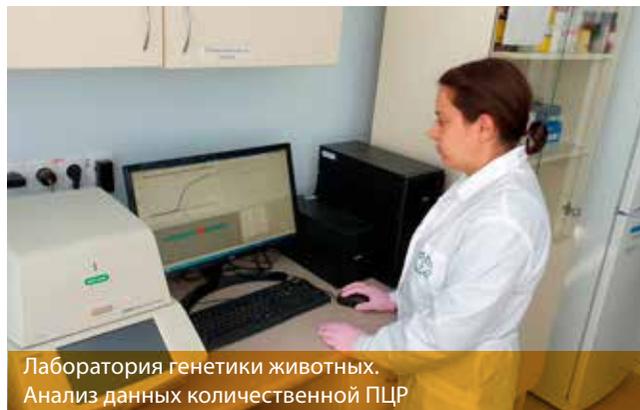
В пчеловодстве Беларуси преобладает индивидуальное производство, и на сегодняшний день практически отсутствуют научно подтвержденные данные о состоянии и структуре популяций медоносной пчелы, разводимой на местных пасеках. Очевидно, что в условиях возрастающей гибридизации боль-

шую актуальность приобретает разработка высокоинформативной ДНК-идентификации. В 2020 г. в институте успешно завершена реализация пилотного проекта «Поиск эффективных ДНК-маркеров для характеристики генетического разнообразия медоносных пчел (*Apis mellifera L.*), разводимых на пасеках Беларуси». С использованием ДНК-маркеров выполнен молекулярно-генетический анализ пчел в Минской области, установлены их подвиды, чистопородность, степень метисации. Хочу отметить большую заинтересованность пчеловодов в результатах генетических исследований. Дальнейшее их продолжение послужит основой для поиска информативных пороодо-специфичных и определяющих хозяйственно полезные признаки (в том числе устойчивость к заболеваниям) маркеров, что является важным условием сохранения вида, а также предоставит научный фундамент селекционной работе в члелопитомниках и на пасеках.

Считаю, что наши исследования будут также полезны в деятельности мини-кластера по пчеловодству, который создается в Национальной академии наук Беларуси. Институт готов принять активное участие в научном обеспечении его работы, что позволит вывести пчеловодство на новый современный технологический уровень.

**– Для чего проводятся исследования аборигенных пород сельскохозяйственных животных?**

– Проблема сохранения аборигенных, или местных пород осознается мировым сообществом как одно из важных направлений сохранения природного разнообразия и культурного наследия планеты. Общий интерес к изучению и спасению исчезающих пород домашних животных определяется тем, что они сохраняют фенотип предковых форм и обладают наименьшим количеством нефункциональных признаков одомашнивания. Они оптимально



Лаборатория генетики животных.  
Анализ данных количественной ПЦР

приспособлены к условиям среды вследствие скудного кормления и суровых условий жизни, отличаются крепкой конституцией, выносливостью и устойчивостью к местным болезням. Актуальность исследования аборигенных пород сельскохозяйственных животных для Республики Беларусь связана с необходимостью обеспечения животноводства инновационными биотехнологиями и современными геномными инструментами для решения селекционных задач по целенаправленному управлению биоразнообразием генетических ресурсов эндемичных животных. В рамках этого направления совместно с Всероссийским институтом животноводства им. Л. К. Эрнста выполняется проект по изучению белорусской красной породы крупного рогатого скота. В конце XX столетия в мире резко уменьшилась численность локальных пород сельскохозяйственных животных, обладающих ценными хозяйственно полезными признаками, исчезло около 30 пород крупного рогатого скота. Этот процесс затронул и Беларусь, приведя к резкому сокращению численности красного белорусского скота, который наряду с другими 12 аборигенными породами стран бывшего СССР находится на грани исчезновения. Наши исследования направлены на изучение и сохранение генофонда этой породы.

В 2021 г. институт приступил к выполнению проекта по изучению генетического разнообразия аборигенных популяций: белорусской упряжной породы лошадей, полесской лошади и популяций бортовой медоносной пчелы с использованием комплекса ДНК-маркеров митохондриального и ядерного геномов. Полученные в результате этого новые научные знания станут фундаментальной основой для разработки новейших геномных биотехнологий, направленных на повышение эффективности селекционно-племенной работы, и позволят осуществить дальнейшее генетическое совершенствование современных пород.

В выполнении проекта активно участвует Национальный координационный центр по вопросам доступа к генетическим ресурсам и совместного использования выгод (НКЦГР), функционирующий при Институте генетики и цитологии. В ходе одного из совещаний Вспомогательного органа по научным, техническим и технологическим консультациям Конвенции о биологическом разнообразии НКЦГР выступил с предложением о создании Международной инициативы по сохранению и устойчивому использованию генофонда аборигенных животных и растений. Можно сказать, что научный проект станет следующим шагом по реализации данной инициативы.

**– Как складываются отношения генетиков с реальным сектором экономики? Востребованы ли разработки института на практике?**

– Мы тесно сотрудничаем на этапах создания и внедрения разработок с ведущими организациями республики в сфере селекции и воспроизводства сельскохозяйственных животных. В числе наших постоянных партнеров – НПЦ по животноводству, Институт рыбного хозяйства, областные племпредприятия. Внедрение результатов НИР в качестве услуг генетического тестирования животных осуществляется также в Республиканском центре геномных биотехнологий – инновационной структуре института. Так, в 2020 г. заказчиками услуг генетического тестирования стали более 30 сельхозорганизаций страны. Широко востребована молекулярно-генетическая экспертиза для подтверждения происхождения крупного рогатого скота и свиней, видовой принадлежности рыб и продукции из них. По желанию заказчика генетический сертификат дополняется данными о носительстве генетически детерминированных заболеваний и данными о генах, ассоциированных с признаками продуктивности и качества. Спектр и объемы работ центра ежегодно растут.

**– По вашему мнению, какие еще перспективные направления в сфере геномных биотехнологий для животноводства следует развивать?**

– Безусловно, необходимо продолжить изучение геномов сельскохозяйственных животных для создания технологий маркерной селекции, в том числе с применением высокопроизводительного секвенирования и биоинформатических подходов. Мы готовы совместно с учреждениями аграрного профиля приступить к внедрению технологий геномной селекции в отрасли молочного скотоводства и свиноводства. Большие перспективы за редактированием геномов на основе технологии CRISPR/Cas с целью улучшения хозяйственно ценных свойств. В плане фундаментальных исследований представляют интерес работы в области палеогеномики, в том числе изучение генетических взаимосвязей и структуры современных и исторических образцов крупного рогатого скота и свиней, реконструкция демографической истории отечественных пород животных на основании полногеномного анализа. В долгосрочной перспективе возможно начало исследований по эмбриональной селекции – ДНК-тестирование эмбрионов. ■

Наталья МИНАКОВА

# НОВАЯ ПОРОДА МОЛОЧНОГО СКОТА



**Иван Коронец,**  
начальник биотехнологического  
селекционного Центра по молочному  
и мясному скотоводству НПЦ  
НАН Беларуси по животноводству,  
кандидат сельскохозяйственных  
наук, доцент

Создание новой породы – результат сложной многолетней племенной работы, включающей выбор исходных пород, методы скрещивания, оценку и отбор животных и родительских пар, создание условий направленного выращивания молодняка. Порода характеризуется целостностью, качественным своеобразием, многочисленностью, определенной структурой, ее представителей отличают специфические морфологические и хозяйственно полезные свойства и тип телосложения, которые передаются по наследству, общая история развития.

Веками человек отбирал животных бессознательно, интуитивно ориентируясь на интересные его признаки. Часто выбор падал на самых крупных особей в стаде. Позднее было доказано, что именно они и являются самыми сильными, выносливыми и хорошо противостоят болезням. Значение селекции для скотоводства трудно переоценить. Если бы люди в свое время не одомашнили животных и не научились получать более здоровых и производительных, наверняка ни о каком развитии цивилизации не могло идти и речи, а проблема голода на Земле имела бы глобальные масштабы. Поэтому селекцию можно назвать основной наукой скотоводства.

В дальнейшем удалось накопить достаточно зоотехнической информации, чтобы заняться выведением новых пород сельскохозяйственных животных по заранее намеченной программе подбора и отбора. С середины XX в. большую роль начинает играть генетика. Созданы методы изучения наследуемости, изменчивости, оценки генотипа, а также генетической корреляции признаков, позволяющие предугадать появление тех или иных из них [1]. основоположник научной базы в данной области, советский ученый-животновод академик ВАСХНИЛ М. Ф. Иванов главными условиями при выведении новой породы считал следующие: точное определение цели и разработка ее стандарта; подбор хозяйств, исходных пород и выделение лучших генотипов, соответствующих направлению работы; образование более или менее гомозиготных групп генотипов и фенотипов; создание

среди лучших генотипов высококачественных линий; поглощение лучшими генотипами худших; использование инбридинга на лучших производителях и строжайшая отбраковка слабых и отклоняющихся от предъявляемых для новой породы требований особей; обеспечение их надлежащими условиями кормления и содержания [2].

В результате кропотливой многолетней работы в Республике Беларусь выведена голштинская порода молочного скота отечественной селекции. Проведена ее апробация и подписан приказ об утверждении данного селекционного достижения (МСХП №300 от 17.12.2020 г.). Были изучены материалы баз данных маточного поголовья голштинской популяции молочного скота сельскохозяйственных организаций республики и быков-производителей племпредприятий, а также сформирована их генеалогическая структура. Материалы для испытаний и анализ результатов подготовлены в соответствии с «Инструкцией о порядке проведения апробации созданных новых типов, линий, кроссов, пород животных», утвержденной постановлением Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь от 16.03.2015 г. Согласно ее требованиям новая порода должна быть представлена 6 заводскими линиями и 12 семействами, иметь не менее 80 быков-улучшателей и 2 тыс. коров.

Голштинская порода – самая высокопродуктивная и наиболее распространенная в мире среди молочного скота. Разводится в США, Канаде (почти 88% поголовья), европейских странах, а также России, Израиле, Японии, Новой Зеландии. Ее отличает хорошая приспособляемость к разнообразным климатическим, пищевым и технологическим условиям, высокая оплата корма молоком. Создана без применения скре-

щивания и ведет свое происхождение от низинных пород черно-пестрого, в том числе фризского, скота стран Западной Европы: Нидерландов, Бельгии, северной Германии. Голштинская порода смогла обрести статус ведущей в мире благодаря крупномасштабной, строго выверенной, целеустремленной и весьма рациональной племенной работе. Животные обеспечивают экономически эффективное производство молока за счет постоянного повышения продуктивных качеств, хорошей адаптации к машинному доению, использованию пастбищ, беспривязному содержанию в помещениях.

Молочная продуктивность коров в условиях оптимального кормления находится в пределах 7–11 тыс. кг молока при содержании 3,6% и более жира и более 3% белка. Живая масса коров-первотелок – 580–630 кг, взрослых – 650–700 кг. В лучших стадах США, Израиля средний удой превышает 12 тыс. кг, живая масса достигает 800 кг. Голштинские животные имеют глубокое туловище, крепкую конституцию, тонкий костяк, идеальные для молочного типа пропорции телосложения. Высота в холке коров-первотелок – 135–138 см, полновозрастных – 142–145 см с глубиной груди 76–80 см, шириной 53–57 см. Живая масса телок при рождении – 36–39 кг, бычков – 40–45 кг.

Одна из особенностей породы – скороспелость, позволяющая проводить осеменение телок в 14–16-месячном возрасте. Программы их интенсивного кормления и комфортного содержания обеспечивают возможность к этому возрасту достигать живой массы 380–420 кг и плодотворно осеменяться. По данным американских исследователей, до 90% оте-



лов нетелей относится к категории «легкий», происходящий без помощи персонала [3].

Созданию и апробации новой породы предшествовала совместная многолетняя поэтапная работа белорусских селекционеров – ученых и практиков. Завоз племенных быков голштинской породы и их спермы для использования на маточном поголовье черно-пестрого скота начат во второй половине 70-х гг. прошлого столетия. В 80-е гг. на лучшие племенные заводы поступили чистопородные голштинские нетели. В 2010 г. на базе племзаводов «Красная звезда» и «Мухавец» создан и апробирован внутривидовой специализированный молочный тип скота со следующими показателями продуктивности: удой – 9097 кг молока с содержанием жира 4,12%, белка – 3,26%. Проведена кропотливая селекционно-племенная работа по созданию и апробации структурных единиц новой породы. В 2018 г. появились две новые заводские линии – Прелюде 392457 и Джастик 122358313 (приказ МСХП №254 от 30.07.2018 г.), в 2020 г. – еще четыре: Аэростар 383622, Мелвуд 1879149 Букем 66636657, Блитц (приказ МСХП №300 от 17.12.2020 г.). Таким образом, генеалогическая структура созданной породы представлена официально утвержденными 6 новыми заводскими линиями и 12 семействами коров. Ее апробация проходила на базе СПК «Агрокомбинат Снов» и «Остромечево» (табл. 1). Исследовались 2067 животных 6 заводских линий голштинской породы молочного скота отечественной селекции, в том числе в СПК «Агрокомбинат Снов» – 999 (Аэростар 383622 – 114, Мелвуд 1879149 – 130, Джастик 122358313 – 378, Пре-

Наименование племенного хозяйства	Затраты ц.к.ед. на 1 ц	
	молоко	привес
СПК «Агрокомбинат Снов»	0,65	6,47
ОАО «Остромечево»	0,6	6,8

Таблица 1. Затраты кормов на производство единицы продукции в 2019 г.

люде 392457 – 108, Букем 66636657 – 136, Блитц 17013604 – 133); ОАО «Остромечево» – 1068 голов (Аэростар 383622 – 204, Мелвуд 1879149 – 431, Джастик 122358313 – 97, Прелюде 392457 – 286, Букем 66636657 – 23, Блитц 17013604 – 27).

Животные различных возрастов хорошо развиты. Средняя живая масса первотелок – 562 кг, второго отела – 606 кг, третьего и старше – 637 кг. Судя по значениям коэффициентов вариации, особи достаточно однородны. Изменчивость (Сv) показателей живой массы составляет 2,4–7,3%. Среднесуточные приросты у 6–12-месячных животных находятся на уровне 800–1000 г. При первом плодотворном осеменении в возрасте 14 мес. их живая масса составляет 380–420 кг. Показатели живой массы ремонтных телок свидетельствуют о достаточно высоком уровне их выращивания, который позволяет получить хорошо развитых взрослых особей.

Племенные быки голштинской породы молочного скота отечественной селекции, как и коровы, имеют отличные характеристики, независимо от линейной принадлежности. Их живая масса в пятилетнем возрасте составляет в среднем 965 кг, что выше нормативных показателей на 85 кг. Они достигают 203 кг в 6 мес., 391 кг – в 12, 646 кг –



Лактация по счету	n	Удой, кг		Жир, %		Белок, %	
		M±m	Cv	M±m	Cv	M±m	Cv
СПК «Агрокомбинат Снов»							
1	609	9392±56,7	14,9	3,62±0,02	11,8	3,32±0,01	6,0
2	368	11044±85,2	14,8	3,76±0,03	14,0	3,32±0,01	6,4
3 и ст.	383	11186±88,6	15,5	3,81±0,03	13,3	3,30±0,01	5,8
наивысш.	999	10652±57,3	16,9	3,73±0,02	12,7	3,31±0,01	5,9
ОАО «Остромечево»							
1	588	8293±43,3	15,3	3,98±0,01	7,4	3,54±0,01	5,3
2	421	9478±66,6	14,4	4,05±0,02	8,4	3,55±0,01	5,5
3 и ст.	202	9798±108	15,6	4,09±0,03	9,4	3,56±0,01	5,8
наивысш.	1068	9074±44,1	15,9	4,02±0,01	8,3	3,54±0,01	5,5
В среднем по породе							
1	1464	8750±37,3	16,3	3,83±0,01	10,4	3,45±0,01	6,5
2	789	10219±60,3	16,6	3,91±0,02	11,8	3,44±0,01	6,7
3 и ст.	585	10707±74,1	16,7	3,90±0,02	12,4	3,39±0,01	6,8
наивысш.	2067	9837±39,8	18,4	3,88±0,01	11,1	3,43±0,01	6,6

Таблица 2. Показатели молочной продуктивности коров голштинской породы молочного скота отечественной селекции в 2017–2019 гг.

в 2 года. Среднесуточный прирост от рождения до года – около 1 кг, что свидетельствует о высоком уровне энергии роста в этот период, который снижается на втором году жизни до 700 г.

При оценке уровня молочной продуктивности новой породы за последние 3 года в двух базовых хозяйствах установлено, что коровы всех возрастов демонстрируют высокие показатели удоя, содержания жира и белка в молоке.

Данные табл. 2 свидетельствуют о том, что с возрастом количество молочного жира увеличивается на 70–87 кг, молочного белка – на 55–57 кг. Отличные результаты подтверждают итоги работы сельскохозяйственных организаций по молочному скотоводству за 2020 г. Удой от одной коровы за прошлый год в различных племязаводах варьирует от 8428 кг (ОАО «Племзавод «Муха-

Возраст	n	Возраст при первом отеле, мес.		Сервис-период, дн.			Межотельный период, дн.		
		M±m	Cv	n	M±m	Cv	n	M±m	Cv
СПК «АК Снов»									
1-я лактация	999	24±0,1	7,6	999	126±2,9	72	909	400±3,0	22
2-я лактация	–	–	–	836	134±3,0	65	529	405±3,6	21
3-я лактация	–	–	–	503	143±4,3	67	355	413±4,7	22
СПК «Остромечево»									
1-я лактация	1068	24±0,1	6,9	1068	130±2,6	65	1000	401±2,6	20
2-я лактация	–	–	–	937	137±2,9	66	446	403±3,8	20
3-я лактация	–	–	–	407	141±4,5	65	177	397±5,6	19
В среднем по породе									
1-я лактация	2067	24±0,04	7,2	2067	128±1,9	68	1909	400±1,9	21
2-я лактация	–	–	–	1773	136±2,1	66	975	404±2,6	20
3-я лактация	–	–	–	910	142±3,1	66	532	408±3,7	21

Таблица 3. Показатели воспроизводительных качеств коров голштинской породы молочного скота отечественной селекции

вещ» Брестского р-на) до 11 835 кг молока (УП «Молодово-Агро» Ивановского р-на).

Рассчитаны селекционно-генетические параметры признаков молочной продуктивности [4]. Установлено, что значения коэффициентов изменчивости удоев коров по наивысшей лактации в среднем по базовым хозяйствам составляет 18,4%, жирности молока – 11,1%, белковости – 6,6%. Величины вариации данных показателей указывают на возможность проведения отбора по изучаемым признакам. Коэффициенты наследуемости (удой, жир, белок) по голштинской породе молочного скота отечественной селекции рассчитаны с помощью программы REMELF90 в R-среде [5] и составляют: удой – 0,35; содержание жира в молоке – 0,23; белка – 0,36. Данные свидетельствуют о том, что селекционируемые признаки передаются потомству.

Средняя скорость молокоотдачи 2067 коров созданной породы составляет 2,66 кг/мин при коэффициенте изменчивости 27,5%, в том числе в СПК «Остромечево» – 2,61 кг/мин ( $C_v=27,5\%$ ), СПК «Агрокомбинат Снов» – 2,7 кг/мин ( $C_v=27,4\%$ ). Следовательно, у коров голштинской породы молочного скота отечественной селекции хорошие показатели функциональных признаков вымени, то есть они пригодны для механического доения.

Отобранные племенные быки характеризуются достаточно высокими воспроизводительными качествами: средний объем эякулята – 5,5 мл, концентрация сперматозоидов в 1 мл спермы – 1,3, активность спермиев – 8,8 балла, оплодотворяющая способность спермы 53%.

Анализ показал, что средний возраст коров при первом отеле составляет 24 мес., что является экономически оправданным. Величина коэффициента вариации (7,2%) указывает на необходимость индивидуального подхода к выращиванию каждой особи. Средний показатель продолжительности сервис-периода при высоком уровне молочной продуктивности коров в стадах колеблется от 126 до 143 дней,  $C_v=65-72\%$  (табл. 3).

На основе линейной оценки экстерьера 2039 коров новой породы с учетом 18 признаков рассчитаны индексы племенной ценности [6]. Установлено, что у большинства коров (94,6%) их величина на уровне 100% и выше, что указывает на высокую оценку по этому признаку. У апробированных животных отсутствуют существенные недостатки экстерьера. Его оценка с последующим обобщением и анализом результатов позволила охарактеризовать имеющийся тип

телосложения разводимых в хозяйствах коров новой породы как молочный и получить данные для индивидуального подбора племенных быков к маточному поголовью в целях совершенствования представителей новых генераций.

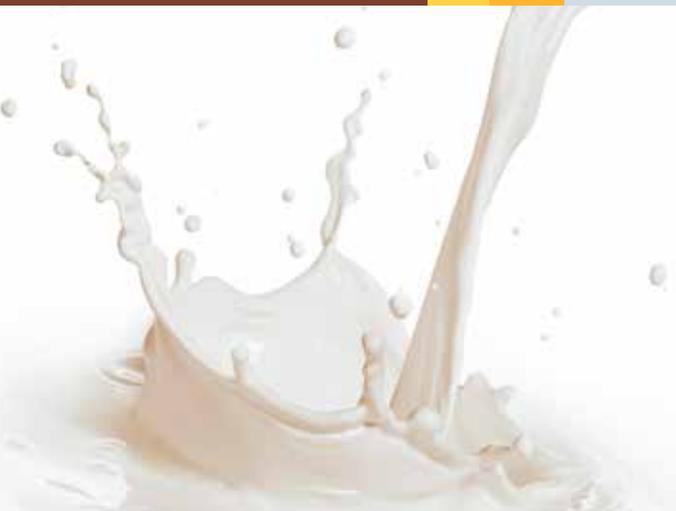
При создании животных голштинской породы на всех этапах использовались чистопородные племенные быки-улучшатели селекции США, Канады, Германии, Венгрии, России. Производителей белорусского происхождения применяли с учетом величин индексов их племенной ценности. Отбор лучших быков проведен по величине комплексного индекса, установленного в результате геномной оценки или оценки по качеству потомства.

Таким образом, животные созданной и апробированной голштинской породы молочного скота отечественной селекции характеризуются высоким уровнем продуктивности, выраженным молочным типом, хорошими воспроизводительными качествами, устойчиво передают потомству высокие показатели основных селекционируемых признаков и эффективно используются в условиях промышленной технологии. Это будет способствовать увеличению производства молока, созданию прочной сырьевой базы для перерабатывающей промышленности, что обеспечит продовольственную безопасность страны – основу успешной экономики. Новая порода коров как залог успешного развития молочной отрасли Республики Беларусь позволит и в дальнейшем повышать генетический потенциал молочной продуктивности стад, получать высокоценный племенной молодняк, особенно ремонтных бычков, а также сократить завоз дорогостоящего материала. ■

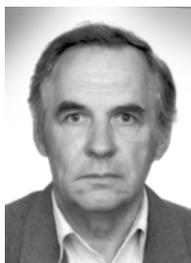
#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Борисенко Е. Я. Разведение сельскохозяйственных животных // [https://www.booksite.ru / fulltext/1/001/008/095/099.htm](https://www.booksite.ru/fulltext/1/001/008/095/099.htm).
2. Куликова Н. И., Вороков В. Х., Утижев А. З. История зоотехнической науки // [https://kubsau.ru / upload/ iblock/ 436/436e733319bc7f04b639f8366b85d166.pdf](https://kubsau.ru/upload/iblock/436/436e733319bc7f04b639f8366b85d166.pdf).
3. Голштинская корова: особенности разведения и ухода // <https://сельхозпортал.рф/articles/golshtinskaya-korova-osobennosti-razvedeniya-i-uhoda>.
4. Шкирандо Ю. П. Оценка селекционно-генетических параметров продуктивности молочного скота / Ю. П. Шкирандо // Бюл. ВНИИГРЖ. – 1990. Т. 121. С. 29–31.
5. Роберт И. Кабаков. Р в действии. Анализ и визуализация данных в программе R / пер. с англ. Полины А. Волковой. – М., 2014.
6. Зоотехнические правила о порядке определения продуктивности племенных животных, племенных стад, оценки фенотипических и генотипических признаков племенных животных. Постановление Министерства сельского хозяйства и продовольствия от 03.09.2013 / Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь // <https://mshp.gov.by / documents / plem>.

# ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА МОЛОКА



**Николай Попков,**  
директор НПЦ НАН Беларуси  
по животноводству,  
кандидат сельскохозяйственных наук,  
доцент



**Владимир Тимошенко,**  
первый заместитель генерального  
директора по научной  
и инновационной работе НПЦ  
НАН Беларуси по животноводству,  
доктор сельскохозяйственных наук,  
профессор



**Андрей Музыка,**  
завлабораторией разработки  
интенсивных технологий  
производства молока и говядины  
НПЦ НАН Беларуси по животноводству,  
кандидат сельскохозяйственных наук,  
доцент

Конкуренция на рынках, требующая постоянной интенсификации производства, за последние полвека привела к значительному росту молочной продуктивности коров в экономически развитых странах. Если у предка домашней коровы молока хватало лишь для вскармливания телят в первые месяцы его жизни, то представители современных пород дают за лактацию (период времени между двумя смежными отелами, в течение которого корова доится) 5–6 тыс. кг молока, а рекордсменки – до 20–24 тыс. Вместе с тем чрезмерная интенсификация одной функции, в данном случае лактогенной, не проходит бесследно для других систем организма. Потенциально высокая продуктивность, предопределяющая напряженный обмен веществ, может эффективно реализовываться только в условиях, максимально отвечающих биологическим потребностям животных, способствующих беспрепятственной реализации их физиологических функций. Соответствовать таким требованиям могут только технологии, базирующиеся на трех основополагающих принципах: создание комфортных условий; стремление к минимизации затрат трудовых и энергетических ресурсов на производство единицы продукции; применение системы управленческих и организационных решений, обеспечивающих экономически целесообразный баланс в реализации первых двух положений. Такой подход позволяет увеличить продуктивное долголетие животных, способствует сохранению их здоровья и содействует получению, кроме молока, еще и сверхремонтного молодняка.

Комфортные условия – это больше, чем своевременное кормление, тщательный уход и мониторинг здоровья. Это система менеджмента. Современные интенсивные технологии должны отличаться высокой степенью целенаправленного управления генетической программой, физиологическими и произ-

водственными процессами в биологических объектах (человек – машина – животное – окружающая среда). Эти звенья объединены функциональными, энергетическими и информационными связями в вероятностные, детерминированные подсистемы: машина – животное (М – Ж), человек – животное (Ч – Ж), среда – животное (С – Ж), среда – человек (С – Ч) и человек – машина (Ч – М). Сложность этой структуры определяется не числом входящих в нее элементов, а их свойствами и связями между собой.

В биотехнических системах все элементы связаны в едином контуре, причем роль управляющего могут играть как технические, так и биологические звенья. Опыт других отраслей показывает, что обеспечение пространственно-антропометрической совместимости составляющих такой модели приводит к существенному повышению качества ее функционирования, росту экономической и социально-экономической эффективности. В результате создаются благоприятные предпосылки для лучшего выражения генетического потенциала, максимизируются хозяйственно полезные параметры. Наличие условий, обеспечивающих рациональное использование потенциала кормов, также является одним из главных критериев при оценке эффективности и перспективности новых технологий, средств механизации и автоматизации. Важнейшее значение при этом приобретают технологии, в которых групповое обслуживание животных, характерное для промышленных методов производства, рационально совмещается с индивидуальным подходом.

Если еще в 2000 г. преобладал привязный способ содержания коров с доением в переносные ведра или молокопровод на фермах с поголовьем от 100 до 400 голов дойного стада (около 95%), то в настоящее время наблюдается концентрация поголовья, сформирована генетическая основа молочного стада с потенциалом выше 8 тыс. кг молока, реконструированы и построены фермы с широким внедрением новейших технологий, где используется современное оборудование (доильные установки «Елочка», «Параллель», «Тандем», «Карусель», а также роботизированные), повысился общий уровень культуры производства и квалификации кадров.

Динамичному развитию молочной отрасли способствовала принятая в 2003 г. программа по достижению удоя в 4 тыс. кг молока от коровы в 700 сельскохозяйственных организациях, что было достигнуто к 2006 г.

В республике имеется около 4 тыс. молочно-товарных ферм и комплексов, более 40% из которых оборудованы доильными залами и роботами.

На индустриальных фермах содержится почти 2/3 поголовья молочных коров и производится более 60% от всего валового производства молока общественного сектора. На промышленную технологию производства молока в Брестской области переведено 50% всех молочно-товарных ферм и комплексов, в Витебской – 17%, в Гомельской – 43%, в Гродненской – 47%, в Минской – 38% и в Могилевской – 50%.

Современная ферма представляет собой весьма сложную биотехническую систему, в которой животные выступают не только как средство переработки корма в конечную продукцию, но и как объекты воспроизводства стада, где технологические, технические и объемно-планировочные решения составляют единое целое [1–3]. Использование такой концепции позволяет снизить трудозатраты на 1 ц молока с 9,5 до 1,2 чел./ч, расход кормов – с 1,3 до 0,9 кормовых единиц, совокупные энергозатраты – с 85 кг условного топлива до 55–60 кг, увеличить нагрузку на 1 оператора от 30 до 120 голов, что приближает объем выпуска молока на одного работающего на ферме к 500 т.

Современная тенденция в разработке технологического оборудования для ферм нового поколения – полная автоматизация производственных процессов, создание гибкой самоадаптирующейся системы машин, параметры и режимы которых увязаны с продуктивностью животных. Значительная трудоемкость процесса доения, неуклонно повышающиеся требования к качеству молока и высокая оплата труда работников стимулируют инвестирование в изучение и производство высокотехнологичного и наукоемкого оборудования. Интеграция интеллектуальных систем управления животноводческим хозяйством объединяет процессы кормления, доения, навозоудаления и управления стадом.

Системы роботизированного доения представляют собой полноценный автоматизированный комплекс, позволяющий получать молоко самым физиологичным для коровы способом, с учетом ее индивидуальных суточных ритмов. При этом возникает уникальный синтез взаимодействия средств автоматизации с «механизмом» лактации. Роботизированные системы обеспечивают постоянное выполнение комплекса технологических операций по доению и кормлению, повторяющихся в строго определенной последовательности без участия и даже присутствия оператора. Роботы готовят вымя перед подключением доильного аппарата, находят соски и подсоединяют его к ним, своевременно снимают, дезинфицируют сосковую резину и подсчитывают количество шагов коровы, сделанных ею после

последней дойки (выявление коров в охоте), подают сигналы селекционным воротам для выборки проблемных особей, измеряют удой молока, его кислотность, температуру, количество соматических клеток и т.д.

Один робот (доильный бокс) может обслуживать 50–70 дойных коров с получением 500–700 тыс. кг молока в год. Это экономит до 1050 часов рабочего времени ежегодно. При этом система оценивает состояние каждой из четвертей вымени и своевременно выявляет признаки мастита, определяет скорость молокоотдачи и отделяет качественное молоко от брака. Роботы, как правило, конструктивно схожи и состоят из следующих частей: станочного оборудования с воротами и станцией кормления (бокса), руки-манипулятора с системой определения положения сосков, доильных аппаратов, систем управления, регистрации качества молока и менеджмента стада.

Автоматические доильные системы условно можно подразделить на две группы: установка с одним доильным боксом, который обслуживает одна рука-манипулятор, управляемая отдельной системой, и установка, состоящая из нескольких боксов, обслуживаемых одной рукой и системой. Промежуточное решение – несколько боксов, каждый из которых оснащен отдельным манипулятором, но все они управляются одним блоком.

Применение доильных роботов требует иной организации технологического процесса производства молока с соответствующей планировкой коровника. Их использование подразумевает, как правило, беспривязное содержание коров. Следует также учитывать, что в соответствии с индивидуальным суточным режимом дня и физиологиче-

скими потребностями животные совершают многократные перемещения по помещению (для доения – до 5 раз в сутки, для кормления – в среднем 7 раз). Разработаны три их формы, обеспечивающие в той или иной степени самостоятельное посещение коровами доильного робота: свободное движение; управляемое движение с возможностью последующего отбора животных (после доения); управляемое движение с предварительным (до доения) и последующим отбором.

Заход коровы в доильный бокс происходит обычно добровольно (свободное передвижение). В этом случае коровник устроен так, что все животные в любое время имеют свободный доступ к кормовому столу и доильному месту и могут сами себе устанавливать частоту их посещения. При свободном движении коровы самостоятельно перемещаются по коровнику, без каких-либо препятствий в виде ограждений и селекционных ворот. В качестве альтернативы существует управляющая технология, согласно которой пройти к кормовому столу можно только после дойки.

Исследования показывают, что животные достаточно быстро привыкают к доению роботом и самостоятельно посещают бокс. При этом увеличивается частота доений (до 4 и более раз в сутки), что благотворно сказывается на здоровье вымени и способствует повышению продуктивности до 15%.

Фактором, жестко регламентирующим эффективность эксплуатации роботов, является молочная продуктивность коров. Каждое автоматически выдаиваемое животное должно давать не менее 6500 кг молока за лактацию. При меньшем значении применение роботов экономически не целесообразно.



Комплекс на 1000 дойных голов РПУП «Устье»

Другим практическим аспектом является молочная железа коровы как объект воздействия средств механизации. Не все животные пригодны к роботизированному доению. Требуется подбирать высокопродуктивных, с хорошо развитым выменем и соответствующей скоростью молокоотдачи. При формировании стада приходится отбраковывать 5–15% коров, что ставит новые задачи перед специалистами, занимающимися племенной работой, прежде всего в плане равномерно развитого вымени. В противном случае автоматическое доение становится затруднительным и требует участия оператора.

В Беларуси есть определенный опыт строительства и эксплуатации крупных (от 600 до 1000 коров) роботизированных ферм: ОАО «Александрийское» (МТК «Александрия»), ОАО «Гастелловское» (МТФ «1000»), СПК «Прогресс-Вертелишки» (МТФ «Баторовка»), СПК «Агрокомбинат Снов» (МТФ «Друцковщина»), КСУП «Минская овощная фабрика» (МТФ «Луговая Слобода») и др. Доильные роботы успешно функционируют на более чем 200 МТФ.

Объединение их в одну систему с конвейерной доильной установкой типа «карусель» позволяет получить принципиально новое оборудование, совмещающее в себе плюсы роботизированных систем (точность операций, избавление от рутины, кадровая независимость) и быстроту обслуживания больших поголовий. В роторной установке животные доятся одновременно большими группами, при этом операции по обработке вымени проводятся роботами-манипуляторами, смонтированными на «карусели». Ведущие производители доильного оборудования выпускают роботизированные роторные установки, оснащенные манипуляторами, установленными на постах вне платформы со станками для коров либо непосредственно на каждом доильном месте «карусели». Пилотный проект с применением такой системы реализован в РПУП «Устье» НАН Беларуси» Оршанского р-на в инновационном молочно-товарном комплексе на 1 тыс. дойных коров с замкнутым циклом. В проект включены все новые технологические разработки НПЦ НАН Беларуси по животноводству, утвержденные секцией животноводства и ветеринарии научно-технического совета Министерства сельского хозяйства и продовольствия. В состав комплекса входят три коровника и четыре помещения для размещения ремонтного молодняка. Технологический процесс обеспечивает круглогодичное равномерное производство молока промышленным методом на основе поточно-цеховой схемы. Животным созданы комфортные, соответствующие физиологическим требованиям условия содержания.

Коровники разделены кормовым столом и поперечными перегородками на 4 секции по 100 голов, что позволяет формировать технологические группы с учетом физиологического состояния (стадии лактации) животных. Их группы с различной продуктивностью в начале, середине и конце лактации, а следовательно, не одинаковой потребностью в питательности рационов могут содержаться на соответствующих линиях кормового стола, что позволяет дифференцировать кормление и упростить работу кормораздатчиков за счет сокращения количества циклов загрузки и оптимизации маршрутов движения.

В целях обеспечения в коровниках оптимального температурного режима (от –10 до +20–25 °С) применена автоматизированная система регуляции воздухообмена. Подъем или опускание штор, а также регулирование положения клапанов аэрационного конька проводится автоматически с помощью электроприводов в зависимости от температуры, скорости и направления ветра.

Утепленная кровля способствует движению воздуха в холодный период из зоны расположения животных к светоаэрационному коньку. Популярные шторы, перекрывающие проемы в продольных стенах и регулирующие объем поступающего воздуха, заменены на систему из ячеистого поликарбоната с сопротивлением теплопередаче не менее 0,2. Вытяжка воздуха осуществляется через светоаэрационный конек, конструкция которого исключает образование конденсата и плесени на потолке.

В соответствии с биологическими фазами коровы могут 10–12 раз в сутки свободно перемещаться из оборудованной боксами зоны отдыха в зону кормления. Общая протяженность маршрута – до 5 км. Поэтому в ряду спаренных боксов через каждые 14 штук устроены поперечные проходы. Стойла размещены в шести рядах (3+3), длина центральных (сдвоенных) – 4600 мм. Такие размеры хорошо подходят для средних (550 кг) и крупных (650 кг) животных. Часть сегментов ограждения кормового стола в каждой секции заменена на самофиксирующие решетки, позволяющие удерживать коров для ветеринарных обработок без стресса, что сокращает инвестиционные затраты на дополнительное технологическое оборудование.

Пути проходов на доильную установку выполнены по кратчайшему расстоянию, без поворотов и тупиков. Потоки животных при этом не пересекаются. Размер, планировка и наклонное устройство пола преддоильной площадки в совокупности с приспособлением для механического подгона коров и производительностью доильной уста-

новки обеспечивают биологически обоснованную продолжительность пребывания вне зоны кормления (не более 1 часа).

На комплексе впервые применена система полностью автоматизированного доения животных на доильной площадке роторного типа («карусель» на 40 мест) в сочетании с дифференцированным по физиологическому состоянию и продуктивности содержанием группами по 100–150 голов в коровниках на 400 скотомест.

За счет высокой пропускной способности без непосредственного участия операторов «карусель» обеспечивает значительную экономию трудозатрат (на 50–70%) по сравнению с установками в доильных залах. Почетвертное выдаивание долей вымени в щадящем режиме способствует увеличению удоев на 15–20% и повышению содержания в молоке белка и жира. При этом проводится ряд тестов и ведется «досье» на каждое животное, опознаваемое по датчику, крепящемуся на ошейнике. Информация аккумулируется в базе данных для дальнейшей аналитической обработки. Все операции с выменем (обработка сосков, прикрепление стаканов, дезинфекция и др.) выполняет многофункциональный манипулятор. Около 98–99% полученного молока соответствует требованиям, предъявляемым к сорту «экстра». Помимо разделения «здорового» и «маститного» практически полностью исключается так называемое «холостое» доение, что является фактором повреждения вымени. Автоматически выполняется дезинфекция доильных стаканов и их очистка в промежутках между доениями, что предотвращает передачу инфекций от одной коровы к другой.

Для животных с «особенными потребностями» существует режим полуавтоматического или ручного доения. На каждом этапе автоматическая система полностью контролирует процесс, за счет чего «карусель» вращается непрерывно, без остановок.

Внутренняя система регистрации и анализа параметров работа помогает поддерживать его в идеальном техническом состоянии, не допускать износа сосковой резины, других расходных материалов, что в итоге ведет к улучшению здоровья животных. Ведь одна из главных причин маститов – неудовлетворительная работа оборудования.

Использование системы роботизированного доения в РПУП «Устье» НАН Беларуси» Оршанского р-на позволяет обеспечить на основе внедрения последних достижений науки и практики, а также самого современного оборудования интеграцию в единую технологию интеллектуальных систем управления стадом и процессами доения.

В комплексе с системой функционируют станции контроля за перемещением животных, система автоматизированной индивидуальной выдачи концентратов, сортировочные ворота и системы активности (выявления охоты).

Однако принятие управленческих решений на основе анализа полученной оперативной информации по контролю воспроизводства коров (отелы, осеменение, проверки на стельность, гинекологическая диспансеризация), учету, планированию и контролю переводов в группы (запуска, сухостоя, отелов, в новотельных, раздоя и осеменения, дойных), регистрации поступлений и выбытий животных и ряду других зооветеринарных мероприятий осуществляется руководителями и специалистами фермы. Эффективность управления технологическими процессами в значительной степени зависит от квалификации работников и не исключает возможность субъективного малопродуктивного использования ресурсов в системе «человек – машина – животное».

Решением проблемы может быть применение на роботизированной ферме автоматической, базированной на цифровых технологиях (искусственный интеллект, большие данные, нейронные сети и др.), не требующей участия человека (оператора, животновода, ветеринара и др.) системы сбора информации о животных и производственных операциях, на основании ее анализа корректирующей технологический процесс [4]. При этом реализуется основной принцип пятого технологического уклада в АПК: человек обслуживает не отдельных животных, а средства автоматизации. Именно это и есть та основа промышленного производства продукции, которая гарантирует достаточно стабильные показатели качества исходного сырья для переработки.

Организация полноценного кормления обеспечивается многократным индивидуальным кормлением скота концентратами, системой приготовления и раздачи кормосмесей дифференцированного состава с помощью мобильных многофункциональных раздатчиков-смесителей кормов с весовым устройством для дозирования компонентов. Контроль за работой кормораздатчиков, включая управление в автоматическом режиме количеством загруженных компонентов, продолжительностью их смешивания, периодичностью выдачи, будет организован с использованием специализированных телеметрических систем и программного пакета. Применение автоматизированных систем позволяет экономить дорогие концентрированные корма, повысить эффективность их использования

и снизить риск заболеваний, вызванных нарушением обмена веществ, благодаря чему у хозяйств есть возможность увеличить надои до 10%. Кроме того, с их помощью освобождаются трудовые ресурсы и экономится место в коровнике.

Зоотехническая наука рекомендует скармливание концентрированных кормов малыми дозами по 6–8 раз в сутки в строгом соответствии с продуктивностью и фазой биологического цикла коровы, то есть по индивидуальному принципу. Проблема решается за счет применения автоматической системы управления кормления и автоматических кормовых станций, размещаемых в секциях коровников. При их использовании нормированное кормление лактирующих коров с учетом фактической продуктивности ведется по заданной программе, а сухостойных – индивидуально. Раздой производят по программе на основе алгоритмов, определяющих оптимальное количество концентрированных кормов для авансирования предполагаемой продуктивности при различных удоях и на разных отрезках кривой лактации. Автоматические кормовые станции позволяют выдать животному суточную норму комбикорма (сверх количества, включенного в кормосмесь) не более 1 кг в виде нескольких разовых доз – от 80 до 200 г с частотой их выдачи 15–20 сек. Несмотря на значительную стоимость системы, при продуктивности стада не ниже 7–8 тыс. кг на корову ее применение экономически оправдано – особенно в больших группах неоднородных по продуктивности и физиологическому состоянию животных.

Уборка навоза осуществляется скреперной системой. Из продольных навозных каналов он подается в поперечный, расположенный ниже уровня пола здания, по которому навоз поступает в канализационную насосную станцию, а затем по насосной трубе – в навозохранилище. Для навозоудаления предусмотрена каскадная самотечная система, объединяющая стоки из всех коровников, здания для сухостойных коров с родильным отделением и доильно-молочным блоком.

Содержание молодняка предусмотрено в зданиях облегченного типа с применением ресурсосберегающих технологий. Комплекс работает по замкнутому циклу с годовым оборотом 3500 голов. Выращивание ремонтного молодняка на одной площадке с производственными зданиями для содержания дойных коров обеспечивает сохранение единого микробиологического фона, а также передачу антител, обеспечивающих иммунитет к проблемным для конкретной фермы возбудителям инфекционных заболеваний от коров к телятам в период выпойки молозива.

Ремонтный молодняк размещен в трех помещениях каркасной конструкции. Применение безопорных элементов перекрытия зданий позволяет провести внутреннюю планировку в соответствии с требованиями каждого возрастного периода животных. Продольные стены телятников оснащены вентиляционными щитами из двух пластин прозрачного двухкамерного поликарбоната, позволяющими раскрывать проемы для поступления наружного воздуха практически на высоту стены. При этом в теплый период года здание превращается в навес, защищающий от осадков и избыточных солнечных лучей. Температурно-влажностный режим не нормируется, однако утепленная кровля позволяет летом избежать температурного стресса у животного, а зимой – исключить образование избыточной влажности.

Планируемая на ближайшую перспективу (до 2022 г.) молочная продуктивность коров – не менее 7–7,5 тыс. кг молока за лактацию с годовым производством 8–10 тыс. т. Среднесрочная перспектива (до 2025 г.) – надои не менее 8500 кг с расчетной рентабельностью не менее 30% при сроке окупаемости (при закупочной цене в среднем 40 центов за литр) до 8 лет.

За счет использования облегченных конструкций и оригинальных проектных решений стоимость производственных помещений комплекса ниже по сравнению серийно применяемыми аналогами на 25% и составляет 24 млн руб.

Следующий этап совершенствования технологических решений для ферм нового поколения с полной автоматизацией производственных процессов – разработка биотехнического комплекса с гибкой самоадаптирующейся системой машин, параметры и режимы которых увязаны с продуктивностью животных. ■

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Влияние способа содержания коров на их продуктивное долголетие и интенсивность выбытия из стада / М. С. Косырева [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2007. Т. 3. №15–1. С. 149–151.
2. Продуктивное долголетие коров черно-пестрой породы при различных способах содержания и технологиях доения / Е. А. Тяпугин [и др.] // Владимирский земледелец. 2016. №4. С. 45–46.
3. Стекольников А. А. О некоторых аспектах комфорта для молочных коров / А. А. Стекольников [и др.] // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. 2015. №1. С. 121–123.
4. Технологические рекомендации по организации производства молока на новых и реконструируемых молочно-товарных фермах / Н. А. Попков [и др.]; рец.: Н. А. Яцко, Н. С. Яковчик; НАН Беларуси, Науч.-практический центр Нац. акад. наук Беларуси по животноводству. – Жодино, 2018.

# ЖИВОТНОВОДСТВО В ЗОНЕ БЕДЫ



**Александр Царенок,**  
завлабораторией производства  
экологически безопасной  
продукции животноводства  
в условиях техногенного  
загрязнения территорий Института  
радиобиологии НАН Беларуси,  
кандидат сельскохозяйственных наук

**С**ельское хозяйство является отраслью, наиболее пострадавшей от катастрофы на Чернобыльской АЭС. В организации системы ветеринарно-санитарного, радиационного контроля пищевых продуктов при ликвидации ее последствий следует выделить два этапа. На первом (апрель – август 1986 г.) работа была организована за счет привлечения специалистов учреждений службы Киевского и Белорусского военного округа и офицеров радиологов-токсикологов

из других округов (всего задействовано 38 радиологов). В этот период отмечался недостаток информации о радиационной обстановке и ветеринарно-санитарной оценке последствий аварии, отсутствовали нормативные документы, устанавливающие допустимые уровни содержания радионуклидов в пищевых продуктах, кормах, а также загрязнения кожных покровов животных при поступлении их на мясоперерабатывающие предприятия и убойные пункты. В начале июня 1986 г. сформировано первое полевое ветеринарное учреждение (275-я ветеринарная лаборатория), дислоцированное в 30-километровой зоне. Она обеспечивала радиометрический контроль и ветеринарно-санитарную экспертизу продовольствия. В июле было в основном завершено создание системы радиационного контроля на территории трех военных округов, подвергшихся радиоактивному загрязнению. Свое дальнейшее развитие

эта система получила на втором этапе (с 20 августа 1986 г.).

В течение первых 3 месяцев после катастрофы на мясокомбинатах были развернуты посты радиационного контроля, где все поступающее поголовье подвергалось дозиметрическому контролю с помощью экспресс-метода приборами СРП-68-01 и ДП-5А (рис. 1 А, Б). Животные, у которых содержание радионуклидов в организме было выше допустимых величин, к убою не допускались. При загрязнении туш выше нормы брали пробы, которые затем исследовали в лаборатории мясокомбината на суммарную активность. При значениях, превышающих ВДУ-86 в 2–3 раза, туши отправляли на выдержку в отдельные холодильники.

На молочных заводах посты работали на приемке молока и на выходе готовой продукции. Проверяли также автомобили молоковозов, которые при обнаружении загрязнения отправляли назад в хозяйства. Также определяли радио-

активность молока непосредственно в цистерне. На выходе при содержании радионуклидов в молочных продуктах выше допустимых величин от данной партии отбирали пробы и исследовали в лаборатории молокозавода [1, 2].

Ликвидация чернобыльской катастрофы в агропромышленном комплексе потребовала мобилизации огромных сил и средств, к решению этой проблемы были привлечены десятки тысяч ведущих ученых и специалистов. За прошедшие 35 лет была проделана беспрецедентная в мировой практике работа в области сельскохозяйственной, биологической и зооветеринарной наук, достигнуты значительные результаты, обеспечивающие получение экологически безопасной продукции животноводства и радиационной защиты населения, проживающего на территории радиоактивного загрязнения. Организационные, агротехнические и зоотехнические мероприятия позволили начиная с 2014 г. производить молоко и мясо в этих регионах с содержанием  $^{137}\text{Cs}$  ниже нормативных уровней (рис. 2, 3).

За истекшие после катастрофы на ЧАЭС годы в несколько этапов было проведено снижение допустимых уровней содержания радионуклидов в продуктах питания. Одновременно изменялись и их допустимые значения в кормах. Нормирование животноводческой продукции и кормов неоднократно совершенствовалось, при этом включались новые, ранее не учитываемые параметры. Так, в начальный период после аварии было два норматива на содержание  $^{137}\text{Cs}$  в молоке – 3700 Бк/л и 370 Бк/л. Максимально допустимое содер-



Рис. 1. А – Радиометр СРП-68-01, Б – Проведение прижизненной дозиметрии животных радиометром «Советник»

жание радионуклида в рационе составляло при этом 370 и 37 кБк/сутки. В 1990 г. норматив был снижен до 185 Бк/л, а максимально допустимая активность рациона – 18,5 кБк/сутки. В настоящее время данный показатель в норме (РДУ-99) составляет 100 Бк/л.

Неравномерность радиоактивного загрязнения территорий определила зональные особенности ведения сельскохозяйственного производства, которое предусматривает проведение комплекса защитных мероприятий по ограничению перехода радионуклидов в продукцию животноводства и разработку новых технологий для отдельных отраслей.

По прошествии 35 лет после катастрофы радиационная обстановка на этих землях значительно улучшилась, уровень загрязнения уменьшился более чем в 2 раза в результате радиоактивного распада. На преобладающем большинстве земель критическим радионуклидом является  $^{137}\text{Cs}$ , на ограниченных площадях (юго-восток республики) –  $^{90}\text{Sr}$  [3].



В рамках реализации Государственных программ по преодолению последствий аварии на Чернобыльской АЭС за счет средств республиканского бюджета были созданы культурные сенокосы и пастбища для молочного скота частного сектора в тех населенных пунктах, где в любой год из последних пяти отмечалось производство молока в ЛПХ с содержанием радионуклидов  $^{137}\text{Cs}$  и (или)  $^{90}\text{Sr}$ , превышающим республиканский допустимый уровень для молока. Также за счет бюджета поставляются комбикорма с содержанием 0,6% цезийсвязывающего

сорбента ферроцина для молочного скота личных подсобных хозяйств, где по данным радиационного контроля в любой год из последних трех регистрировалось производство молока с содержанием  $^{137}\text{Cs}$  выше требований РДУ-99. С целью рационального использования средств республиканского бюджета, выделяемых на проведение защитных мероприятий в молочном скотоводстве, необходимо изыскивать и реализовывать новые подходы в кормлении скота, содержащегося на территории радиоактивного загрязнения. Один из них включает использование ферроцианидов в составе полиминеральных брикетов для дойных коров и коз в виде свободной минеральной подкормки, что даст возможность сбалансировать

рацион животных по основным макро- и микроэлементам, а также получать молоко с низким содержанием  $^{137}\text{Cs}$ .

**Ферроцианиды** – окрашенные комплексы, состоящие из гексоциановой части и таких поливалентных катионов, как железо, никель, медь или кобальт. Они связывают ионы цезия в обмен на моновалентный катион, который, не всасываясь, проходит транзитом через желудочно-кишечный тракт и выводится с калом.

В Институте радиобиологии НАН Беларуси разработаны составы полиминеральных брикетов с вводом ферроцианидов и технические условия на их производство на базе ООО «Белэко-техника» Пуховичского р-на Минской обл. (рис. 4).

Реализовывать их можно через районные ветеринарные аптеки, местные центры поддержки сельскохозяйственных производителей после соответствующей информационной и разъяснительной работы на уровне сельсоветов и непосредственно путем информирования владельцев молочного скота.

Кормление дойных коров полиминеральными брикетами с сорбентом, состав которых разработан с учетом зонального дефицита основных нормируемых элементов минерального питания, позволяет повысить молочную продуктивность на 8–10%, снизить содержание  $^{137}\text{Cs}$  в молоке до минимальных показателей, а также повысить радиологическую культуру сельских жителей.

На загрязнение продукции животноводства стронцием-90 стали обращать больше внимания в отдаленный период после катастрофы. При действующем в настоящее время низком нормативе по его содержанию (3,7 Бк/л) мониторинг и разработка способов снижения концентрации  $^{90}\text{Sr}$  в молоке – достаточно трудоемкий и дорогостоящий процесс.

Подразделениями радиационного контроля Гомельской областной ветеринарной лаборатории с 2012 по 2020 г. на территории области выявлены 12 молочно-товарных ферм и комплексов с превышением уровня 3,7 Бк/л содержания  $^{90}\text{Sr}$  в молоке в Брагинском, Хойникском и Добрушском районах. Следует отметить, что снижение поступления  $^{90}\text{Sr}$  в молоко – более сложная проблема по сравнению с  $^{137}\text{Cs}$ . Уменьшение концентрации первого на 20–25% за счет введения кормовых доба-

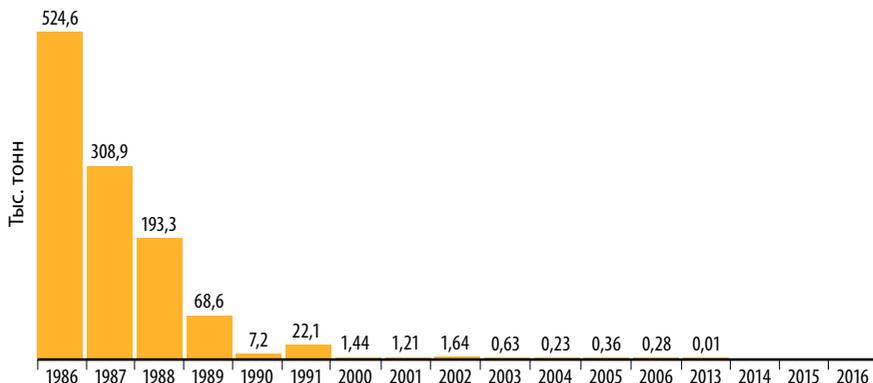


Рис. 2. Производство молока с превышением норматива по содержанию  $^{137}\text{Cs}$

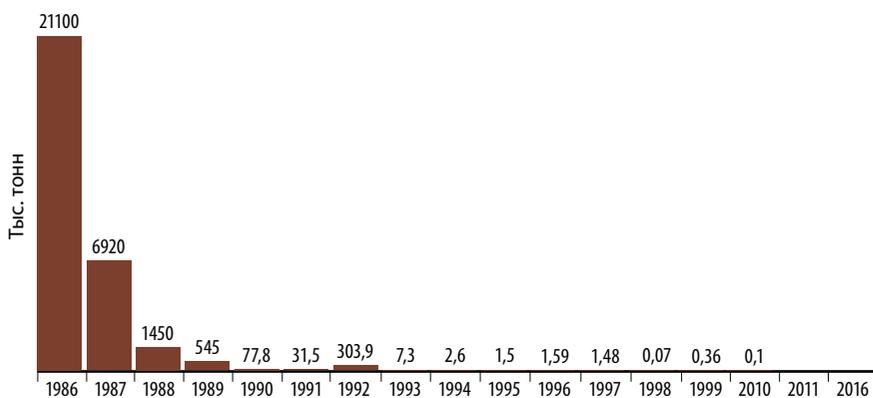


Рис. 3. Производство говядины с превышением норматива по содержанию  $^{137}\text{Cs}$

вок уже заслуживает внимания. Установлено, что при оптимальном содержании стабильного кальция в рационе уменьшается отложение радионуклида в скелете по сравнению с дефицитным по этому элементу рационом и, следовательно, снижается переход  $^{90}\text{Sr}$  в молоко.

Обеспеченность крупного рогатого скота минеральными веществами особую значимость приобретает в связи с тем, что территория Беларуси является биогеохимической провинцией с недостаточным содержанием в почве некоторых макро- и микроэлементов, приводящих к их дефициту в кормах.

Следует отметить, что реализация основных радиозащитных приемов в растениеводстве и кормопроизводстве, так называемых «контрмер» (известкование, внесение повышенных доз калийных и фосфорных удобрений) на загрязненных радионуклидами территориях Гомельской и Могилевской областей обусловила изменение соотношения катионного состава почв, что привело к дисбалансу содержания макро- и микроэлементов в основных видах растительных кормов.

В 2008–2020 гг. на базе Института радиобиологии НАН Беларуси проводился полный зоотехнический анализ грубых, сочных и концентрированных кормов по 21 нормируемому показателю, в том числе по 9 элементам минерального питания, что позволило создать базу данных по содержанию макро- и микроэлементов в основных видах кормов в разрезе сельскохозяйственных предприятий всех административных районов Гомельской и 4 наиболее пострадавших от последствий катастрофы на ЧАЭС районов Могилевской обл.

Проведенные расчеты обеспеченности рационов коров в проблемных по получению молока сельскохозяйственных предприятиях Гомельской области показали, что состоящие из травянистых кормов, заготавливаемых в сельскохозяйственных предприятиях, они дефицитны по основным элементам минерального питания (по кальцию в течение года – до 30%: при норме 130–140 г его фактическое содержание составляет 85–95 г). В этих хозяйствах обеспеченность типовых рационов коров цинком, магнием и кобальтом

составляет в среднем 31,81%, 31,25% и 16,13% соответственно.

На основании результатов аналитических исследований проведена группировка сельскохозяйственных предприятий двух областей по степени проявления дефицита и профицита основных макро- и микроэлементов в рационах крупного рогатого скота, что позволило разработать рекомендации по устранению дисбаланса в рационах.

Эффективный способ снижения перехода  $^{90}\text{Sr}$  в молоко – применение минеральных добавок, приготовленных на основе местных источников сырья (трепела, сапропеля, фосфогипса). Данная мера позволяет устранить дефицит минеральных элементов, организовать полноценное и сбалансированное кормление животных, повысить качество продукции, в том числе радиологическое.

На территории Республики Беларусь начато использование трепела месторождения «Стальное» Хотимского р-на Могилевской обл. мощностью 80 млн т. Благодаря высокому содержанию кальция трепел этого вида относится к известковому



Рис. 4. Полиминеральные брикеты с сорбентом Ферроцин



Рис. 5. На ферме

типу с достаточно равномерным распределением кремневой, глинистой и карбонатной составляющих. Он содержит ряд макро- и микроэлементов (кальций, фосфор, магний, медь, цинк, марганец, кобальт и др.), необходимых для нормальной жизнедеятельности [4, 5].

**Цеолитсодержащий трепел** месторождения «Стальное» Хотимского р-на обладает уникальными адсорбционными, ионообменными, молекулярно-ситовыми, каталитическими свойствами, которые являются своеобразными регуляторами процессов пищеварения у жвачных животных. Введение элемента в состав минеральных добавок способствует более высокой перевариваемости и использованию питательных веществ кормов, усилению энергетического

обмена и как результат – росту продуктивности.

На основании опытно-экспериментальных исследований, проведенных в РУП НПЦ НАН Беларуси по животноводству, была оценена эффективность применения трепела месторождения «Стальное» в рационах коров и молодняка крупного рогатого скота на «чистых» территориях. Замена им зерновой части концентратов позволяет увеличить производство молока на 9–12% [4]. Для сельхозпредприятий, расположенных на территории радиоактивного загрязнения, в Институте радиобиологии НАН Беларуси разработаны технические условия на комбикорма-концентраты с трепелом для крупного рогатого скота (ТУ ВУ400068342.005–2018).

Включение в состав комбикормов для коров трепела (20 кг на 1 т) позволяет снизить переход  $^{90}\text{Sr}$  в молоко на 12–15%.

**Сапропель** – осадок, образующийся на дне пресноводных водоемов (озер, болот) из мельчайших остатков животных и растительных организмов. Общие запасы сапропеля в Гомельской области составляют около 1 млрд т в пересчете на 60%-ю условную влажность, в том числе в озере Приболовичи Лельчицкого р-на – около 577 тыс. т. Наиболее перспективны и ценны для кормовых целей добываемые в данном водоеме органические сапропели карбонатного типа ( $\text{CaCO}_3$  более 30% на сухое вещество). Применение сапропеля в качестве витаминно-минеральной подкормки оказывает положительное влияние на обмен азота

Район	Сельскохозяйственное предприятие	Состав добавки						Всего в сутки, г
		фосфогипс		трепел		сапропель		
		г	%	г	%	г	%	
Добрушский	ОАО «Добрушский Агросервис»	66,4	45,8	31,8	21,9	46,8	32,3	145
Брагинский	ОАО «Имени Жукова»	70,0	42,7	38,4	23,4	55,6	33,9	164
Брагинский	ОАО «Комаринский»	68,7	44,3	38,0	24,5	48,4	31,2	155
Брагинский	ОАО «Маложинский»	65,8	46,7	32,6	23,1	42,6	30,2	141
Брагинский	ОАО «Чемерисский»	52,6	42,8	26,4	21,5	43,9	35,7	123
Брагинский	ОАО «Брагинский»	58,7	43,8	32,3	24,1	43,0	32,1	134
Брагинский	ОАО «Брагинка»	64,5	47,1	33,2	24,2	39,3	28,7	137
Брагинский	ОАО «Брагинагросервис»	60,2	42,7	31,4	22,3	49,4	35,0	141
Брагинский	ОАО «Пераможник»	65,1	48,6	36,7	27,4	32,2	24,0	134
Хойникский	КСУП «Имени И.П. Мележа»	58,8	41,7	38,8	27,5	43,4	30,8	141
Хойникский	КСУП «Велетин»	59,4	42,1	39,8	28,2	41,9	29,7	141
Хойникский	КСУП «Оревичи»	65,0	44,5	40,2	27,5	40,9	28	146
Хойникский	КСУП «Судково»	66,8	46,7	34,6	24,2	41,6	29,1	143
Хойникский	КСУП «Экспериментальная база «Стреличево»	69,8	46,2	32,8	21,7	48,5	32,1	151
Хойникский	ОАО «Хойникский Агросервис»	62,2	42,3	33,5	22,8	51,3	34,9	147

Таблица. Составы минеральных кормовых добавок на основе фосфогипса, трепела и сапропеля для лактирующих коров (живая масса 550–600 кг, среднесуточный удой молока 14–18 кг, жирность 3,8–4%) для сельскохозяйственных предприятий Гомельской области, расположенных на территориях радиоактивного загрязнения, в период летне-пастбищного содержания

в организме животных, обеспечивает высокое содержание кальция. Более 50% Са и до 20%  $P_2O_5$ , входящих в состав сапропеля, имеет подвижные формы, легко усвояемые организмом животных. В Институте радиобиологии НАН Беларуси разработаны технологические условия на комбикорма-концентраты с сапропелем и инструкции по их использованию для крупного рогатого скота. Производятся они на базе ОАО «Калинковичхлебобпродукт». Включение в состав комбикормов для коров трепела (50 кг на 1 т) позволяет снизить переход  $^{90}Sr$  в молоко на 15–25% (рис. 5).

**Фосфогипс** – это остаточный продукт производства фосфорных удобрений на Гомельском химическом заводе. Представляет собой сыпучий, тонкоизмельченный порошок, который хорошо смешивается с другими минеральными добавками, концентратами или кормовыми смесями [5]. В его состав входят кальций (33%), сера (22%) и в небольшом количестве микроэлементы. Содержание фтора не превышает 0,1–0,3%. В фосфогипсе в небольшом количестве присутствуют калий, натрий, алюминий, железо, барий, медь, цинк, марганец, редкоземельные элементы.

Сотрудниками Института радиобиологии НАН Беларуси на основании расчетов средневзвешенных величин фактического состава травянистых кормов был установлен дефицит минеральных веществ в типовых рационах лактирующих коров, содержащихся на сельскохозяйственных предприятиях Брагинского, Добрушского и Хойникского районов Гомельской обл., проблемных по получению молока, отве-

чающего требованиям РДУ-99 по содержанию  $^{90}Sr$  (3,7 Бк).

На основании изучения уровней обеспеченности рационов лактирующих коров макро- и микроэлементами разработаны адресные составы минеральных добавок (таблица) на основе местных источников сырья в следующих вариантах: на основе фосфогипса; фосфогипса-трепела; фосфогипса-сапропеля; фосфогипса-трепела-сапропеля. Их можно скормить как в свободном виде, так и в составе комбикормов.

Проведенные сотрудниками Института радиобиологии НАН Беларуси эксперименты по обогащению рациона молочных коров адресными минеральными добавками подтверждают способность макро- и микроэлементов сокращать содержание радионуклидов ( $^{137}Cs$ ,  $^{90}Sr$ ) в молоке и увеличивать продуктивность коров. При этом доля снижения поступления  $^{137}Cs$  и  $^{90}Sr$  из рациона в молоко составляет от 10 до 18% соответственно.

Включение добавок в состав рационов при свободном доступе животных также способствует улучшению обмена веществ, повышает резистентность организма, исключает

причины возникновения алиментарных заболеваний из-за минеральной недостаточности.

Оптимизация по минеральному питанию рационов лактирующих коров на загрязненных сельскохозяйственных предприятиях позволяет снизить содержание  $^{90}Sr$  в молоке до 25%, что гарантирует получение цельного продукта с содержанием радионуклида ниже установленного нормативного значения республиканских допустимых уровней (РДУ-99) – 3,7 Бк/л. Производство и использование комплексных минеральных добавок на базе местного сырья, а также скормливание их животным при свободном доступе или в составе комбикорма – наиболее эффективный путь снижения стронция-90 в молоке.

Дальнейшее уменьшение содержания радионуклидов ( $^{137}Cs$  и  $^{90}Sr$ ) в молоке и говядине будет обусловлено естественными процессами их распада и миграции. Однако прекращение или снижение интенсивности зооветеринарных контролей на загрязненной территории может привести не только к изменению существующей динамики, но в некоторых случаях даже к увеличению поступления радионуклидов в продукцию животноводства. ■

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Жестокое уроки Чернобыля // <http://www.grinchevskiy.ru/rvo/052007/jestokie-uroki-chernobilja.php>.
2. Организация ветеринарно-санитарного и радиационного контроля в соединениях и частях, принимавших участие в ликвидации катастрофы на Чернобыльской АЭС // [https://library.by/portalus/modules/ecology/readme.php?subaction=showfull&id=1478177324&archive=&start\\_from=&ucat=&](https://library.by/portalus/modules/ecology/readme.php?subaction=showfull&id=1478177324&archive=&start_from=&ucat=&).
3. Экологические и радиобиологические последствия Чернобыльской катастрофы для животноводства и пути их преодоления / Р. Г. Ильязов [и др.]. – Казань, 2002.
4. Голушко В. М. Трепел месторождения «Стальное» Хотимского района Могилевской области в кормлении молодняка крупного рогатого скота / В. М. Голушко, А. И. Козинец, М. А. Надаринская, О. Г. Голушко, Т. Г. Козинец // Весті Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. 2013. №3. С. 94–100.
5. Пилюк Н. В. Оптимизация минерального питания жвачных животных с использованием местных источников сырья / Н. В. Пилюк // Весті Акадэміі аграрных навук Рэспублікі Беларусь. 2001. №1. С. 56–58.

# ИДЕНТИФИКАЦИЯ БРАХИСПИНАЛЬНОГО СИНДРОМА И ДЕФИЦИТА ХОЛЕСТЕРИНА



**Ольга Епишко,**  
заведующая отраслевой  
научно-исследовательской  
лабораторией ДНК-технологий  
Гродненского государственного  
аграрного университета, кандидат  
сельскохозяйственных наук, доцент



**Елена Юрченко,**  
начальник научно-  
исследовательского отдела  
молекулярно-генетических  
экспертиз отраслевой научно-  
исследовательской лаборатории  
ДНК-технологий Гродненского  
государственного аграрного  
университета, аспирант



**Ольга Вертинская,**  
начальник научного отдела  
Гродненского государственного  
аграрного университета, кандидат  
сельскохозяйственных наук, доцент

УДК 636:2:4.082

**П**роблема недополучения здорового и жизнеспособного потомства при разведении сельскохозяйственных животных остается актуальной уже не один десяток лет. Интенсивная селекция по желаемым признакам привела к росту инбридинга и, как следствие, к появлению новых рецессивных мутаций в популяции. Их диагностика, а в особенности тех, что ассоциированы с летальными наследственными заболеваниями, играет важную роль в системе генетического мониторинга молочного скота. Генотипирование племенного поголовья позволит своевременно выявить носителей и не допустить дальнейшего бесконтрольного распространения мутации в процессе воспроизводства.

Снижение фертильности пород белголштин отечественной селекции и черно-пестрой связано со многими причинами, в том числе с накоплением в популяции генетических дефектов в гомозиготном состоянии. Интенсивное использование искусственного осеменения быками – скрытыми носителями – привело к накоплению различного рода Lof-мутаций. Четвертая часть потомства от таких родителей погибает еще на эмбриональной стадии развития или рождается с дефектами, не совместимыми с жизнью [8]. Мониторинг поголовья помогает обеспечить генетическую безопасность племенного материала.

В мире среди голштинского скота зарегистрировано 12 гаплотипов фертильности (НН0, НН1, НН2, НН3, НН4, НН5, НН6, НН7, НСD, ННВ, ННС, ННD), ассоциированных с эмбриональной смертностью или гибелью телят в постнатальный период [10]. Особое место в этом ряду занимают НН0 и НСD.

Дефицит холестерина – новый генетический дефект, вызывающий гибель телят в первые недели или месяцы жизни. Он был идентифицирован в немецкой популяции голштинского скота, и впервые данные о нем были представлены на конференции Interbull в июле 2015 г. В январе 2016 г. швейцарской научной группой была идентифицирована мутация (инсерция размером 1,3 kb) в гене аполипопротеина В (АРОВ), ассоциированная с летальным фенотипом. Ее происхождение отследили от известного быка-производителя канадского происхождения CAN000005457798 Mauglin STORM (1991 г.р.).

У гомозиготных носителей мутации нарушается метаболизм холестерина, что приводит к физической слабости, потере веса и аппетита, идиопатической диарее, не поддающейся лечению, обезвоживанию, низкому уровню жирорастворимых витаминов А и Е, гипокалиемии, лейкоцитозу, кахексии, пониженному уровню гемоглобина и, как следствие, к гибели телят в первые недели или месяцы жизни [7]. Гетерозиготные носители НСД имеют низкие показатели холестерина в сыворотке крови, нарушения жирового обмена и, как следствие, значительно отстают в развитии [6]. Было установлено, что гетерозиготные животные имеют пониженное содержание холестерина в крови, в то время как у гомозиготных особей он вообще отсутствует. По данным литературных источников, частота встречаемости скрытых носителей нового гаплотипа дефицита холестерина НСД составляет от 6% до 17% [1]. Тестирование быков голштинской породы на предмет его носительства за рубежом обязательно [9].

Группой ученых установлено, что причина НСД кроется в инсерции мобильного LTR элемента (ERV2-1) размером 1299 bp после позиции 77 958 994 на ВТА 11, расположенного между нуклеотидами 24 и 25 экзона 5 гена АРОВ. Это обуславливает сдвиг рамки считывания, начиная от аминокислоты 135 АРОВ, и приводит к отсечению 97% соответствующего белка длиной 4567 аминокислот (Gly135ValfsX10). АРОВ занимает центральное место в системе аполипопротеинов и является обязательным компонентом липопротеинов низкой плотности и хиломикрон [2]. Ученый Льежского университета (Бельгия) Carole Charlier подтвердил локализацию мутации, при этом указав, что полный размер инсерции эндогенного ретровирусного элемента (BoERV) составляет около 7 kb [3].

Необходимость проведения массового тестирования племенного поголовья голштинского и голштинизированного скота в Беларуси на наличие НСД обусловлена наследованием мутантного аллеля как по отцовской, так и по материнской линии. Исследовать на наличие гаплотипа НСД следует не только производителей, но и быкопроизводящих коров, что позволит снизить вероятность появления рецессивных гомозиготных потомков и избежать экономических потерь [5]. Тестирование быкопроизводителей, быкопроизводящих коров и ремонтного молодняка на предмет носительства гаплотипа НСД в нашей стране предусмотрено на законодательном уровне и является обязательным. При подборе родительских пар необходимо учитывать статус по НСД и тех, и других.

По данным зарубежных авторов, животные – гетерозиготные носители мутации отличаются низкими темпами прироста живой массы, следовательно, позже достигают сроков первого осеменения [6].

Синдром *brachyspina* (BS) – рецессивный генетический дефект молочного голштинского крупного рогатого скота. Его второе название – гаплотип фертильности НН0, ассоциированный с мертворождением. Мутация выявлена в гене FANCI (*Fanconianemia complementation group*), локализованном на 21 хромосоме в позиции 21 184 869–21 188 198. Мутантный аллель, который обуславливает данный генетический дефект, характеризуется наличием делеции 3.3 тыс. п.н. (Del (V877Lfs27X) в гене FANCI [11]. Данное заболевание наследуется по аутосомно-рецессивному типу. Потомство рождается со сниженной массой тела, несмотря на нормальную или слегка увеличенную продолжительность периода беременности, очевидным укорочением позвоночника, длинными стройными конечностями, нижним брахигнатизмом или микрогнатизмом, а в некоторых случаях – пороками внутренних органов: сердца, почек и половых желез. Широкое распространение гаплотипа НН0 произошло через известного американского быка Sweet Heaven Tradition [14].

В Республике Беларусь в 2021 г. утвердили породу крупного рогатого скота белголштин отечественной селекции молочного направления продуктивности, которая является высокоголштинизированной. Цель наших исследований – изучение генетической структуры популяции крупного рогатого скота новой породы, а также черно-пестрой с целью исключения распространения данных мутаций. Исследования

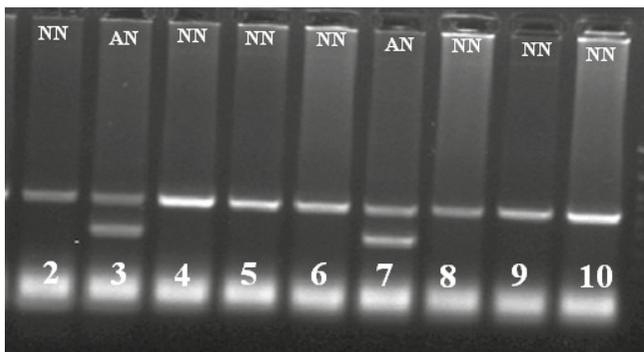


Рис. 1. Электрофореграмма гена APOB, где М – маркер молекулярного веса, 1, 2, 4–6, 8–10 – свободные от мутации животные (NN); 3, 7 – носители мутации (AN)

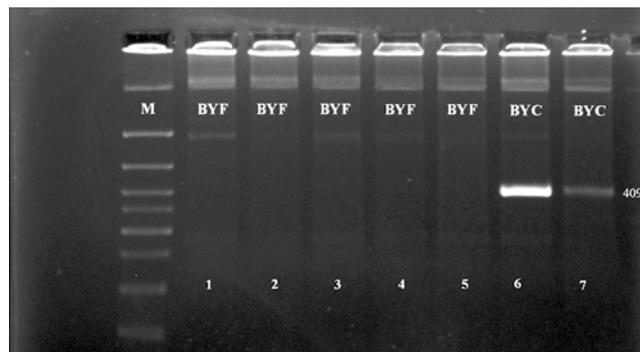


Рис. 2. Электрофореграмма гена FANCI, где М – маркер молекулярного веса, 1–5 – свободные от мутации животные (BYF); 6, 7 – носители мутации (BYC)

проводили методом полимеразной цепной реакции (ПЦР). Основные растворы для выделения ДНК готовили по Т. Маниатису [4].

Генотипирование крупного рогатого скота по выявлению дефицита холестерина и синдрома *brachyspina* осуществлялось на базе отраслевой научно-исследовательской лаборатории ДНК-технологий Гродненского государственного аграрного университета. В качестве биологического материала для выделения ДНК использовали ушную выщип животных, содержащихся в племенных хозяйствах Гродненской, Брестской и Минской областях. Ядерную ДНК получили перхлоратным методом.

Исследования полиморфизма по гену APOB и FANCI было проведено в 2020 г. на выборке племенного поголовья в количестве 344 голов. Гаплотип HCD диагностировали с помощью следующих праймеров:

- 1 – for – GCTGCAAAGCCACCTAGCCT;
- 2 – aff – AAATGCTCGAGAATATCCGGGG;
- 3 – N – GCAGCTGAGCCCACGATCCA.

Использована ПЦР-программа HCD: «горячий старт» – 7 мин при 95 °С; 35 циклов: денатурация – 30 с при 94 °С, отжиг 30 с при 68 °С, синтез – 30 с при 72 °С; достройка – 7 мин при 72 °С.

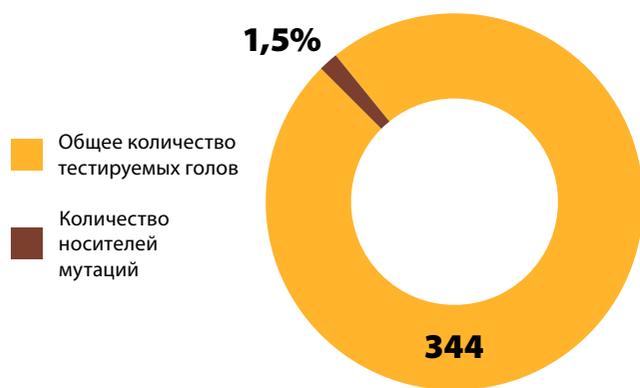
Состав реакционной смеси общим объемом 15 мкл: 14,5 мкл амплификационной смеси + 0,5 мкл ДНК; 0,25 мкл – MgCl<sub>2</sub>; 0,2 мкл – dNTP; 2 мкл – буфера; 15 пмоль каждого праймера; 1U Taq-полимеразы; 11,35мкл – H<sub>2</sub>O.

Концентрацию и специфичность амплификата оценивали электрофоретическим методом в 2%-ном агарозном геле (при напряжении 110–130 В). Длина амплифицированного фрагмента – 327 п.н.

При расщеплении продуктов амплификации идентифицировались следующие генотипы (рис. 1):

- NN – 327 п.н. (свободный от мутации);
- AN – 327/215 п.н. (носитель мутации);
- AA – 215 п.н. (летальный).

Международная отметка в родословной племенных животных мутации, ассоциирован-



Генетическая структура популяции крупного рогатого скота по гену APOB



Частота встречаемости гена FANCI

ной с гаплотипом фертильности HCD: 1% – свободный от мутации, 50% – носитель мутации.

Изучение генетической структуры популяции крупного рогатого скота по гену APOB установило полиморфизм, частота встречаемости мутантного аллеля составила 1,5%.

Диагностика гаплотипа HHO (BS) велась с использованием следующих праймеров и программы:

– BS1: 5'– GCTCAAGTAGTTAGTTGCTCCACTG-3';

– BS2: 5'– АТАААТАААТАААГСАГГАТГСААА-3';

– ПЦР-программа: «горячий старт» – 5 мин при 95 °С; 30 циклов: денатурация – 1 мин при 94 °С, отжиг – 1 мин при 60 °С, синтез – 1 мин при 73 °С; достройка – 5 мин при 73 °С.

Состав реакционной смеси общим объемом 25 мкл: 14 мкл амплификационной смеси + 1 мкл ДНК: 0,48 мкл – dNTP; 3 мкл – буфера Turbo; 15 пмоль каждого праймера; 1U Taq-полимеразы; 20,9 мкл – H<sub>2</sub>O.

Генотипы идентифицируются без проведения рестрикции, по результатам амплификации:

– BSF – отсутствие продукта амплификации (свободный от мутации);

– BSC – 409 п.н. (носитель мутации).

В качестве контрольного образца использовали ДНК животного – носителя мутантного аллеля. Концентрацию и специфичность амплификата оценивали электрофоретическим методом в 2%-м агарозном геле (при напряжении 110–130 В). У здорового животного (BYF) на электрофореграмме отсутствует продукт амплификации, у животного – носителя мутации (BYC) визуализируется полоса размером 409 п.н. – мутантный аллель (рис. 2).

Международная отметка в родословной племенных животных мутации, ассоциированной с гаплотипом фертильности HHO: BSF – свободный от мутации, BSC – носитель мутации.

В результате молекулярно-генетического тестирования популяции животных крупного рогатого скота был выявлен полиморфизм гена FANSI (BS). Частота встречаемости мутантного аллеля составила 2,6%, что свидетельствует о необходимости обязательного мониторинга и проведения генотипирования на элиминацию данной мутации.

Несмотря на невысокую концентрацию мутантных аллелей в популяции, необходим строгий и обязательный мониторинг генетических заболеваний [12, 13]. Своевременное выявление носителей позволит избежать спаривания двух гетерозиготных особей. Чтобы не допустить

дальнейшего бесконтрольного распространения мутаций, необходимо тестировать не только быков-производителей, но и быкопроизводящих коров. Это позволит оздоровить племенное поголовье страны и ускорить целенаправленный селекционный процесс в племенном животноводстве. ■

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Зиновьева Н. А., Костюнина О. В., Волкова В. В., Ермилов А. Н., Янчуков И. Н. Дефицит холестерина – новый рецессивный генетический дефект голштинского скота / Н. А. Зиновьева [и др.] // Молочное и мясное скотоводство. №2. 2016. С. 5–7.
2. Menzi F, Besuchet-Schmutz N., M. Fragnière, S. Hofstetter, V. Jagannathan, T. Mock, A Raemy, E. Studer, K. Mehinagic, N. Regenscheit, M. Meylan, F. Schmitz-Hsu, and C. Drögemüller. 2016. A transposable element insertion in APOB causes cholesterol deficiency in Holstein cattle // Anim. Genet., doi: 10.1111/age.12410.
3. Charlier C. The role of mobile genetic elements in the bovine genome // Plant Anim. Genome XXIV Conf., 2016. abstr. W636.
4. Маниатис Т. Молекулярное клонирование / Т. Маниатис, Э. Фрич, Дж. Сэмбрук – М., 1984.
5. Позовникова М. В., Митрофанова О. В., Дементьева Н. В. Оценка встречаемости генетического дефекта HCD в стадах голштинского скота северо-западного региона / М. В. Позовникова [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2020. №2(58). С. 265–271.
6. Лихачева Т. Е., Позовникова М. В. Влияние гаплотипа «дефицит холестерина» (HCD) на интенсивность прироста живой массы телок голштинской породы // Известия Оренбургского гос. аграрного ун-та. 2019. №1(75). С. 166–168.
7. Позовникова М. В. Живая масса и уровень холестерина в сыворотке крови телят с генетической мутацией в гене APOB / М. В. Позовникова // Материалы ежегодной международной научной конференции VIII «Лужские научные чтения. Современное Научное знание: теория и практика». Отв. редактор Т. В. Седлецкая. 2020. Ленинградский государственный университет им. А. С. Пушкина (Санкт-Петербург). С. 8–10.
8. Ковалюк Н. В., Сацук В. Ф., Мачульская Е. В., Шахназарова Ю. Ю. Генетические аномалии крупного рогатого скота / Н. В. Ковалюк [и др.] // Сборник научных трудов краснодарского научного центра по зоотехнии и ветеринарии. 2018. Том 7. №1. С. 27–32.
9. Escouffaire H. C., Mesbah-Uddin C., Barbat M., Boussaha A., Deloche M. C., Boichard D., Fritz S., Capitan A. A splice site mutation in CENPU is associated with recessive embryonic lethality in Holstein cattle // Journal of Dairy Science. 2020. V. 103. No1. P. 607–612.
10. Rauw W. M., Kanis E., Noordhuizen-Stassen E.N., Grommers F. J. Undesirable side effects of selection for high production efficiency in farm animals: a review. LivestockProductionScience. 1998. Vol. 56. P. 15–33.
11. Rezaee A. R. Implication of complex vertebral malformation and deficiency of uridine mono-phosphate synthase on molecular-based testing in the Iranian Holstein bulls population / A. R. Rezaee, M. R. Nassiry, B. Sadeghi, A. ShafaghMotlagh, M. Tahmoospour, R. Valizadeh // African Journal of Biotechnology. 2009. Vol. 8(22). P. 6077–6081.
12. Fang L. Identification of brachyspina syndrome carriers in Chinese Holstein cattle / Lingzhao Fang, Yanhua Li, Yi Zhang, Dongxiao Sun, Lin Liu, Yuan Zhang and Shengli Zhang // J. Vet. DiagnInvest. 2013, 25 (4). P. 508–510.
13. Charlier C., Agerholm W. Coppieters P., Karlsvkov-Mortensen W., Li A. Deletion in the bovine FANCI gene compromises fertility by causing fetal death and brachyspina. PLoS ONE. 7(8). e43085. doi: 10.1371/journal.pone.0043085. x.
14. Усова Т. П., Усманова Н. Н., Литвина Н. И., Усов Н. В. Распространение Brachyspina (BY) у быков-производителей голштинской породы отечественной и импортной селекции / Т. П. Усова, Н. Н. Усманова, Н. И. Литвина, Н. В. Усов // Вестник Мичуринского государственного университета. 2018. №2. С. 116–119.

# КОРОНАВИРУСНЫЕ БОЛЕЗНИ ЖИВОТНЫХ И ВАКЦИНЫ ПРОТИВ НИХ



**Николай Ковалев,**  
главный научный сотрудник  
РУП «Институт  
экспериментальной ветеринарии  
им. С.Н. Вышелесского»,  
доктор ветеринарных наук,  
профессор, академик  
НАН Беларуси



**Юрий Ломако,**  
директор РУП «Институт  
экспериментальной ветеринарии  
им. С.Н. Вышелесского»,  
кандидат ветеринарных наук,  
доцент



Усилия ученых многих стран в условиях пандемии, вызванной коронавирусом SARS-CoV-2, направлены на создание эффективных вакцин против данного заболевания. В мире разрабатывается около 200 их видов, поставлена такая задача и в Беларуси. Некоторые уже испытываются или применяются в разных государствах, в том числе российская «Спутник V» и др. В свете этих событий интерес представляют вакцины против коронавирусных заболеваний животных, работа над которыми в течение ряда лет ведется в РУП «Институт экспериментальной ветеринарии им. С. Н. Вышелесского» [1]. Изыскания касаются регистрируемых в нашей стране инфекций: коронавирусный энтерит крупного рогатого скота, вирусный (трансмиссивный) гастроэнтерит свиней, инфекционный бронхит кур.

## Коронавирусный энтерит КРС (КВЭ)

Данная остропротекающая болезнь новорожденных телят характеризуется профузным поносом, иногда со слизью и кровью в каловых массах, дегидратацией организма, депрессией и истощением. Возбудитель – вирус из семейства *Coronaviridae*, выделенный в 1972 г. Е. Стар и соавторами (США) – состоит из спиралевидного нуклеокапсида, покрытого внешней липопротеидной оболочкой с булавовидными выступами длиной 10–24 нм, напоминающей корону. Имеет сферическую форму диаметром 80–180 нм,

чувствителен к эфиру, хлороформу и трипсину, обладает гемадсорбирующими свойствами и способен агглютинировать эритроциты крыс, мышей и хомяков. Репродуцируется в цитоплазме первично-трипсинизированных клеток ПЭК, почки теленка и в перевиваемых культурах клеток MDBK, Vero, НРТ-18, вызывая образование синцития и симпластов.

Болезнь регистрируется в любое время года (чаще – в стойловый период) у животных 7–18-дневного возраста, более предрасположены к ней телочки (37,9%), чем бычки (23,8%). Источник заражения – больные и переболевшие телята, возрастные животные, выделяющие вирус с экскрементами и мочой. Передается алиментарным путем, но возможен и воздушно-капельный. Инфицированность телят достигает 100% (летальность – 10–47%), коров в некоторых хозяйствах – 50–80%. Протекает 1–2 недели, проявляется остро и подостро, инкубационный период – 18–48 ч. Вначале возникают признаки угнетения, затем развивается понос, переходящий в профузный. Температура тела, как правило, в пределах нормы, может быть ниже. Фекалии жидкой консистенции, желтого или зеленовато-желтого цвета, иногда с примесью свернувшегося молока, слизи и крови. Далее отмечают изъязвление слизистой оболочки ротовой полости с выделением пенистой слюны. Животные угнетены, живот вздут, аппетит сохранен, однако телята очень быстро худеют, развивается экзикоз, и наступает гибель от обезвоживания. У взрослых животных протекает субклинически.

Исследования сывороток крови коров и телят на наличие противовирусных антител в РНГА, а также фекалий на присутствие антигенов вирусов методом ИФА в хозяйствах, неблагополучных по пневмоэнтеритам телят, показали, что значительный удельный вес (от 42 до 64%) в этиологии этих заболеваний занимают возбудители корона- и ротавирусных инфекций, которые часто протекают в ассоциации [2, 3]. Это послужило основанием для разработки ассоциированной инактивированной вакцины. Ее конструирование включало подбор, отработку методов культивирования и изучение антигенной активности штаммов вирусов, соотношения монокомпонентов и дозы вакцины, методов контроля, изучение ее иммуногенной и противоэпизоотической эффективности. Из четырех выделенных в неблагополучных хозяйствах республики и двух имеющихся в институте эпизоотических штаммов коронави-

руса КРС наиболее активным оказался Белорусский-4, который и использовали для изготовления вакцины. После 12 пассажей на перевиваемых клетках MDBK он имел титр  $6,0 \lg \text{ТЦД}50/\text{см}^3$  и был депонирован в институтскую коллекцию микроорганизмов под названием КМИЭВ-1. При однократном внутримышечном введении кроликам и телятам по 2 мл через 14 дней вызывал у них образование антител в титрах  $3,2 \pm 0,2$  и  $4,0 \pm 0,2 \log_2$  соответственно, что свидетельствует о высокой антигенной активности [4].

Для изготовления ротавирусного компонента вакцины применен эпизоотический штамм 243, который после депонирования в коллекцию микроорганизмов получил название КМИЭВ-3. Вирус после 12 пассажей на культуре клеток СПЭВ имел титр  $7,5 \lg \text{ТЦД}50/\text{см}^3$  и вызывал у кроликов и телят образование антител на 14-й день после внутримышечного введения в дозе 2 мл в титрах  $4,0 \pm 0,2$  и  $5,0 \pm 0,4 \log_2$  соответственно [5].

Для отработки методов инактивации вакцинных вирусов были испытаны прополис, формалин и теотропин. Оптимальным оказался последний, который в 0,2%-ной концентрации при комнатной температуре в течение 48 часов инактивировал оба вируса, которые сохраняли наибольшую антигенную активность. Из трех испытанных адъювантов – эмульсигена, смеси эмульсигена с прополисом и суспензии активированной целлюлозы – наиболее эффективны последняя (производство БГУ) в 2%-ной концентрации и эмульсиген (США) в 100%-ной концентрации. Их и использовали при конструировании вакцины.



В опытах на 40 коровах установлено, что оптимальным соотношением компонентов в вакцине было 1:1. При этом титр антител к обоим вирусам наиболее высок. На лабораторных животных были отработаны методы контроля вакцины на стерильность, безвредность, иммуногенность и определен срок ее хранения – 12 мес. Изучение иммунологической эффективности в лабораторных условиях и в широком производственном опыте в 4 хозяйствах республики на 5780 стельных коровах показало, что вакцина вызывает активный биосинтез антител к обоим вирусам (до  $5,9 \log_2$  к корона- и  $7,6 \log_2$  к ротавирусу в РН). Ее вводили стельным коровам внутримышечно в дозе  $5,0 \text{ см}^3$  двукратно с интервалом 21 день за 2 мес. до отела. При выпойке телятам в течение первых двух часов молозива от иммунизированных коров у них формировался напряженный колостральный иммунитет к обеим инфекциям (титры от  $10,4 \pm 1,6$  до  $11,3 \pm 2,7 \log_2$  в РНГА), который сохранялся в течение 2 и более месяцев и полностью предохранял от заболеваний. Исследования показали высокую профилактическую эффективность вакцины (88,9–95,6%). На этом основании подготовлена и утверждена нормативно-техническая документация на «Ассоциированную вакцину против рота- и коронавирусной инфекций новорожденных телят», и она внедрена в производство [6]. По схожим схемам созданы «Трехвалентная инактивированная вакцина против вирусной диареи, рота- и коронави-

русных инфекций КРС», «Поливалентная инактивированная вакцина против инфекционного ринотрахеита, вирусной диареи, рота- и коронавирусной инфекций КРС «Тетравак». На последнюю получен патент Республики Беларусь [7–10].

## Вирусный трансмиссивный гастроэнтерит свиней (ТГС)

Данное острое контагиозное заболевание характеризуется рвотой, изнурительной диареей и высокой смертностью поросят до 2-недельного возраста. Распространено во многих странах мира, в том числе и у нас. Впервые его описали и доказали вирусную природу американские ученые L.P. Doyl и L.M. Hutchings в 1946 г. Возбудитель – коронавирус семейства *Coronaviridae* с диаметром частиц 60–160 нм примерно с теми же характеристиками, что и описанный выше. Поросята заражаются преимущественно алиментарным путем, реже – аэрогенным от больных и переболевших свиней, которые выделяют вирус с фекалиями на протяжении 2 мес. после выздоровления. Заболевание протекает в виде эпизодов или энзоотий. По результатам наших исследований в 1970–1990 гг. вирус ТГС обнаружился в свиноводческих хозяйствах Беларуси в 81,6% случаев. Вспышки возникали обычно через 2–3 дня после завоза в благополучные хозяйства свинок или хряков, а также продуктов животного происхождения из неблагополучных



хозяйств. В крупных свиноводческих комплексах заболевание имело тенденцию к стационарности и растягивалось на многие месяцы и годы в связи с круглогодичными непрерывными опоросами свиноматок. На традиционных свиноводческих фермах продолжительность энзоотии ТГС составляла 3–4 недели, после чего происходило угасание.

Клинические признаки зависят от возраста животных. У новорожденных – внезапная рвота, которая вскоре начинает сопровождаться изнуряющей диареей, быстрым обезвоживанием, исхуданием и вялостью. Фекалии водянистые, желто-зеленого цвета, щетина липкая, грязного цвета. Погибают до 90–100% поросят. У молодняка постарше и взрослых свиней наблюдается угнетение, частичный отказ от корма, кратковременная диарея и рвота в течение 2–3 дней. У свиноматок развивается гипо- или агалактия. Заболевание, как правило, заканчивается выздоровлением [11, 12]. В ряде случаев в неблагополучных по ТГС хозяйствах одновременно выявлялась ротавирусная болезнь свиней (РБС), которая клинически проявлялась гастроэнтеритом и вызывалась РНК-содержащим вирусом семейства *Rotaviridae* [13].

Нами была поставлена цель – разработать ассоциированную инактивированную вакцину против ТГС и РБС. Для ее конструирования взяли один из выделенных эпизоотических изолятов вируса ТГС с титром  $3,25 \lg \text{ТЦД}_{50}/\text{см}^3$  (после 25 пассажей на клетках СПЭВ имел титр  $6,5 \text{ТЦД}_{50}/\text{см}^3$ ) и один из изоля-

тов ротавируса свиней с титром  $3,75 \text{ТЦД}_{50}/\text{см}^3$  (после 20 пассажей на клетках СПЭВ – титр  $7,2 \text{ТЦД}_{50}/\text{см}^3$ ). Вирусы репродуцировали на клетках СПЭВ в 1,5-литровых матрасах или роллерах со средой 189 или ИГЛА.

В качестве инактивантов использовали формалин и димер этиленимина (ДЭИ). Было установлено, что первый в 0,1%-ной концентрации инактивировал вирус ТГС при  $37^\circ\text{C}$  за 9 ч, при комнатной температуре – за 12 ч, ДЭИ в 0,02%-ной концентрации – соответственно за 12 и 24 ч. Предпочтение было отдано ДЭИ как более щадящему.

В качестве адъювантов в конструируемой вакцине испытаны алюмокалиевые квасцы и масляные адъюванты – эмульсиген (США) и Montanide ISA-206 VG. В опыте на 18 свиньях и 18 кроликах установлено, что парентеральное введение им антигенов вирусов с адъювантом алюмокалиевые квасцы (0,5%) или эмульсиген (15%) вызывает образование более высокого уровня антител, чем введение без адъювантов. Для конструирования вакцины были использованы алюмокалиевые квасцы. Оптимальным соотношением антигена ТГС и ротавируса в вакцине было 2:1. В опыте на 12 свиноматках установлено, что при этом титры антител на 21-й день после вакцинации были наиболее высокими к обоим компонентам ( $3,7$  и  $5,37 \log_2$  в РН) [14].

Отдельные исследования проведены по супоросным свиноматкам. Установлено, что внутримышечное введение им вакцины за 10 недель



до опороса двукратно с интервалом 21 день в дозах 6,0 и 7,0 см<sup>3</sup> позволяет защитить от экспериментального заражения эпизоотическими штаммами ТГС и ротавируса 87,5% и 83,3% новорожденных поросят соответственно. Такая схема оказалась наиболее рациональной. У вакцинированных таким образом супоросных свиноматок после опороса выявлено увеличение IgM и IgG глобулинов, интерферона до 53,3%, лизоцима 2,4 мкг/л, количества Т-лимфоцитов до 44,4% в сыворотке крови, а также высокий уровень колостральных антител до 8,0–11,0 log<sub>2</sub>, которые передавались поросятам.

Разработаны методы контроля и определен срок годности вакцины – 18 мес. Она прошла производственные испытания в 7 свиноводческих комплексах Беларуси. От 4303 привитых свиноматок получено 36 978 поросят. Заболели и пали от гастроэнтерита 11,9%, сохранены 88,1% (от 209 непривитых (контрольных) свиноматок получено 1787 поросят, заболели и пали от гастроэнтерита 47,9%, выжили 51,2%). Вакцина по эффективности не уступала импортной TP-1 («Нарвак»).

В 2000–2009 гг. вакцина с масляным адьювантом внедрена в 10 свиноводческих комплексах. Привиты 21456 свиноматок. Профилактическая эффективность составила 87,2%. На нее получен патент [15], ТНПА передан ОАО «БелВитунифарм», где налажен выпуск и реализация препарата. По аналогичным принципам сконструирована инактивированная вакцина против трансмиссивного гастроэнтерита, ротавирусной болезни и колибактериоза поросят, которая также внедряется в практику [1].

## Инфекционный бронхит кур (ИБК)

Это высококонтагиозное заболевание молодня и взрослых кур, сопровождающееся поражением дыхательных путей и репродуктивных органов. Возбудитель – РНК-содержащий *Coronavirus avium* семейства *Coronaviridae*, который индуцирует в организме кур нейтрализующие и преципитирующие антитела, чувствителен к эфиру и хлороформу, при 56 °С инактивируется через 10–15 мин. Заражение происходит аэрогенным и алиментарным путями. Различают три клинических синдрома ИБК: респираторный, нефрозно-нефритный и репродуктивный. Первый сопровождается респираторными симптомами и наблюдается у молодых цыплят. Через 18–36 ч после внедрения патогена у них насту-

пает угнетенное состояние, крылья опускаются, дыхание становится затрудненным, появляются хрипы в трахее, выделения из ноздрей, конъюнктивиты, риниты, теряется аппетит. В основном протекает остро (1–3 недели), летальность – 5–33%. У цыплят старше 2 недель симптомы более сглажены и могут исчезнуть через 8–14 дней. Заболевание вызывает задержку роста птицы. У взрослых особей наблюдается синдром поражения репродуктивных органов, риниты и конъюнктивиты, а на 7–14-й неделе – снижение яйценоскости, которая не восстанавливается даже после выздоровления. Отдельные штаммы могут вызывать нефрозно-нефритный синдром, который сопровождается поражением почек и мочеточников (диспепсия и диарея с примесью уратов), протекает остро, летальность доходит до 70% [16].

Основное средство борьбы с ИБК – специфическая профилактика с применением живых и инактивированных вакцин. Учитывая наличие ИБК на птицефабриках республики, нами разработана вакцина с использованием штамма вируса КМИЭВ-V103, полученного путем адаптации штамма Н-120 (депонирован в коллекции микроорганизмов НИИЭВ им. С. Н. Вышелесского) к СПФ-куриным эмбрионам в течение 5 пассажей.

Вирус имеет титр 10<sup>6</sup> ЭИД<sub>50</sub>/см<sup>3</sup> на куриных эмбрионах, вызывает эффект их карликовости, активен в РН, РНГА, ИФА, не патогенен для цыплят в дозе, в 10 раз превышающей иммунизирующую. Определены метод и доза заражения эмбрионов (в аллантоисную полость 0,2 мл, разведение 10–2) срок их инкубации 72 ч, метод введения вакцины – выпаивание, срок взятия крови после вакцинации 14 дней и период наблюдения после заражения 10 дней.

Вакцина представляет собой лиофилизированную эмбриональную жидкость, полученную из СПФ-яиц кур, инфицированных штаммом КМИЭВ-V103. Среда высушивания состоит из 2,5% сахарозы, 0,5% желатозы, 3,5% гидролизата, лактоальбумина, сохраняет стабильность при хранении в сухом темном месте при 3–6 °С в течение 12 мес. [17].

На СПФ-эмбрионах кур изучена биологическая эффективность вакцины, которая составила 6,2 lg ЭИД<sub>50</sub>/см<sup>3</sup>. Каждая иммунизирующая доза в 1,0 см<sup>3</sup> содержала не менее 3,0 lg ЭИД<sub>50</sub>. При испытании на 25 цыплятах 14-суточного возраста, которым с помощью зонда проводилось выпаивание вакцины в десятикратной иммунизирующей дозе, в течение 21-днев-

ного наблюдения ни одна птица не заболела, что свидетельствует о безвредности препарата.

При даче СПФ-цыплятам 14–20-суточного возраста одной иммунизирующей дозы вакцины в объеме 1 см<sup>3</sup> в 80% и более случаях наблюдалось образование поствакцинальных антител в ИФА не ниже 1:400, что говорит о ее высокой антигенной активности и иммуногенности. Производственные испытания проведены на Минской птицефабрике им. Н. К. Крупской. 7 тыс. цыплят были иммунизированы дважды: суточные – спрей-методом, в возрасте 14 суток – методом выпаивания с водой. Через 14 дней после второй иммунизации у 25 цыплят опытной и контрольной групп исследовали кровь на наличие антител в ИФА.

Базой для сравнения являлась вакцина «Биореп Н120» (Франция), которой по той же схеме иммунизировали 38 тыс. цыплят. В результате в течение 30 дней ни один вакцинированный обеими вакцинами цыпленок не заболел. Уровень индуцированных белорусской вакциной вируснейтрализующих антител существенно не отличался от данного показателя у французской. Вакцина и НТПА на нее переданы для внедрения на ОАО «БелВитунифарм», где в 2010 г. налажено производство и выпущено 500 тыс. доз. Уже в 2012 г. она была применена на 5 птицефабриках республики, рекламаций не поступало [17].

Наряду с живой вакциной против ИБК были сконструированы инактивированные эмульгированные комбинированные против Ньюкаслской болезни, инфекционного бронхита кур, синдрома снижения яйценоскости, инфекционной бурситной болезни [19]. Вместе с нормативно-технической документацией они переданы на ОАО «БелВитунифарм» для внедрения.

Следует отметить, что инфекционные болезни животных, среди которых более 70% являются вирусными, наносят существенный ущерб животноводству, а следовательно, и экономике страны. Основная мера профилактики и борьбы с ними – вакцинация. До 2000-х гг. производство противовирусных вакцин для животных, да и для людей, в нашей стране отсутствовало. Их приходилось закупать за границей. После ряда постановлений Правительства Республики Беларусь (1999, 2005, 2010 гг.), создания экспериментального отдела по производству биопрепаратов в Институте экспериментальной ветеринарии им. С. Н. Вышелесского НАН Беларуси, реконструкции Витебской биофабрики (ныне ОАО «БелВитунифарм») ситуация в корне изменилась.

Разработкой, апробацией и внедрением занимается РУП «Институт экспериментальной ветеринарии им. С. Н. Вышелесского» – головное научное учреждение в этой области в нашей стране. Успешная работа по созданию эффективных вакцин против коронавирусных инфекций животных в какой-то мере вселяет надежду и на появление столь же эффективных вакцин против COVID-19, в том числе и в Беларуси. ■

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Биологические препараты для профилактики вредных заболеваний животных: разработка и производство в Беларуси / П. А. Красочко, И. А. Ковалев и др.; под ред. И. А. Ковалева. – Минск, 2016.
2. Красочко П. А. Вирусные пневмоэнтериты телят / П. А. Красочко, Ю. Т. Зелютков, И. А. Красочко. – Минск, 1999.
3. Красочко П. А. Роль вирусных инфекций в патологии сельскохозяйственных животных // Наука и инновации. 2014. №8. С. 12–15.
4. Атенуированный штамм коронавируса крупного рогатого скота Bovine coronavirus КМИЭВ-V112 – штамм-антиген: пат. 18413 Респ. Беларусь: МПКС12 №7/08 (2006.01), С12R, 1/93 (2006.01) / П. А. Красочко, Ю. В. Ломако, И. А. Красочко, Я. П. Яромчик, Д. С. Борисовец; заявитель и патентообладатель Институт экспериментальной ветеринарии им. С. Н. Вышелесского; опубл. 30.08.2014.
5. Атенуированный штамм ротавируса крупного рогатого скота Bovine rotavirus КМИЭВ-V116 – штамм-антиген: пат. 18412 Респ. Беларусь: МПКС 12 №7/08 (2006.01), С12R, 1/93 (2006.01) / П. А. Красочко, Ю. В. Ломако, И. А. Красочко, Я. П. Яромчик, Д. С. Борисовец; заявитель и патентообладатель Институт экспериментальной ветеринарии им. С. Н. Вышелесского; опубл. 30.08.2014.
6. Ассоциированная вакцина против рота- и коронавирусной инфекции новорожденных телят: ТУ ВУ600049853.093–2008 / П. А. Красочко, П. В. Белянко, Н. А. Ковалев и др. – Минск, 2008.
7. Вакцина трехвалентная инактивированная против вирусной диареи, рота- и коронавирусной инфекции крупного рогатого скота: ТУ ВУ 600049853.В3–2009 / П. А. Красочко, И. А. Красочко, Ю. В. Ломако, А. М. Ламан. – Минск, 2009.
8. Ковалев И. А. Перспективы профилактики и терапии пневмоэнтеритов телят / И. А. Ковалев, П. А. Красочко, И. А. Красочко // Аграрная наука на рубеже 21 века. – Минск, 2000.
9. Красочко П. А. и др. Иммуный ответ у крупного рогатого скота после вакцинации против инфекционного ринотрахеита, вирусной диареи, рота- и коронавирусной инфекций / Ветеринарная практика. 2008. №3(42). С. 63–171.
10. Поливалентная инактивированная вирус-вакцина против инфекционного ринотрахеита, вирусной диареи, рота- и коронавирусной инфекций крупного рогатого скота: пат.10697 Респ. Беларусь: МПК (2006) А61К 39/295 / П. А. Красочко, И. А. Красочко, С. С. Кабась, Г. И. Жих, И. П. Иванова, Н. А. Ковалев, В. А. Машеро, С. В. Бойчук, Ф. Н. Капуцкий, Э. В. Терт, В. И. Торгашев, О. В. Зубец; заявитель и патентообладатель Институт экспериментальной ветеринарии им. С. Н. Вышелесского; опубл. 30.06.2008.
11. Ястребов А. С. Вирусные гастроэнтериты свиней в свиноводческих хозяйствах Республики Беларусь // Вести Академии аграрных наук Республики Беларусь. 1998. №3. С. 72–74.
12. Ястребов А. С. Вирусные гастроэнтериты свиней. – Минск, 1999.
13. Ястребов А. С. Культуральные свойства вирусов трансмиссивного гастроэнтерита и ротавирусной болезни свиней, выделенных в свиноводческих хозяйствах Республики Беларусь / А. С. Ястребов, Т. А. Савельева, А. М. Бычковский // Ветеринарные и зооинженерные проблемы животноводства: тез. докл. 1-й Междунар. науч.-практ. конф. – Витебск, 1996.

Полный список использованных источников размещен

 [SEE http://innosfera.by/2021/08/vaccine](http://innosfera.by/2021/08/vaccine)

# Интенсивная аквакультура



**Один из важнейших путей интенсификации производства – переход на использование новых, особо ценных видов рыб. С учетом сохраняющегося спроса на продукцию осетровых (икра, мясо) аквакультура – практически единственное направление, позволяющее удовлетворять запросы рынка в этих продуктах.**



**Николай Барулин,** заведующий кафедрой иктиологии и рыбоводства Белорусской государственной сельскохозяйственной академии, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

С аквакультурой тесно связано современное развитие технологий производства осетровых и лососевых, предусматривающих выращивание рыбы и других гидробионтов в условиях повышенной плотности посадки, снижения расхода воды и многократного ее использования, регулируемых гидрохимических и световых условий, стимулирования темпа роста, полового созревания, применения сухих комбикормов и т.д. Одно из самых популярных направлений интенсивной аквакультуры – использование промышленных комплексов, работающих на основе замкнутого водоснабжения (УЗВ). К их

преимуществам следует отнести возможность выращивания разных видов рыб в любой климатической зоне, снижение кормового коэффициента и потребления воды, высокий выход продукции с единицы площади, возможность объединения технологий выращивания рыбы и растений и получения экологически чистой продукции [3]. Среди отрицательных факторов – снижение требований к репродуктивным показателям рыб, задействованных в воспроизводстве [4], неконтролируемое искусственное освещение, стрессовое воздействие, условия, способствующие возникновению гипоксии вследствие высокой плотности посадки [5], большая концентрация нитратов, несбалансированное, недостаточное или избыточное кормление и др. Все это может оказывать как острое, так и хроническое воздействие на физиологические показатели рыб, из-за чего снижается их выживаемость, жизнестойкость, товарные и репродуктивные характеристики, а также другие хозяйственно полезные качества.

В последние годы в Беларуси активно развивается аквакультура в УЗВ. В рамках Государ-

ственных программ, а также благодаря частным и иностранным инвестициям начиная с 1998 г. было реализовано более 13 проектов по созданию рыбоводных промышленных комплексов по выращиванию осетровых (фермерское хозяйство «Василек» в Дзержинском р-не; ЗАО «Агрокомбинат Несвижский» в Несвижском р-не; ООО «ТМ» в г. Минске; ООО «Ремона» в г. Могилеве; СП «Санта Бремор» в г. Бресте), клариевых (ИООО «Ясельда» в Березовском р-не); лососевых (УО БГСХА в г. Горки; КПУП «Форелевое хозяйство «Лохва» в Быховском р-не; КПУП «Форелевое хозяйство «Высокое» в Костюковичском р-не; ОАО «ПМК-83 Водстрой» в Бельничском р-не; «Рыбопитомник «Богушевский» УП «Лиозненское ПМС» Лиозненского р-на; ОАО «Рыбхоз «Альба» Несвижского р-на); угревых (фермерское хозяйство «Актам Фиш» Миорского р-на) и др.

Современная интенсивная аквакультура нашей страны нуждается в обеспечении научного и образовательного сопровождения на всех этапах технологического процесса. В 1996 г. при Белорусской государственной сельскохозяйственной академии была организована кафедра ихтиологии и рыбоводства, которая впервые в республике стала осуществлять подготовку профессионалов рыбохозяйственной отрасли в рамках специальности «Промышленное рыбоводство» (рис. 1). Ежегодно диплом вуза получают 45–55 выпускников, которые на должностях директоров, главных рыбоводов и мастеров участков реализуют планы государственных программ по развитию этой сферы. Кроме того,

при кафедре действуют магистратура, аспирантура и докторантура по специальности «Рыбное хозяйство и аквакультура», организуются курсы повышения квалификации.

Наряду с этим кафедра осуществляет научное сопровождение интенсивной аквакультуры. Выполнен комплекс исследований, направленных на разработку новых научно обоснованных технологических способов и приемов производства рыбопосадочного материала ценных видов рыб в рыбоводных промышленных комплексах.

Созданы установки для инкубации икры (эмбрионов) рыб на базе оптических фильтров и матриц различных источников оптического излучения низкой интенсивности для применения в технологии искусственного воспроизводства, стимулирующие хозяйственно полезные качества рыбопосадочного материала. Установка включает герметичную емкость и крышку, выполненную из красного органического стекла, покрытого поляроидной пленкой. Источником излучения служит как солнечный свет, так и искусственное освещение. Лазерно-оптические приборы для инкубации икры «Sturgeon» (рис. 2) и «Стронга» (рис. 3) имеют открытую герметичную емкость



Рис. 2. Лазерно-оптический прибор для инкубации икры «Sturgeon»



Рис. 1. Кафедра ихтиологии и рыбоводства Белорусской государственной сельскохозяйственной академии

и модуль оптического излучения, выполненный на базе светодиодных источников или их матрицы одинаковых или различных длин волн с оптическим преобразователем пучка.

Впервые в ихтиологии установлены закономерности в экстерьерном строении производных кориума осетровых рыб и получены на их основе принципиально новые научные результаты. Созданы методологические основы новой системы ранней диагностики пола представителей семейства осетровых для племенной работы. При этом оценивается экстерьерное строение костных пластинок и начисляются баллы согласно специальной шкале, используются алгоритмы систем машинного зрения. Это позволяет увеличить точность исследований



Рис. 3. Лазерно-оптический прибор для инкубации икры «Стронга»



Рис. 4. Студенты специальности «Промышленное рыбоводство» во время проведения практических занятий по бонитировке осетровых рыб



Рис. 5. Конечный итог интенсивного осетроводства – половозрелая самка со зрелой черной икрой

при формировании ремонтно-маточного стада осетровых.

Впервые в Беларуси составлен атлас эхографических снимков развития гонад осетровых с подробным описанием их стадий, проведена диагностика некоторых внутренних органов у представителей ремонтно-маточного и племенного стада. Определены сроки начала дифференциации гонад, выявлены оптимальные периоды половой выбраковки [8] (рис. 4).

Составлен гормональный и биохимический репродуктивный профиль осетровых рыб, культивируемых в аквакультуре, а также обнаружена зависимость их племенных качеств от изменения концентрации гормонов, активности гепатоспецифических ферментов,

метаболитов белкового и минерального обмена [7] (рис. 5).

Обосновано использование УЗВ датского канального типа в качестве основного технологического элемента рыбоводных промышленных комплексов (РИК).

Разработаны новые способы повышения размерно-весовых показателей и жизнестойкости (терморезистентности) рыбопосадочного материала за счет светодиодного излучения, стимулирования племенных качеств производителей осетровых путем низкоинтенсивного оптического излучения [6].

Создан научно обоснованный системный подход к повышению эффективности технологии производства посадочного материала ценных видов рыб, включающий организационно-технологическую модель и единую стратегию развития основных направлений осетроводства – икорно-племенного, мясного, искусственного разведения, воспроизводства и восстановления природных популяций.

Специалисты кафедры ведут активную работу по сопровождению производственного процесса отечественных рыбоводных организаций, готовят тех-



Рис. 6. Рыбоводный промышленный комплекс по выращиванию рыбопосадочного материала радужной форели ОАО «Форелевое хозяйство «Лохва»

нологические обоснования для создания промышленных комплексов для ценных видов рыб. Так, при непосредственном участии наших сотрудников создан крупнейший в Восточной Европе рыбокомплекс по выращиванию рыбопосадочного материала лососевых (рис. 6), расположенный в г. Горки при кафедре. Он входит в состав крупного холдинга ОАО «Форелевое хозяйство «Лохва». Радужная форель выращивается там по технологии замкнутого водоснабжения и представляет собой непрерывный круглогодичный конвейерный цикл производства от оплодотворенной икринки до малька средней навеской 50 г, который доращивается до товарной рыбы в бассейновых и садковых хозяйствах Беларуси и России. В рыбокомплексе создано маточное стадо стерляди для практического обучения студентов-рыбоводов методам искусственного размножения (рис. 7). В рамках практической помощи производству сотрудники кафедры проводят прижизненную диагностику пола и стадий зрелости осетровых с помощью метода ультразвуковой диагностики (рис. 8, 9), регулярно разрабатывают и издают рекомендации для практического использования.

В 2020 г. при кафедре появился тренажер (комплекс), в состав которого входят 4 лаборатории: по новым объектам аквакультуры; биологической очистке воды; проведению экспериментов в аквакультуре *in vivo*; переработке рыбы. В первой исследуют новые и перспективные для белорусского осетроводства виды: русского осетра, а также гибриды – калуга X стерлядь, калуга X амурский осетр,



Рис. 7. Сортировка маточного стада стерляди



Рис. 8. Бонитировка ремонтно-маточного стада белуги в ОАО «Опытный рыбхоз «Селец»

калуга X белуга. Ведутся исследования по повышению эффективности выращивания рыбопосадочного материала стерляди, ленского осетра, радужной форели, африканского сома и широкопалого рака. Осуществляются сравнительные испытания различных технологий культивирования рыб в УЗВ.

В лаборатории по биологической очистке воды испытывают новые виды биологической загрузки для аквакультурных установок УЗВ на базе современных приборов для гидрохимических измерений.

В лаборатории по переработке отрабатываются современные технологии посола рыбы, а также ее горячего и холодного копчения.

В лаборатории по проведению экспериментов в аквакультуре *in vivo* осуществляются биохимические, физиологические, ихтиологические, токсикологические, нейробиологические, генетические и другие исследования на пресноводной

рыбе данио рерио (рис. 10). Это популярный модельный объект для лабораторных медико-биологических изысканий, который только начинает приобретать популярность в научной сфере Беларуси (рис. 11). Работа с ним позволяет изучать процессы функционирования генов, развития организма, анатомию, физиологические и поведенческие особенности и использовать полученные результаты в экотоксикологии, нейробиологии, онкологии и аквакультуре. К примеру, за последние два десятилетия исследователи начали все больше применять данио рерио в качестве объекта исследований для



Рис. 9. Бонитировка ремонтно-маточного стада стерляди-альбиноса в ОАО «Рыбхоз «Волма»



Рис. 10. Модельный объект данио рерио (зебрданио)



Рис. 11. Эмбрионы данио рерио – новый объект для медико-биологических исследований



Рис. 12. Специализированный виварий для выращивания данио рерио кафедры ихтиологии и рыбоводства

понимания того, как нейронные цепи генерируют поведение, фундаментальную цель в нейробиологии [9]. Несмотря на низкое сходство с человеком, многие системы рыбы, например сердечно-сосудистая, взаимодействуют с низкомолекулярными соединениями так же, как и у людей. Методами генной инженерии разрабатываются модели данио рерио, имитирующие заболевания людей.

В состав лаборатории по проведению экспериментов в аквакультуре *in vivo* входят: специализированные виварии для экспериментов и выращивания личинок, мальков и взрослых данио рерио общим водообъемом 6 тыс. л (рис. 12); участки выращивания живых кормов и водорослей, а также получения эмбрионов и их инкубации; комплекс для нейробиологических исследований с эмбрионами, личинками, мальками и взрослыми данио рерио; оборудование для микроинъектирования эмбрионов и личинок; для изучения спермы рыб по протоколу CASA; для мониторинга показателей качества воды; комплексы оборудования

для кардиологических и флуоресцентных исследований, изучения биохимических, иммуноферментных процессов, а также эмбрионального развития; для проведения ПЦР-анализа.

В настоящее время основные усилия ученых сосредоточены на использовании данио рерио в различных областях. В токсикологии ведутся исследования по установлению токсичности (в том числе эмбриотоксичности) пестицидов – хлорорганических, пиретроидных, фосфорорганических и карбаматных, а также растворителей. Оцениваются перспективы повышения диагностического и прогностического потенциала модельных эмбрионов данио рерио для обнаружения нейротоксических соединений. В биофизике исследуется влияние низкоинтенсивного оптического излучения на развитие рыб. В области репродуктивной физиологии, кормления животных и аквакультуры изучают влияние раз-

личных биологически активных веществ на рост и развитие данио рерио, физиологические и эпигенетические эффекты микотоксинов и др. Кроме того, сотрудники лаборатории освоили международные протоколы содержания данио рерио в искусственных условиях, управления качеством водной среды, получения эмбрионов и их инкубации, стартового кормления личинок и др.

Таким образом, интенсивная аквакультура активно развивается и имеет хорошие перспективы в дальнейшем. Растет потребность в ее образовательном, научном и производственном сопровождении. Вместе с тем для более эффективного роста требуется совершенствовать не только технологии выращивания, но и технические средства, рыбопереработку, маркетинг и другие слабые, что требует привлечения специалистов из непрофильных организаций. ■

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Барулин Н.В. Стратегия развития осетроводства в Республике Беларусь / Н.В. Барулин // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. 2017. №2. С. 82–90.
2. ФАО, МФСР, ЮНИСЕФ, ВПП и ВОЗ. Положение дел в области продовольственной безопасности и питания в мире – 2020. Преобразование продовольственных систем для обеспечения финансовой доступности здорового питания. – Рим, 2020.
3. Барулин Н.В. Аквакультура ценных видов рыб и ресурсосберегающие технологии. В 3 ч. Ч. 1. Форелеводство: учебно-методическое пособие / Н.В. Барулин. – Горки, 2018.
4. Карпюк М.И. Развитие аквакультуры – важный фактор сохранения водных биоресурсов Каспийского моря / М.И. Карпюк, М.В. Михайлова, А.Ю. Мажник // Рыбное хозяйство. 2004. №6. С. 16.
5. Федосеева Е.А. Физиологические нормы молоди бестера при различных технологиях выращивания / Е.А. Федосеева, С.С. Астафьева // Рыбное хозяйство. 2006. №2. С. 68–69.
6. Плавский В.Ю. Роль поляризации и когерентности оптического излучения во взаимодействии со сперматозоидами осетровых рыб / В.Ю. Плавский, Н.В. Барулин // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси: сборник научных трудов / РУП «Институт рыбного хозяйства», РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству», Белорусский государственный университет; под. общ. ред. М.М. Радько. – Минск, 2009. Вып. 25. С. 56–63.
7. Барулин Н.В. Комплекс диагностического мониторинга физиологического состояния ремонтно-маточных стад осетровых рыб в установках замкнутого водоснабжения / Н.В. Барулин // Вестник Государственной полярной академии. 2014. №1 (18). С. 19–20.
8. Барулин Н.В. Рекомендации по воспроизводству осетровых рыб в рыбоводных промышленных комплексах с применением инновационных методов / Н.В. Барулин, В.Ю. Плавский, К.Л. Шумский, Л.О. Атрощенко, Е.Г. Новикова, С.В. Роговцов, М.С. Лиман. – Горки, 2016.
9. Arrenberg A.B. Integrating anatomy and function for zebrafish circuit analysis / A.B. Arrenberg, W. Driever // *Frontiers in neural circuits*. – 2013. Vol. 7.



**Елена Таразевич,**  
профессор кафедры технологии  
и технического обеспечения процессов  
переработки сельскохозяйственной  
продукции Белорусского государственного  
аграрного технического университета,  
доктор сельскохозяйственных наук,  
доцент; pererabotka.kafedra@mail.ru

УДК 639.3.032



# ИННОВАЦИИ В СОЗДАНИИ КРОССОВ КАРПА С ВЫСОКИМИ ТОВАРНЫМИ ПРИЗНАКАМИ

**Аннотация.** Обоснована тенденция увеличения использования в питании человека гидробионтов как наиболее ценных поставщиков полиненасыщенных жирных кислот омега-3 и омега-6. Приведены основные направления в развитии высокоинтенсивных технологий производства рыбной продукции в Республике Беларусь в том числе по получению высокопродуктивных товарных кроссов с улучшенными товарными признаками, и результаты их морфологических исследований. Проведен обобщенный анализ ситуации по ведению селекционно-племенной работы с породами карпа белорусской и зарубежной селекции, а также амурского сазана ханкайской популяции.

**Ключевые слова:** селекционно-племенная работа, межпородные кроссы карпа, пищевая ценность, выход тушки, малоценные части тела.

**Для цитирования:** Таразевич Е. Инновации в создании кроссов карпа с высокими товарными признаками // Наука и инновации. 2021. №8. С. 41–44. <https://doi.org/10.29235/1818-9857-2021-8-41-44>

**Р**ыба (живая, охлажденная, мороженая, соленая, сушеная, вяленая, копченая), рыбные продукты (икра, консервы и пресервы, кулинарные изделия и полуфабрикаты), а также нерыбные морепродукты характеризуются высоким содержанием полноценных белков, минеральных веществ, витаминов, полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) омега-3 (α-линоленовой, эйкозапентаеновой, докозагексаеновой) и омега-6 (линолевой, γ-линоленовой и арахидоновой). ПНЖК группы омега-3 снижают уровень триглицеридов

в сыворотке крови, уменьшают риск образования тромбов в сосудах, способствуют синтезу простагландинов, поддерживающих иммунный статус организма и необходимы для нормальной функции надпочечников и щитовидной железы.

В мировом балансе доля пищевых животных белков, полученных из гидробионтов, составляет 25%, что в значительной степени снижает белковый голод большей части населения Земли. Учитывая тенденцию к возрастанию в пищевых рационах объемов рыбы и морепродуктов, исследование свойств белковых систем, создание новых видов продуктов и рациональных технологий – весьма актуальная задача [1, 2].

Многие годы основным поставщиком рыбной продукции являлось морское и океаническое рыболовство. В настоящее время уловы сокращаются, можно сказать, что идет война за зоны использования Мирового океана, и поэтому единственным и надежным источником увеличения объемов становится аквакультура – выращивание рыб в искусственных, управляемых человеком условиях. Эффективность такого производства обусловлена прежде всего тем, что не требуется большого количества корма: рыбы, будучи холоднокровными животными, расходуют пищу в основном на рост, обновление тканей и жизнедеятельность, в то время как теплокровные позвоночные, к которым относятся все животные, разводимые в сельском хозяйстве, вынуждены более одной трети энергии, поступающей с пищей, затрачивать на генерирование тепла и поддержание постоянной температуры тела [3].

Определяющий фактор развития аквакультуры – селекционно-генетическое улучшение и совершенствование объектов разведения, создание новых пород, типов, линий, кроссов, приспособленных к определенным условиям обитания и интенсивной технологии эксплуатации. Поэтому для обеспечения растущих потребностей в рыбной продукции Беларуси в кратчайшие сроки должна перейти на интенсивные технологии производства: высокие плотности посадки, применение поликультуры (совместное выращивание разных видов рыб, не являющихся конкурентами в питании), интенсивное кормление искусственными кормами и снижение в рационе доли естественной пищи.

Для получения этого типа продукции в нашей стране применяются различные технологии: прудовое выращивание, садковые линии и бассейны, установки замкнутого водообеспечения (УЗВ). Объектами рыборазведения являются карп, белый амур,

белый и пестрый толстолобик, сом европейский, форель, осетровые, щука, карась. Общий объем их производства составляет около 16 тыс. т в год. Вылов же товарной рыбы из естественных водоемов Беларуси не превышает 1 тыс. т в год.

Так как в выращивании прудовой рыбы около 85–90% занимает карп (*Cyprinus carpio L.*), то основные селекционные работы направлены на повышение его продуктивных качеств. Интенсификация этого процесса в последние два десятилетия способствовала созданию трех новых белорусских, более продуктивных пород карпа: лахвинского чешуйчатого, изобелинского, состоящего из четырех неродственных отводок, тремлянского, сочетающего чешуйчатую и зеркальную линии [4, 5]. На каждом этапе их совершенствования проводилась оценка по основным рыбохозяйственным признакам: темпу массонакопления, репродуктивным качествам производителей при различных способах воспроизводства, выживаемости на всех стадиях выращивания и зимовки, комбинационной способности в межпородных и внутривидовых скрещиваниях, устойчивости к воспалению плавательного пузыря, потребительским качествам, экономической эффективности их выращивания.

С целью повышения жизнестойкости лахвинского чешуйчатого карпа при получении потомства четвертого селекционного поколения было проведено вводное скрещивание его самок с самцами амурского сазана. Этот селекционный прием существенно изменил экстерьерные признаки лахвинского чешуйчатого карпа и способствовал значительному повышению выживаемости и устойчивости к такому заболеванию, как воспаление плавательного пузыря. Усиление жизнестойкости этой породы, особенно на ранних стадиях развития, способствовало ее массовому внедрению во все прудовые хозяйства Беларуси, в том числе и для селекционных скрещиваний при создании высокопродуктивных межпородных помесей карпа на ранних стадиях онтогенеза, то есть при выращивании сеголетков и зимовке годовиков.

Ляхвинский чешуйчатый карп прошел 10 поколений селекции. Для товарного производства в хозяйствах Беларуси используют в основном двухлетков, средняя масса которых составляет 370–400 г. У трехлетков темп массонакопления замедляется, и вес составляет около 1 кг. По потребительским признакам (малочешуйность, высокоспинность) он значительно уступает помесям карпа на основе материнских линий импортных пород. Выход тушки у товарных двухлетков – 62–64%, а у трехлетков – около 61%, что связано с ранним сроком созревания гонад как у самок, так и у самцов.

Одновременно в селекционно-племенном участке «Изобелино» Института рыбного хозяйства НАН Беларуси, прудовых хозяйствах «Селец», «Волма», «Красная слобода», «Солы» сформированы коллекционные, промышленные маточные стада импортных пород карпа европейской селекции: югославского, немецкого, сарбоянского, румынского (фресинет), выращенные и скомплектованные из трехточных заводских личинок, которые были завезены в страну из сопредельных республик в начале 90-х гг. прошлого столетия. Кроме того, в хозрасчетном участке «Вилейка» Института рыбного хозяйства имеется промышленное маточное стадо амурского сазана ханкайской популяции, которое обновляется за счет особей из популяций рыбхозов центральной России.

Учеными Института рыбного хозяйства непрерывно проводятся исследования частоты генотипов по локусу трансферрина у карпов разной породной принадлежности белорусской и зарубежной селекции, амурского сазана ханкайской популяции, что позволяет сохранять весь племенной материал генетически маркированным. На основе имеющегося генофонда белорусскими учеными разработана перспективная схема скрещивания по получению товарных кроссов, обладающих повышенным темпом роста, хорошей оплатой кормов, жизнестойкостью; улучшенными потребительскими свойствами – малочешуйностью, высокоспинностью, высоким выходом тушки, упитанностью. Оценку межпородных кроссов по основным рыбоводно-биологическим и товарным признакам проводят в экспериментальных условиях с двух-, трехкратной повторностью в благоприятной среде содержания и интенсивного кормления в промышленных прудовых хозяйствах. На основании полученных результатов определяют наиболее перспективные родительские пары, обеспечивающие максимальный гетерозисный эффект по желаемым признакам [6]. Поэтому в селекционно-племенном участке «Изобелино», хозрасчетном участке «Вилейка», промышленных прудовых хозяйствах ежегодно проводится выращивание и оценка 15–20 межпородных и внутрипородных помесей и чистых линий карпов белорусской и зарубежной селекции. Так как около 85% прудового карпа реализуют в живом виде, частично в виде копченых и вяленых балыков, то повышенной конкурентоспособностью на рынке Беларуси в данный период пользуются крупные особи массой 1,0–1,5 кг, упитанные, зеркальные карпы (малочешуйчатые), с высокоспинным экстерьером и выходом тушки не менее 65%.

В крупнейшем прудовом хозяйстве Беларуси ОАО «Опытный рыбхоз «Селец» ежегодно выращивают около 1700–1750 т товарного карпа. Около 1000 т реализуется в живом виде. Выращиваются также крупные товарные трехлетки малочешуйчатых межпородных помесей карпа на основе использования разработанной и апробированной схемы скрещивания. Основу материнских линий составляют самки импортных пород – югославского, немецкого карпа, несущих в своем генотипе высокоспинный экстерьер, малочешуйный покров, высокий темп массонакопления и хорошую оплату корма. В качестве отцовских форм используют самцов карпа белорусской селекции, в основном лахвинской породы, что способствует повышению выживаемости межпородных помесей на всех стадиях онтогенеза, устойчивости к воспалению плавательного пузыря и неблагоприятным факторам среды обитания.

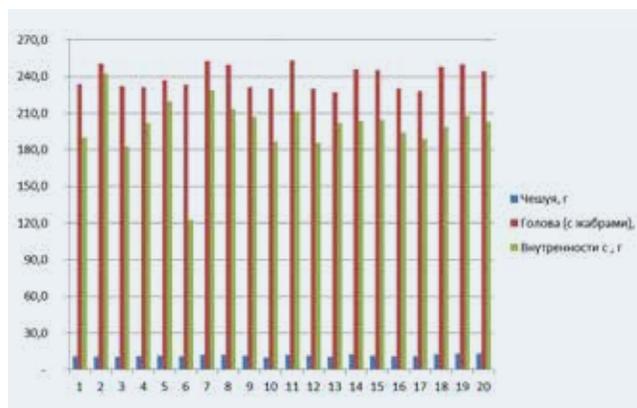


Рис. 1. Показатели выхода малоценных частей тела у трехлетков зеркальных двухпородных кроссов карпа

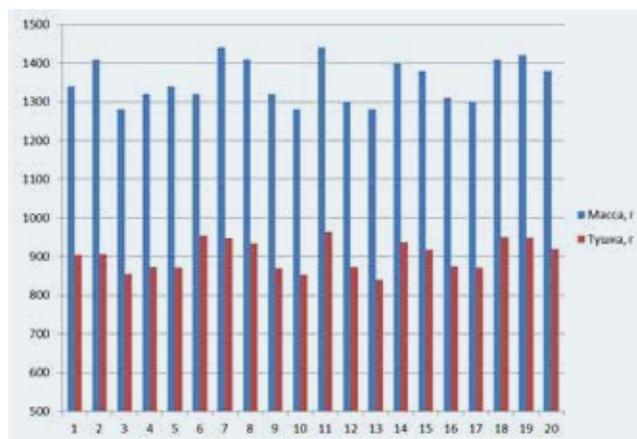


Рис. 2. Выход тушки у трехлетков межпородных зеркальных кроссов карпа

Для оценки пищевой ценности межпородных товарных кроссов нами произведены морфологические исследования трехлетков зеркального карпа в количестве 20 экз., выращенных в ОАО «Опытный рыбхоз «Селец». Пробы были отобраны 30.12.2020 г. из зимовальных садков при отгрузке рыбы для реализации в торговую сеть. Пищевая ценность рыбной продукции зависит от соотношения съедобных (выход тушки) и малоценных частей тела рыбы (голова с жабрами, чешуя, внутренние органы), и она тем выше, чем больше выход съедобной части (рис. 1, 2).

Данные, представленные на рис. 1 свидетельствуют о том, что общий выход малоценных частей тела – головы с жабрами, чешуи, внутренних частей с гонадами составляет менее 35% от общего веса рыбы. Относительная масса головы ниже, чем у двухлетков двухпородных кроссов [7], а внутренних органов с гонадами примерно в два раза выше, чем у двухлетков. Это объясняется более развитыми гонадами у трехлетков карпа по сравнению с двухлетками. Наличие чешуи на теле рыб незначительно, менее 1%, что является важным показателем улучшенных товарных качеств [8, 9].

Исследования показали высокий выход тушки во всей репрезентативной выборке, и он составляет 66,7%, что на 2–4% выше, чем у двухлетков межпородных кроссов, выращенных в экспериментальных условиях селекционно-племенного хозяйства «Изобелино» (рис. 2).

Для получения столь высококачественной рыбной продукции, востребованной на рынке Беларуси, хозяйство осуществляет комплекс рыбоводных и лечебно-профилактических мероприятий, основанный на современных научных достижениях. Продуктивные свойства рыб лучше проявляются при выращивании в условиях соблюдения технологического регламента, при достаточной обеспеченности кормами. Кормление посадочного материала – сеголетков и двухлетков, товарных трехлетков карпа – проводится сбалансированными кормами, согласно рыбоводно-биологическим нормам. Постоянно контролируется среда содержания рыбы как в летних прудах, так и в зимний период. Чтобы избежать болезней и гибели выращиваемой рыбной продукции, в ОАО «Опытный рыбхоз «Селец» никогда не игнорируют проведение профилактических мероприятий, а в случае необходимости применяют современные лечебно-профилактические средства [10]. Пробиотический препарат Эмилин, разработка Института микробиологии НАН Беларуси, предназначен для борьбы против бактериальных инфекций карповых рыб. Он, как и антибио-

тик нового поколения «Леволокс порошок» (АДВ – левофлоксацина гемигидрат), применяется с кормом либо методом лечебно-профилактических ванн.

Выбор данного инновационного направления позволяет создавать качественную и безопасную рыбную продукцию, которая высоко ценится на рынке, пользуется спросом у всех слоев населения и является одним из факторов, определяющих состояние здоровья и уровень жизни населения Республики Беларусь. ■

Статья поступила в редакцию 21.01.2021 г.

■ **Summary.** The tendency of increasing the use of aquatic products in human nutrition, as the most valuable suppliers of polyunsaturated fatty acids omega-3 and omega-6, has been substantiated. The main directions in the development of high-intensity technologies for the production of fish products in the Republic of Belarus are given. A generalized analysis of the situation on conducting selection and breeding work with carp breeds of Belarusian, foreign selection and Amur carp of the Khanka population is carried out. The article presents innovative trends in fish farming in Belarus for obtaining highly productive commercial crosses with improved commercial characteristics and the results of morphological studies of three-year-old mirror crosses obtained on the basis of crossing of female imported breeds and male carp of Belarusian selection. The separate stages of carrying out fish-breeding techniques and preventive measures with the aim of growing high-quality fish products in OJSC "Experimental fish farm "Selets" are considered.

■ **Keywords:** selection and breeding work, cross-breed carp crosses, nutritional value, carcass yield, low-value body parts.

■ <https://doi.org/10.29235/1818-9857-2021-8-41-44>

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Груданов В.Я. Основы рационального питания: учеб. пособие / В.Я. Груданов Е.С. Пашкова, Л.А. Расолько. – Минск, 2016.
2. Торган А.Б. Качество и безопасность сельскохозяйственной продукции: пособие / А.Б. Торган, Е.С. Пашкова, Л.А. Расолько. – Минск, 2019.
3. Краюшкина Л.С. Обмен веществ и биохимия рыб – М., 1987.
4. Таразевич Е.В. Селекционно-генетические основы создания и использования белорусских пород и породных групп карпа: моногр. – Минск, 2008.
5. Таразевич Е.В. Методы селекции на различных этапах пороодообразовательного процесса при создании белорусских пород карпа: науч. изд. / Е.В. Таразевич, М.В. Книга, В.Б. Сазанов. – Минск, 2017.
6. Книга М.В. Сравнительная рыбоводно-биологическая характеристика сеголетков зеркальных кроссов и чистопородных карпов / М.В. Книга [и др.] // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси. 2011. Вып. 27. С. 14–23.
7. Шейко Я.И. Соотношение частей тела двухлетков двухпородных кроссов карпа разной породной принадлежности и амурского сазана / Я.И. Шейко [и др.] // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси. 2018. Вып. 34. С. 55–69.

Полный список использованных источников размещен

 [http://innosfera.by/2021/08/carp\\_crosses](http://innosfera.by/2021/08/carp_crosses)

# ЦИФРОВАЯ КУЛЬТУРА: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА



**Борис Паньшин,**  
профессор кафедры цифровой экономики  
экономического факультета Белорусского  
государственного университета,  
доктор технических наук

Эпоха цифровых технологий – больших данных, искусственного интеллекта (ИИ), виртуальной реальности, «умных» материалов, Интернета вещей и др., обнажила вызовы и новые риски реального мира. Они породили глобальную проблему адаптации отдельного человека и сообществ к изменениям в информационном пространстве, обусловили культурную трансформацию. Многочисленные исследования свидетельствуют о ключевой роли культуры в эффективном развитии любого предприятия, организации и общества в целом. Практика показывает, что, чем сложнее техника и технологии, тем более сложными и доверительными должны быть взаимодействия людей. Достичь этого можно путем совершенствования управления (разработкой формальных правил), культуры (неформальные установки) и образования (совершенствование и закрепление навыков). Все это обусловлено техно-гуманитарным балансом [1], согласно кото-

рому чем выше мощь производственных технологий, тем острее потребность в более совершенных средствах культурной регуляции их применения.

Исходя из теории «культурного отставания», предложенной американским социологом В. Отгерном, культурные ценности и нормы формируются и меняются значительно медленнее, чем появляются новая техника и технологии [2]. Яркий тому пример – угрозы, риски и потери от масштабного использования современных информационных коммуникационных технологий (ИКТ), которые можно рассматривать и как результат опережения ими сознания людей и недостаток культурного развития пользователей, и как достижение некоторых пределов адаптации человека к масштабным и динамичным изменениям в сетевой среде.

Скорость формирования цифровой культуры в различных секторах экономики различная. Наиболее динамично этот процесс происходит у хозяйствующих субъектов, которые совершенствуют свои организационные структуры путем изменения корпоративной культуры (*таблица*). В ней они видят возможность повышения уровня доверия и снижения издержек на взаимодействие, а также используют ее как инструмент адаптации индивида и коллективов компаний к технологическим новациям, усложняющим бизнес-среду и требующим соответствующей подготовки кадров и новых организационных схем. Таким образом путем упорядочивания подходов, методов и процедур в области межличностных и кор-

поративных отношений субъекты хозяйствования противодействуют энтропии бизнес-систем.

В социальных сетях ввиду динамики и роста объемов информационных потоков и их масштабной цифровизации темпы выработки норм и правил поведения происходят значительно медленнее, чем в корпоративной среде. Ясность в этот процесс может внести исследование условий формирования информационной (цифровой) культуры. Речь идет о социокультурной инженерии (СКИ) [4] в цифровом мире как совокупности систем мониторинга, анализа, выработки стратегии и реализации практических методик развития цифровой культуры путем мягкого «подталкивания» индивидуума к соблюдению этики общения, либо жесткого принуждения.

Теория данного феномена находится в начальной стадии становления. В то же время общество нуждается в ее ускоренном оформлении, а также в качественном и количественном анализе. Для этого необходимо выявить уровни и аспекты цифровой культуры, механизмы и принципы ее формирования, обобщить передовые практики и подходы.

## ПОНЯТИЕ ЦИФРОВОЙ КУЛЬТУРЫ

Термин «цифровая культура» как маркер современной эпохи стал применяться с 1990 г. Однако его зарождение можно отнести к 50-м гг. прошлого века, когда это междисциплинарное направление начало складываться в виде концептуаль-

ных моделей и было представлено в многообразных практиках в художественной сфере, научном познании и образовании. Стоит заметить, что анализ развития традиционной культуры и цифровой, в частности как ее составной части, крайне сложен, в силу того, что существуют внешние проявления, которые не в полной мере понятны, к тому же многогранны и глубинны. Именно поэтому до сих пор не устоялся понятийный аппарат, более того он постоянно пополняется новыми трактовками и сегодня насчитывает свыше 1,5 тыс. определений, что указывает на необходимость принятия универсальной, четкой и понятной методологии. Ее основу и может составить концепция синергетики.

На наш взгляд, в историческом аспекте для понимания культуры важно придерживаться толкования греческого термина этого понятия, трактуемого как возделывание, воспитание осознанной деятельности и непреходящих ценностей. Римляне употребляли его исключительно в словосочетаниях, означающих совершенствование, улучшение: «culture juries» – выработка правил поведения, «culture lingual» – развитие языка и т.д. Применительно к цифровой культуре можно говорить не только о дигитал-технологиях и их применении, но и адаптации к ним, то есть о науке и практике, и о том, как жить и взаимодействовать в информационном мире.

Цифровая культура трансформирует и расширяет среду обитания и обучения с тем, чтобы

Аналоговая культура		Цифровая культура
Проталкивание (push) продуктов на рынок, сильно ориентированное на продажи/предложение	<b>КЛИЕНТЫ И СПРОС</b>	Ориентация на потребительский спрос (pull) в предложении продуктов
Сильная иерархия и медленный процесс принятия решений	<b>ОРГАНИЗАЦИЯ</b>	Горизонтальная иерархия и быстрота принятия решений
Ориентация на процесс и строгое выполнение задачи, строгое предопределение обязанностей сотрудников («выполняйте свои задачи»)		Ориентация на результаты и продукт, наделение полномочиями сотрудников («найди способ достичь цели»)
Реализация, поддержание существующего положения вещей и принятие барьеров	<b>МЕТОД РАБОТЫ</b>	Внедрение инноваций, совершенствование и стремление преодолеть барьеры
Глубокое понимание требований аналоговых клиентов и уроки, извлеченные из прошлого опыта		Глубокое понимание запросов цифровых клиентов и новых трендов
Учитывается опыт и стабильность		Учет потенциала, видения, любознательности, мотивации, гибкости и адаптивности
Однородные команды и работа в отдельных сообществах		Смешанные команды и работа в интегрированных сообществах
Работа в рамках решения задач и преодоления барьеров		Тесное сотрудничество
Карьерное продвижение по предопределенным траекториям		Быстрое, непредсказуемое развитие карьеры

Таблица. Различия между аналоговой и цифровой культурой на предприятии [3]

наиболее комфортно и эффективно использовались технические решения и инструменты индивидуумами и сообществами для достижения позитивных эффектов самосборки и самоорганизации. Это актуально и в части своевременного и качественного формирования и развития культурного кода, включающего как разделяемые людьми в цифровой среде смыслы, ценности, нормы, традиции, ритуалы, так и понимание роли культуры в изучении закономерностей процессов взаимодействия в новой реальности (рис. 1).

В узком смысле цифровая культура подразумевает, что человек обладает цифровой грамотностью и придерживается так называемой цифровой этики, то есть владеет навыками представления информации, обеспечения кибербезопасности, рационального использования информационных ресурсов (неизбыточность потребления, снижение уровня загрузки коммуникаций, релевантность формируемого контента целям личного и общественного развития и т.д.), соблюдения законодательства при работе с данными, а также общения с другими пользователями.

Для более четкого понимания цифровой культуры следует учитывать последовательности развития традиционной культуры. Наиболее емкие ее трактовки сформулированы французским философом Эммануэлем Мунье: «культура – это не отрасль, но основная функция человеческой жизни» и британским культурологом Мэтью Арнольд, который еще в 1869 г. обозначил под культурой все лучшее, что «было когда-либо помыслено и сказано в мире» [5]. Опираясь на эти определения и исходя из системного подхода и концепции синергетики, культуру можно охарактеризовать как постоянный и динамический процесс накопления человеком и сообществами знаний, умений и навыков в ходе адаптации к новой технике и технологиям и их применения для формирования среды, стимулирующей взаимодействие людей в соответствии с объективными и естественными процессами самосборки и самоорганизации.

Можно предположить, что высокую цифровую культуру характеризуют базы данных и процессы, упорядоченные и представленные самым лучшим образом для анализа, восприятия и применения человеком (то есть превращенные в полезный ресурс в соответствии с моралью, этикой и законами естественной гармонии формирования цифровой среды).

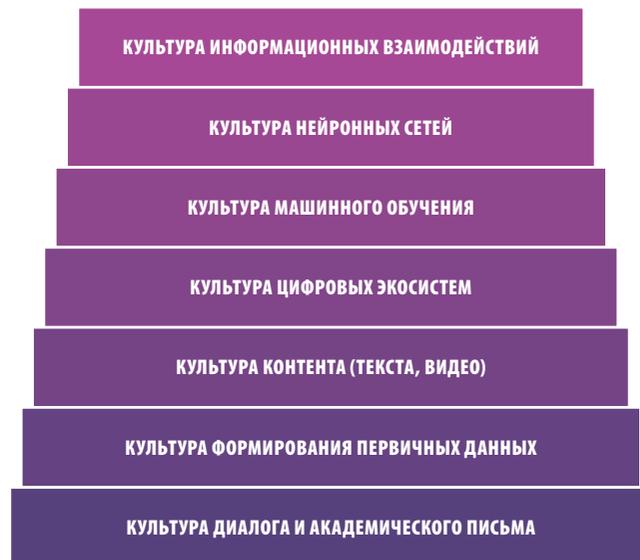


Рис. 1. Пирамида уровней цифровой культуры

Поэтому культура, ориентированная на цифровые технологии, объективно становится основой цифровой трансформации, которая в меньшей степени связана с технологиями, а зависит от личной и корпоративной цифровой культуры, желаний и способностей сотрудников принимать и использовать нововведения. По сути, цифровая трансформация, как в прошлом индустриализация и информатизация, представляет собой модернизацию (изменения) культуры взаимодействия людей и сообществ под влиянием дигитал-решений и среды.

## ФАКТОРЫ И ПРЕДПОСЫЛКИ ФОРМИРОВАНИЯ ТЕОРИИ ЦИФРОВОЙ КУЛЬТУРЫ

Разработка теории цифровой культуры необходима для оценки и прогнозирования эффектов и практик цифровой трансформации в экономике и социуме. Ее успех определяется, в первую очередь, усовершенствованными взаимодействиями людей и новыми бизнес-моделями, в которых технологии играют роль инструмента. Следует также отметить, что в соответствии с принципами, предложенными австрийским биологом Л. фон Берталанфи, конечное состояние открытой системы не зависит от ее исходного вида, а определяется особенностями внутренних процессов и взаимодействия с внешней средой. Что и предопределяет значимость общей куль-

туры и цифровой в частности как фактора развития и эффективности цифровой трансформации.

Вместе с тем цифровые технологии настолько широко и масштабно распространены, что все труднее провести грань между онлайн- и офлайн-взаимодействиями, сформулировать целостный взгляд на проблему. Как следствие в ряде исследований отмечается, что цифровую культуру целесообразно рассматривать как оценку последствий масштабного применения цифровых технологий, а не как явление, имеющее самостоятельное значение.

Необходимо отметить, например, что цифровая культура в социальных сетях строится вокруг взаимоотношений людей и имеет свою специфику и признаки, отличающие ее от текстовой и экранной культуры – печатные издания, радио, телевидение. При масштабном применении цифровизации в социуме создаются качественно новые формы культуры и различные сетевые эффекты: форумы, чаты, флэш-мобы, буллинг, троллинг, кибермошенничество и т.п. И все это характеризуется постоянным ростом и огромной скоростью изменений.

К числу предпосылок, указывающих на актуальность изучения цифровой культуры, можно отнести следующие:

- несоответствие скорости революционных преобразований в цифровой среде с эволюционными изменениями психологии и эмоционального интеллекта индивидуума (умение распознавать свои и чужие эмоции и управлять ими);
- рост числа интернет-зависимых людей (навязчивое желание подключиться к Интернету и болезненная неспособность вовремя отключиться). По экспертным оценкам, распространенность этого явления в разных странах колеблется от 2% до 30% (около 450 млн чел.) от общего числа интернет-пользователей и напрямую связана с качеством жизни и удовлетворенностью ею, а также со степенью доступности интернет-технологий;
- ослабленные социальные связи и рост спроса на впечатления и ощущения в виртуальной среде, что обусловлено нереализованными базовыми потребностями людей в реальной жизни – безопасностью, уважением, любовью и признанием, самоактуализацией (в среднем, по различным оценкам, примерно на 70%, 50%, 40% и 10% соответственно);
- повышение роли алгоритмизации, влияющей на поведение пользователей в Сети, что

побуждает их усваивать нормы и отношения, продвигаемые алгоритмами (контент персонализируется и подается, как правило, с точки зрения его новостной ценности, а не релевантности). Алгоритмы выступают не просто посредниками в поиске и предоставлении информации, а видимыми в Интернете факторами, регулирующими цифровую коммуникацию;

- расширение масштабов так называемого фатического общения – онлайн-взаимодействия без какого-либо значимого содержания. Как показывают исследования, такой вид контактов вносит важный вклад в сплоченность людей, которым не хватает социальной интеграции в автономном режиме;
- возросший индивидуализм (французский социолог и философ Э. Дюргейм [6] назвал это явление аномией – «антисоциальным индивидуализмом» или деструктивным состоянием, в котором нет стабильной сети, обеспечивающей социальную интеграцию и нравственное регулирование) как серьезная угроза социальной солидарности и сплоченности в сообществе;
- противоречия между ростом влияния технологических гигантов (супер-хабов Facebook, Alibaba, Amazon и др.) на культурную политику в мире и действиями государств по снижению роли глобальных цифровых платформ, что обуславливает потребность в межгосударственном антимонопольном регулировании цифровой среды путем создания условий для развития национальных и региональных интернет-ресурсов, стимулирующих экономику и общество.

## ПОДХОДЫ К ФОРМИРОВАНИЮ ОСНОВ ТЕОРИИ ЦИФРОВОЙ КУЛЬТУРЫ

В силу многообразия и сложности проявления цифровой культуры, на наш взгляд, необходимо как минимум рассмотреть ее различные аспекты: публичные социальные сети (общество), производственные корпоративные системы (экономика), способы систематизации, обработки и визуализации данных для принятия решений (технологии).

Многочисленные публикации российских и зарубежных авторов посвящены в большей степени пояснению феномена цифровой культуры, наиболее полно проявляющейся в поведении пользователей социальных сетей (коммуникации, развлечения, медиа, реклама) [7–9].

Отдельно стоят работы профессора компьютерных наук Городского университета Нью-Йорка Л. Мановича, посвященные идее «культурного софта» – пониманию алгоритмов и программного обеспечения как пространства сценариев (Software Studies), которые программируют поведение человека в Сети, и вопросам формирования культуры баз данных (БД) в процессе перехода к алгоритмизированным БД (культура баз данных) [10]. То есть программные алгоритмы формируют пользователя и побуждают его усваивать новые нормы и отношения. Примерно в этом же русле анализируются проблемы цифровой культуры в работах профессора Кентского университета (Великобритания) Винсента Мильнера [11].

Применительно к сфере производства товаров и услуг цифровая культура рассматривается в основном как подготовка и ведение БД и использование новых технологий и подходов в организационном управлении, что связано с определенной сложностью, так как требуется сопряжение строгих производственных технологий с гибкостью и скоростью проведения различных изменений в ходе цифровой трансформации.

Исходя из перечисленного представляется, что в теории цифровой культуры можно выделить три уровня:

**Базовый** – понимание закономерностей развития информационных (цифровых) технологий и цифровой культуры как составной части общей культуры и осознание (знание) важности рационального формирования информационных ресурсов, программ и технической инфраструктуры на основе принципов синергетики и законов естественной гармонии (золотого сечения, техноценоза и т.д.), а также с учетом понимания рисков ускоренной цифровизации и масштабного применения технологий искусственного интеллекта.

**Функциональный** – культура формирования баз данных и баз знаний, создания и обучения нейросетей для систем ИИ, культура фиксации и использования данных и отображения информации для выработки и принятия управленческих решений на основе «связности» производственных процессов, обеспечиваемых ИКТ.

**Представительный** – культура применения информационных и цифровых технологий и культура поведения в соцсетях (включая этику, культуру диалога и академического письма).

Общей основой теории цифровой культуры может рассматриваться теория систем, допол-

ненная фундаментальными (синергетика, теория информации, теория сетей и теория графов, теория игр, факторный анализ, системология) и прикладными науками (социология, психология и инженерная психология, системная инженерия, исследование операций и т.д.), а также положениями поведенческой экономики, интернет-поведения и другими идеями, подходами и концепциями.

В качестве системообразующего фактора можно принять объективность синергетических процессов самосборки и самоорганизации при контактировании пользователей в Сети как открытой системе. В соответствии с этим, система понимается как программа, работающая по алгоритмам в направлении более быстрого, многообразного и упрощенного взаимодействия агентов для создания высших форм самоорганизации, образы которых задаются искусством (предвидение развития технологий и новой техники – искусство как указатель невидимого) и культурой (правилами адаптации людей к новым технологиям и технике, образование среды глобальных взаимосвязей с ростом масштабов генерации и потребления контента). То есть формирование культуры осуществляется путем освоения новых знаний, умений, навыков и их закрепления с одновременным созданием среды в соответствии с утвердившимися ценностями (в обществе, корпорации, межличностном общении).

Естественно, что теория цифровой культуры предполагает и поиск ответов на сложные вопросы определения пределов адаптации индивидуума и сообществ к цифровым технологиям, предлагая не только качественные, но и количественные ее оценки.

## МЕХАНИЗМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЦИФРОВОЙ КУЛЬТУРЫ

Можно допустить, что цифровая культура – это новация, которая сопровождается созиданием и разрушением. Исходя из этого ее формирование следует анализировать через развитие контркультуры (понятие, введенное американским культурологом Теодором Роззаком в 1969 г. [12]) как инновационного процесса созидания и расширения пределов адаптации к новым технологиям индивида и сообществ, и антикультуры – реакции на достижение ими пределов адаптации и последующих действий, направленных на упро-

щение сетевых взаимодействий, приводящих к разрушению ценностного ядра культуры.

В данном контексте контркультура – это потенциальные инновации в цифровой среде, которые могут нести как положительные, так и отрицательные моменты, но при этом не затрагивая ценностное ядро культуры [13]. Принципиально то, что ее элементы являются дополнением и развитием существующих систем взаимодействий, а не полным отрицанием или заменой.

К примеру, к контркультуре можно отнести электронную торговлю на ее ранней стадии, интернет-банкинг и различные мессенджеры, сервисы на основе технологий ИИ, блокчейн как реакцию на рост недоверия в информационном пространстве и обществе, так называемые «фаномы» (группы фанатов кого-то или чего-то) и многие другие сервисы и явления, к которым вначале было скептическое отношение большинства пользователей Сети, а затем их применение стало повсеместным и обычным. То есть цифровая контркультура – инновационный путь развития и применения ИКТ в целях увеличения разнообразия и усложнения форм взаимодействия на основе существующей системы и тем самым достижения лучшего ее качества в части комфорта коммуникаций, удобств сервисов и повышения уровня доверия в Сети.

Важность совершенствования цифровых навыков сотрудников предприятий и организаций и населения в целом как условие эффек-

тивности цифровой трансформации отмечена в Государственной программе «Цифровое развитие Беларуси» на 2021–2025 гг. [14].

Следует отметить, что для сохранения работоспособности действующего миропорядка необходимо упрочнение связей между новыми и существующими элементами. В противном случае их недостаток, исходя из теории систем, неминуемо приведет к дезорганизации сетевых взаимодействий индивидов и сообществ. К примеру, развитие электронной торговли на определенном этапе потребовало привязки виртуального адреса интернет-сайта к адресу физического объекта (склада, магазина) и фиксации интернет-магазина в государственном реестре торговых объектов. Таким образом контркультура расширяет границы адаптации людей и сообществ к новым технологиям, порождает новые формы взаимосвязей. Яркие тому примеры – уберизация, шеринговая экономика.

Напротив, наличие элементов цифровой антикультуры (дипфейки, троллинг, буллинг, стремление к «нечеловеческому» и т.д.) обозначает достижение возможных пределов адаптации индивида или сообщества к новым технологиям, что проявляется в упрощении реальности, в том числе через отрицание и разрушение ценностного ядра культуры (мироощущения, отношений, художественной и моральной системы оценки творчества и т.д.). По сути, антикультура в Сети – это реакция индивида на информационную перегрузку и сверхразнообразие информации. Как следствие – уход от понимания причин сложности и динамики информационных потоков, в том числе и путем следования упрощенной модели взаимодействий, зачастую направленной на унижение или отвержение других точек зрения и препятствующей формированию и поддержанию стабильного и устойчивого развития сообщества. Одновременно, контр- и антикультура, с позиций теории хаоса, могут рассматриваться как поиск новых решений для самосборки и устойчивости. То есть вырабатывается своего рода иммунитет к антикультуре и создается все более высокая культура взаимодействий (рис. 2).

Важнейшими инструментами механизма формирования цифровой культуры выступают внешние и внутренние ограничения. Согласованное поведение индивидуумов в Сети (когерентность) – проявление объективных законов синергетики, что приводит к возникновению некоторой степени приспособленности к новациям в виде новых структур. Для того чтобы знания, умения, навыки аккумулировались,



Рис. 2. Взаимосвязь культуры, контр- и антикультуры



# УДАЛЕННАЯ ФОРМА ЗАНЯТОСТИ И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА ПРОЦЕССЫ ЦИФРОВИЗАЦИИ



**Элеонора Лутохина,**  
профессор кафедры экономического  
развития и менеджмента  
Академии управления  
при Президенте Республики Беларусь,  
доктор экономических наук, профессор

**К**олоссальные масштабы эпидемии 2020 г., человеческие, финансово-экономические и социальные потери, связанные с распространением коронавируса, вызывают острые вопросы и сопровождаются разноречивыми суждениями об их влиянии на рынок труда. Сложившаяся ситуация многое изменила и расставила свои акценты. В силу особой специфики существующих

проблем, а также масштабно-сти экономических и социальных рисков и угроз исследование и разрешение проблем рынка труда в нынешних условиях следует рассматривать как наиболее важные задачи.

Так, пандемия COVID-19 вызвала высокую волну рыночного спроса на удаленные работы. В России в ряде отраслей, по данным редактора портала <https://gorodrabot.ru/>, только за март 2020 г. он вырос в десятки раз. По сведениям этого источника, самые большие изменения в сторону увеличения фиксировались в сферах:

- науки и образования – в 23 раза;
- ИТ, Интернета, телекома – в 10,2 раза;
- искусства, развлечений, масс-медиа – в 10 раз;
- юриспруденции – в 4 раза.

Изначально концепцию удаленной работы предложил Джек Ниллес. В 1972 г. он выразил идею о том, что с целью экономии ресурсов трудовую деятельность можно вести на расстоянии, поддерживая при

этом нужный контакт с сотрудником. На базе Университета Южной Калифорнии ученый провел эксперимент, итоги которого сообщил в докладе о возможном решении транспортных проблем. По полученным материалам была опубликована статья под выразительным названием «Работа из дома экономит бензин».

При грянувшей пандемии удаленная форма занятости, стремительно набрав популярность, стала важным средством снижения масштаба заражения и заболеваемости людей COVID-19, а вместе с тем сохранения их для своей организации как активных работников. Характерно, что с переводом на такой вариант работы сотрудник остается в штате данной компании, имеет рабочее место, выполняет свои функции и получает зарплату. К тому же при грамотной организации персоналу предоставляется возможность трудиться через «удаленный рабочий стол»: подключаться с личного компьютера к общему серверу и единой

системе со всеми документами и доступами, общаться в мессенджерах, по электронной почте, скайпу. В назначенные нанимателем дни «удаленщик» должен являться в офис и работать там.

Однако выяснилось, что переход работников на удаленный режим предполагает решение трех важных проблем:

- ◆ *соблюдение трудового права – письменное согласие специалиста на такой вид занятости;*
- ◆ *обеспечение информационной безопасности – принятие надежных и законных мер по защите данных компании;*
- ◆ *адаптацию используемых технологий – не всякий бизнес технико-технологически готов к работе на удаленке.*

К тому же появляются две проблемы личного порядка: в условиях самоизоляции у одних сотрудников «падают силы», ослабляется организованность и дисциплина, значительно снижается производительность труда; другие же, «спасаясь» от негативов вынужденной самоизоляции, работают намного интенсивнее, что ведет к их быстрому «выгоранию», грозя нарастанием допускаемых оплошностей и ошибок.

Условия пандемии выявили также то, что в целом ряде отраслей удаленная форма занятости в принципе неосуществима. Она фактически нереальна в сферах рекреации, здравоохранения, сельского хозяйства, промышленности, транспорта и др.

К тому же определились немалые риски, связанные с развитием рынка удаленного труда. Среди них наиболее существенными являются:

- *снижение качества работы сотрудников и, соответ-*

*ственно, имиджа данной организации;*

- *падение производительности труда, экономических и финансовых результатов деятельности;*
- *сужение возможностей профессионального развития работников и наращивания их компетенций;*
- *проблема защиты статистических и других данных и материалов предприятия.*

Такие риски принуждают работодателей к осторожности при выводах и прогнозах. К примеру, в известной «Российской газете» показаны данные опроса Headhuter, проведенного среди руководителей компаний. Оказалось, что после эпидемии коронавируса только 8% из них готовы сохранить удаленку.

Следует отметить, что при ее масштабном использовании в условиях пандемического шока произошло массовое отождествление такого труда с дистанционным. Это усиливается недостаточно разработанным законодательством и создает проблемы на практике.

Однако эти явления – не одно и то же, и важно четко различать два этих понятия. Отличительной особенностью дистанционной формы трудовых отношений выступает отсутствие у сотрудника рабочего места и выполнение им поручаемых заданий не только вне офиса нанимателя, но в любом месте и в любое время по собственному усмотрению.

В целом дистанционка предполагает три основных условия:

- I. полную самоответственность у персонала;
- II. отсутствие рабочего места у нанимателя;
- III. возможность и способность выражать и передавать

результаты своего труда посредством использования глобальной компьютерной сети Интернет.

Особенностью современного специалиста является его территориальная и профессиональная мобильность, свидетельством чего стал рост глобальной трудовой миграции. К тому же быстро идет процесс развития мобильных средств и методов коммуникации. На этой основе случившаяся пандемия, вызвав массовое введение карантинных и самоизоляции, быстро усилила на рынке труда спрос и предложение дистанционной занятости. По данным Международной организации труда, количество работников, которые трудятся таким образом, в мире составляет около 20%, а в Японии и США достигает 30%.

Основными преимуществами дистанционной работы можно назвать снижение материальных затрат на аренду или строительство рабочего помещения, финансовую экономию на приобретение офисного оборудования для сотрудников, а также возможность увеличения их штата для реализации очередного рабочего проекта и, соответственно, общее снижение издержек.

Но в докладе МОТ 2017 г. «Working anytime, anywhere: The effects on the world of work» («Работа в любом месте в любое время и ее влияние на сферу труда») среди положительных аспектов дистанционки выделяются еще три:

- *большая самостоятельность персонала в плане рабочего времени и, соответственно, большая гибкость в его использовании;*

- сокращение времени и экономия затрат на проезд к месту работы и обратно;
- более рациональное сочетание трудовой и личной жизни [1].

Но круг профессий и специальностей с возможностью дистанционного труда, как и при удаленной форме занятости, объективно ограничен.

В то же время, как показывает пандемийный опыт, удаленная форма труда раскрывает также новые возможности: она становится мотивационным фактором развития цифровизации. Обусловлен этот эффект прежде всего тем, что возможность передавать результаты труда посредством Интернета – ключевое условие использования удаленки. И оно под напором пандемических угроз и потерь превращается в мотиватор активизации усилий персонала по цифровизации компании. Притом и работодатели, отправляющие своих работников на «удаленку», и работники, стремящиеся познать специфику новой формы работы, вынуждены ускоренно осваивать цифровые технологии, способствуя тем самым общим процессам развития цифровизации.

Рабочее место у нанятого, его современное обустройство, как отмечено выше, – важный критериальный признак, отличающий дистанционный труд от удаленного. Как показывает анализ мировой практики, последний при умелой, профессиональной его организации может стимулировать формирование новых цифровых рабочих мест. Это пока еще неустоявшееся понятие имеет различные трактовки. На наш взгляд, цифровое рабочее место можно определить как совокупность условий, обеспечивающих воз-

можность создания цифрового продукта, соответствующего современному рыночному спросу и нормативным требованиям. При этом к основным факторам, формирующим такое место, следует причислить: инструменты, способы и методы, компетенции и культуру труда, необходимые сотрудникам для получения нужного результата.

Новые цифровые рабочие места помогут компаниям сохранить свой бизнес в условиях дигитализации экономики, усилить заинтересованность работников, повысить их производительность, а следовательно, улучшить общие экономические показатели деятельности данной организации и эффективность национальной экономики в целом.

Однако ускоренность создания цифровых мест в условиях пандемии может сопровождаться такими рисками, как недостаточная их комплектность и качество, а также низкий уровень использования из-за недостаточной подготовленности и компетенций сотрудника. В итоге может сформироваться низкая или даже отрицательная экономическая эффективность цифрового рабочего места.

Ведущая сила цифровой трансформации – креативно-инновационная активность персонала. Она образуется на основе синергетического взаимодействия двух главных факторов: наличия у него соответствующего потенциала (это особенно значимо при переходе к 6-му технологическому укладу), а также сильной мотивации на цифровые «перестройки», отягощающие, как правило, привычную традиционную деятельность как

работника, так и предприятия, и системы управления. Важной особенностью такой синергии является то, что результат труда также становится особым, поскольку содержит несколько важных эффектов:

- *обновления* (разработка нового продукта);
- *ценности* (создание долгосрочного вклада в общую «копилку» экономики и, возможно, в «копилку» человеческой цивилизации);
- *формирования* нового типа работника цифровой эпохи.

Таким образом, пандемия расставляет свои акценты в сфере труда, его спроса и предложения. Можно полагать, что происходящие трансформации и новые изменения в области занятости, особенно удаленная и дистанционная формы работы, ставшие архиактуальными в современных условиях, будут предметом дальнейших исследований рассматриваемого феномена. Но уже теперь, судя по многочисленным научным изысканиям, становится ясно, что удаленная занятость – это форс-мажорная форма и основным критерием работодателя при практическом решении вопроса о переходе на нее в постпандемический период будет экономическая эффективность. ■

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. А. Байкалов. МОТ: последствия дистанционной работы могут быть как положительными, так и отрицательными // [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/—ed\\_dialogue/—act\\_emp/documents/publication/wcms\\_749872.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/—ed_dialogue/—act_emp/documents/publication/wcms_749872.pdf).

# Принципы и эффективность организационно-экономического механизма кластерной организации АПК

УДК 631.151.6

**Аннотация.** Установлено, что эффективность сельского хозяйства как центрального звена АПК имеет многоцелевой характер и может быть представлена как система республиканской, региональной или территориальной и хозяйственной эффективности. Определено понятие кластерных эффектов. Дана методика оценки эффективности функционирования кластера. Показано, что она должна выполняться комплексно: а) с позиции входящих в объединение конкретных организаций; б) с позиции эффективности функционирования кластера в целом; в) с позиции соответствия целей кластера методам их достижения; г) с позиции непротиворечивости деятельности кластера макроэкономическим задачам АПК.

**Ключевые слова:** АПК, кластеризация, внутрикластерная специализация, кластерные эффекты, формы синергетического эффекта, организационно-экономический механизм, эффективность функционирования.

**Для цитирования:** Гусаков Е. Принципы и эффективность организационно-экономического механизма кластерной организации АПК // Наука и инновации. 2021. №8. С. 55–60. <https://doi.org/10.29235/1818-9857-2021-8-55-60>



**Егор Гусаков,**  
заведующий сектором кооперации  
Института системных исследований  
в АПК НАН Беларуси,  
кандидат экономических наук,  
доцент;  
[ego-6@mail.ru](mailto:ego-6@mail.ru)

Эффективность сельского хозяйства как центрального звена АПК имеет многоцелевой характер и может быть представлена как система республиканской (макроуровень), региональной или территориальной (мезоуровень) и хозяйственной (микроуровень) эффективности. Первую можно характеризовать такими показателями, как производство валовой продукции или стоимость валового внутреннего



продукта отрасли в расчете на одного работника, на единицу сельскохозяйственных угодий, на единицу используемых производственных фондов; удельная продуктивность и производство основных продовольственных продуктов на жителя страны; индекс продовольственной безопасности и независимости государства; уровень производительности сельскохозяйственного труда и количество жителей республики, которых обеспечивает продукцией один работник сельского хозяйства; размер прибыли и показатель воспроизводства основных и оборотных фондов; размеры экспорта продовольствия в соотношении с импортом; критерии социально-экономического развития сельского хозяйства; показатели обеспечения экономического равновесия.

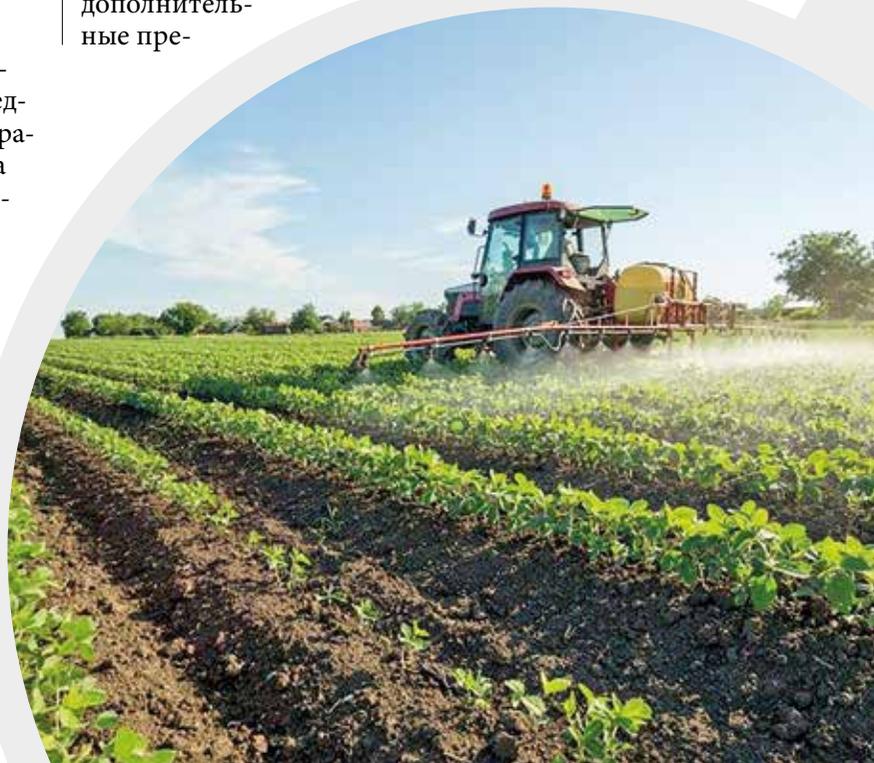
Соответственно, территориальная эффективность должна отражать степень использования аграрного потенциала местности, особенности региональных систем ведения сельского хозяйства, их производственно-экономическую результативность, участие региона в обеспечении продовольственной безопасности страны и может характеризоваться следующими показателями: размер валового регионального продукта и его доля в общереспубликанском производстве; стоимость валового регионального продукта (или валовой продукции сельского хозяйства) в расчете на жителя региона и в сравнении с общереспубликанским производством, а также на единицу сельскохозяйственных угодий; уровень производства и потребления основных продуктов АПК к нормативному уровню потребления; показатели качества продукции, на которой специализируется регион, и экологической безопасности территории.

Аналогично эффективность сельского хозяйства агропромышленного объединения или предприятия (хозяйствующего субъекта) должна отражать динамику воспроизводственного процесса и уровень его социально-экономического развития и характеризоваться такими показателями, как финансовое состояние субъекта хозяйствования (прибыльность, рентабельность), уровень капиталовложений в производственную и непроизводственную сферу, показатель материального благосостояния населения (размеры заработной платы и иных доходов); продуктивность отраслей растениеводства и животноводства; уровень товарности продукции; уровень окупае-

мости затрат; показатель инвестиций в поддержание экологичности производства и др. [2, 3, 6, 8].

Следовательно, показатели эффективности на всех уровнях хозяйствования в АПК между собой тесно взаимосвязаны, и это обусловлено взаимосвязью процесса воспроизводства (производства, ресурсов, отношений); основное различие состоит лишь в масштабах хозяйственной деятельности, и чем выше уровень хозяйствования, тем сложнее воспроизводственный процесс.

Однако в настоящее время уже мало организовать воспроизводственный процесс, необходимо обеспечить его заданную эффективность и конкурентоспособность, инновационность и востребованность. Поэтому приоритетным направлением является формирование механизма интегральной эффективности, состоящей из множества частных эффектов, где базовой является кластерная эффективность. Как отмечают авторитетные исследования, с позиции конкурентоспособности рыночной экономики кластерная эффективность определяющая, так как для создания качественного и востребованного продукта в условиях жесткой конкуренции необходима интеграция усилий и потенциала различных отраслей и уровней хозяйствования. Преимущества кластеров проявляются прежде всего в том, что при группировке хозяйствующих субъектов в кооперативно-интеграционные структуры возникает возможность оптимизации производственно-технологических процессов и минимизации всех статей затрат в ходе их структуризации и взаимозамещения. Кроме того, любое кластерное объединение получает дополнительные пре-



имущества от масштаба производства, а также углубленной специализации, что в конечном счете сказывается на повышении производительности труда и снижении себестоимости производства.

Проведенный нами анализ показывает, что в ходе развития кластерного образования количество его участников оптимизируется под цели и задачи производственной и сбытовой деятельности, и в результате происходит формирование необходимой критической массы для последующего совершенствования инфраструктуры. Таким образом, кластеры получают дополнительные конкурентные преимущества под воздействием совокупного влияния кооперации, концентрации и специализации, обеспечивающих наращивание объемов и снижение себестоимости производства. В таком понимании кластерный подход становится методологической базой, позволяющей интегрировать агропромышленную, инновационную, инвестиционную, производственно-сбытовую и территориальную политику развития АПК [1–10].

Для оценки эффективности деятельности кластеров разработаны и применяются некоторые подходы в качестве инструментов их регулирования. Например, система частных и обобщающих показателей производства и продажи продукции, использования ресурсов, инвестиционной и инновационной деятельности и пр. Однако их изучение свидетельствует о том, что каждый из подходов позволяет оценить только отдельные составляющие кластерного эффекта. Но для всестороннего анализа организации и функционирования кластера и его влияния на экономическое развитие отрасли или территории необходимо учитывать весь спектр эффектов. В этой связи нами определено понятие кластерных эффектов. Во-первых, это комплексное влияние кластерной организации на повышение эффективности функционирования всех входящих в кластер организаций и производств (рост объемов выхода продукции и продаж, снижение общекластерных расходов, оптимизация технологических цепочек продвижения продукции и др.), а также повышение результативности работы самого кластера (рост производительности труда, совершенствование системы управления и пр.). Во-вторых, это оптимизация участия каждого субъекта хозяйствования и структурного подразделения в общекластерной деятельности. В-тре-

тых – совершенствование внутрикластерной специализации и внешнеэкономической (по отношению к кластеру) деятельности, включая взаимосвязи с финансово-кредитными учреждениями, логистическими структурами, органами государственного и хозяйственного управления и т.п. При этом эффекты в совокупности создают базу для повышения конкурентоспособности и суммарной эффективности кластерной организации. В этой связи важна взвешенная оценка степени реализации каждого эффекта, которая может осуществляться в рамках общей методологии оценки производственной деятельности крупнотоварного хозяйствующего субъекта. Такая методология, как известно, включает принципы, методы, показатели и критерии оценки эффективности, а также ее целесообразность. В частности, нами сделана попытка сформулировать принципы оценки эффективности кластерных образований. Это весьма важно, поскольку принципы представляют собой исходные положения, содержащие в себе закономерности развития конкретного явления и взаимосвязи (взаимоотношения) по поводу его практического использования. Прежде всего необходимо учитывать следующие принципы:

- **экономической целесообразности**, который требует системного взвешивания совокупности эффектов и недостатков организации. Так, кластерная организация целесообразна только в том случае, когда прослеживается сквозной синергетический эффект, и он превышает расчетную сумму возможных потерь;
- **системности**, который означает, что при создании кластерной организации необходимо стремиться к созданию системы предприятий и организаций, сбалансированной по ресурсам, целям, задачам и интересам;
- **комплексности**, который предполагает, что число предприятий и организаций, а также уровней хозяйствования – от получения сырья до сбыта готовой продукции – должно создавать самодостаточный комплекс при решении всей совокупности хозяйственных проблем – производственных, экономических, финансовых, сбытовых и др.;
- **инновационности**, который подразумевает обеспечение конкурентных преимуществ в технике, технологиях, организации и ресурсном обеспечении, качестве и безопасности продукции, а также ее доступности в сравнении со спросом, где приоритетную роль играют новейшие достижения в науке;

- **технико-технологической последовательности и сбалансированности, который устанавливает необходимость выстраивания логической последовательности создания и продвижения получаемой продукции – от исходного сырья до готового продовольствия. Недопустимо, когда происходит разрыв технологической цепи, который может свести до минимума многие частные эффекты и общекластерную эффективность хозяйственной деятельности;**
- **синергии, определяющий более высокую результативность совместной деятельности в рамках кластера в сравнении с тем, как если бы каждая организация действовала самостоятельно. Причем любые кластерные решения имеют прямые последствия для входящих в него структур, как и изменения в последних сказываются на общей эффективности;**
- **главного звена, в связи с которым осуществляется внутривкластерная специализация и разделение труда, происходит формирование ядра кластера и образуется основной производственно-сбытовой эффект.**

Следует подчеркнуть, что выделенные принципы являются основными в кластерной организации при формировании частных эффектов и общесистемной эффективности.

Выполненное нами исследование показывает, что под оценкой эффективности организационно-экономического механизма кластеризации важно понимать анализ всех видов результатов в соответствии с целями создания кластера. При этом следует исходить из того, что различные кластерные организации в АПК могут иметь широкий спектр целей: обеспечение устойчивости в условиях конкуренции, рост объемов производства и продаж, минимизация затрат, максимизация прибыли и др. Важно также подчеркнуть, что при их реализации могут образоваться не только позитивные явления, но и негативные. Следовательно, поставленные цели следует классифицировать по двум группам. Первая призвана обеспечивать прибыльность и включает такие категории, как доходы, затраты, рентабельность и др. Вторая – более связана с управлением рисками и включает: устойчивость, конкурентоспособность, безопасность, инновационность. Следует сказать, что нередко

цели одной группы могут вступать в противоречия с другой. Например, цель наращивания прибыли почти всегда связана с увеличением рисков. По этой причине при оценке деятельности кластерного объединения важно использовать методы, которые бы интегрировали и прибыльность, и степень риска. Достичь этого можно, например, путем оценки роста рентабельности кластерной организации при одновременном учете факторов минимизации производственного риска за счет повышения конкурентоспособности, а также факторов оптимизации производственной инфраструктуры. В связи с этим оценка эффективности функционирования кластера должна выполняться комплексно с позиции: входящих в объединение конкретных организаций; эффективности функционирования кластера в целом; соответствия целей кластера методам их достижения; непротиворечивости деятельности кластера макроэкономическим задачам АПК.

Изучение соответствующих источников свидетельствует о том, что наиболее значимым методом методологической оценки организационно-экономического механизма кластеризации АПК является расчет показателей пространственной или территориальной эффективности, которые позволяют определить результативность функционирования кластера не только с точки зрения его производственных и финансово-экономических критериев, но и социальных, экологических и региональных (доходы и расходы региона).

Кроме того, анализ показывает, что рассмотрение совокупности организаций, составляющих кластерную инфраструктуру, как синергетической системы позволяет утверждать, что интеграционные процессы должны вызывать синергетический эффект. В этой связи нами определены его основные формы, важнейшими из которых являются:

- **агломеративная;**
- **инфраструктурная;**
- **организационно-управленческая;**
- **технико-технологическая, или ресурсная;**
- **производства и продаж;**
- **финансово-экономическая.**

Для каждой названной формы сформулированы основные характеристики выражения синергетического эффекта (по 5 характеристик для каждой формы). Естественно, нами приведены только важнейшие виды синергетического эффекта, которых в действительности может быть больше, как и характеристик каждой формы. Тем не менее это дает системное представ-



ление о многообразии эффективности кластеризации АПК. В этом состоит научная новизна данного подхода, поскольку не только теоретические подходы создания кластерных структур в стране остаются неизученными, но также отсутствуют исследования по определению форм и характеристик синергетического эффекта кластерной организации хозяйствующих субъектов.

Если вести речь о методических аспектах количественной оценки синергии организационно-экономического механизма и результатов кластеризации АПК, то, по мнению специалистов, можно принципиально выделить следующие направления. Во-первых, оценка может быть выполнена путем сравнения синергетических результатов деятельности кластера и работы разрозненных организаций до вхождения в него. Это могут быть как абсолютные, так и относительные и стоимостные показатели. Во-вторых, могут быть проведены сравнительные оценки равнозначных территорий – там, где создан кластер, и где его не существует. Для этого целесообразно использовать ту же совокупность абсолютных и относительных показателей. В-третьих, есть необходимость установить влияние деятельности кластера на макроэкономические показатели функционирования АПК. В-четвертых, значительный интерес вызывает оценка синергетического эффекта кластера, которая может основываться на определении стоимости организаций, входящих в кластер (это международный опыт). Здесь могут быть использованы такие подходы, как затратный, рыночных сравнений и доходный.

Проведенный нами анализ подтверждает, что максимально точную количественную оценку синергетического эффекта реализации организационно-экономического механизма создания и функционирования кластерных образований в АПК можно получить при доходном подходе, основанном на конечных результатах хозяйствования – прибыльности и производных от нее показателях. При этом синергетический эффект кластера следует исчислять как суммарную чистую прибыль и амортизационные отчисления на восстановление основных фондов, которые образуются в ходе концентрации и целевого направления инвестиций и инноваций. В итоге в таком интегральном показателе – чистой прибыли в совокупности с амор-

тизационными отчислениями – имеется возможность отразить все стороны хозяйственной деятельности кластера, включая объемы производства, выручки от реализации, затраты на ведение хозяйства, управленческие издержки и др.

Вместе с тем проведенное нами исследование позволяет установить последовательность этапов оценки эффективности реализации организационно-экономического механизма кластеризации АПК, которая выглядит следующим образом:

- *выполнение системного анализа и определение критериев значимости создания и функционирования агропромышленного кластера.*
- *подбор совокупности критериев и показателей и расчет на их базе потенциальной экономической эффективности создания и функционирования кластера.*
- *установление перечня возможных рисков и выведение суммарной оценки степени рискованности проекта формирования и развития кластера.*
- *расчет совокупности инвестиций и инноваций в создание технико-технологического и ресурсного потенциала и выполнение суммарной оценки их окупаемости.*
- *определение объемов производства и сбыта продукции и суммарной оценки уровня продуктивности и прибыльности.*
- *расчет обобщенной (интегральной) оценки синергетического эффекта реализации организационно-экономического механизма по созданию и функционированию кластерного объединения.*



- *итоговый анализ результатов производственно-сбытовой деятельности, корректировка целей и задач функционирования и принятия взвешенного управленческого решения по перспективам развития.*

Однако при оценке эффективности формирования и функционирования кластеров или общей кластеризации АПК могут возникать определенные сложности, что связано с разнородностью экономических, социальных и экологических показателей, следствием чего является невозможность расчета единого (или немногих) количественного показателя эффективности. В этом плане целесообразно использовать ряд качественных методов оценки – экспертных оценок, социологических опросов, относительных индикаторов и т.п., которые невозможно суммировать.

Как выход из положения для оценки экономической эффективности крупного территориального кластерного объединения целесообразно определять долю кластера или в целом АПК в валовом региональном или валовом внутреннем продукте, формула (1):

$$ЭЭ_k = \frac{ОПП_k}{ВРП (ВВП)}, \quad (1)$$

где  $ЭЭ_k$  – экономическая эффективность кластерной инфраструктуры в рамках региона или АПК как мегакластера;  $ОПП_k$  – объем производства продукции в анализируемом кластере;  $ВРП$  – валовой региональный продукт (или валовой внутренний продукт –  $ВВП$ ).

Справедливость данного подхода в том, что он позволяет определить место и роль каждого анализируемого кластера в стоимости валового регионального продукта или удельный вес АПК как мегакластера в структуре валового внутреннего продукта.

Таким образом, наличие подобного рода оценок по определению потенциальной и фактической эффективности деятельности кластеров позволяет принять обоснованные решения о необходимости и целесообразности их дальнейшего развития и формирования АПК как мегакластерной инфраструктуры. ■

Статья поступила в редакцию 28.07.2021 г.

■ **Summary.** It has been established that the efficiency of agriculture, as the central link of the agro-industrial complex, has a multi-purpose nature and can be represented as a system of republican, regional or territorial and economic efficiency. The concept of cluster effects is defined. In the development of the above, the principles for assessing the effectiveness of cluster formations are formulated. It has been established that under the assessment of the effectiveness of the organizational and economic mechanism of clustering, it is important to understand the analysis of all types of results in accordance with the goals of creating a cluster. At the same time, various cluster organizations in the agro-industrial complex can have a wide range of goals: ensuring sustainability, increasing production volumes, minimizing costs, etc. In this regard, the assessment of the effectiveness of the functioning of the cluster should be carried out in a comprehensive manner: a) from the standpoint of specific organizations included in the association; b) from the standpoint of the effectiveness of the functioning of the cluster as a whole; c) from the standpoint of the compliance of the cluster's goals with the methods of achieving them; d) from the standpoint of the consistency of the cluster's activities with the macroeconomic tasks of the agro-industrial complex.

■ **Keywords:** Agro-industrial complex, clustering, intra-cluster specialization, cluster effects, forms of synergetic effect, organizational and economic mechanism, functioning efficiency.

■ <https://doi.org/10.29235/1818-9857-2021-8-55-60>

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Васильева О.А. Кластерный подход как фактор инновационного развития агропромышленного комплекса Казахстана и России / О.А. Васильева // Экономика и предпринимательство. 2014. №7. С. 721–726.
2. Гринева М.Н. Качественный и количественный анализ готовности аграрного сектора Воронежской области к кластерному развитию / М.Н. Гринева, Я.И. Стародубцева // Вестник Воронеж. гос. аграр. ун-та. 2016. №3(50). С. 254–260.
3. Гусаков В.Г. Конкурентоустойчивое развитие производства продуктов здорового питания в предприятиях пищевой промышленности Беларуси / В.Г. Гусаков, А.В. Пилипук; НАН Беларуси, Ин-т систем. исслед. в АПК. – Минск, 2018.
4. Долгова И.М. Перспективы и барьеры формирования молочного кластера Ульяновской области / И.М. Долгова // Организационно-экономический механизм инновационного развития сельского хозяйства в исследованиях молодых ученых: сб. материалов Междунар. науч.-практ. конф., 3 дек. 2014 г. / Всерос. науч.-исслед. ин-т орг. пр-ва, труда и упр. в сел. хоз-ве. – М., 2014. С. 106–111.
5. Ковалева И.В. Кластерные технологии в управлении молочной отраслью / И.В. Ковалева, А.А. Ковалев // Вестник Алт. гос. аграр. ун-та. 2016. №11(145). С. 189–193.
6. Муканов А.Х. Особенности формирования зерноперерабатывающего кластера в республике Казахстан / А.Х. Муканов // Аграрный вестник Урала. 2011. №8. С. 83–84.
7. Gusakov E.V. Theory and methodology of cluster development of agro-industrial complex / E.V. Gusakov // Экономика АПК. 2020. №1. С. 121–130.
8. Roelandt T.J.A. Cluster analysis and cluster-based policy making in OECD countries: an introduction to the theme / T.J.A. Roelandt, D. Hertog // Boosting innovation: the cluster approach / OECD. Paris, 1999. P. 9–26.
9. Ushachyov I.G. A management system – the basis of the implementation of innovative development model of the Russian agro-industrial complex. Agro-industrial complex: economy / I.G. Ushachyov // New Zealand Management. 2013. №1. P. 13.
10. Vertakova Yu. Clustering of socio-economic space: theoretical approaches and Russian experience / Yu. Vertakova, I. Risin // Procedia Econ. and Finance. 2015. Vol. 27. P. 538–547.

SEE <http://innosfera.by/2021/08/clustering>

# МИРОВОЙ РЫНОК ЛЬНЯНОЙ ПРОДУКЦИИ: ОБЗОР



**Екатерина Тавгень,**  
научный сотрудник  
Института экономики  
НАН Беларуси



**Анна Вразалица,**  
младший научный  
сотрудник Института  
экономики  
НАН Беларуси

Современные тенденции к выпуску экологически чистых и ориентированных на здоровье продуктов, а также растущий спрос на лен как универсальный сырьевой материал обуславливают возобновление выращивания этой культуры по всему миру и открывают новые перспективы для ее использования. Постепенно доля льна на текстильном рынке выросла с 1 до 1,2% благодаря различным программам поддержки и новым модным трендам в производстве одежды

и мебели. Учитывая потенциал отечественного льняного комплекса и конъюнктуру рынка, Республика Беларусь обладает хорошими возможностями для наращивания экспорта соответствующих товаров.

Мировой рынок льнопродукции (волокно, пряжа и ткань) достаточно узок. Суммарный его объем (по импорту) в 2019 г. оценивался на уровне 2,8 млрд долл. Самый крупный сегмент – льняные ткани, на долю которых пришлось 45%. Наибольшие темпы роста продаж

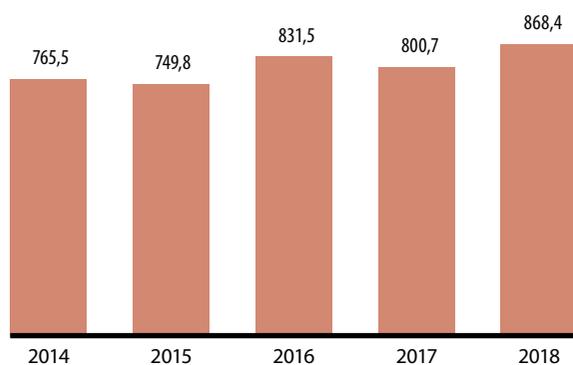


Рис. 1. Динамика мирового производства льноволокна (тыс. т.)  
Источник: собственная разработка на основе [1]

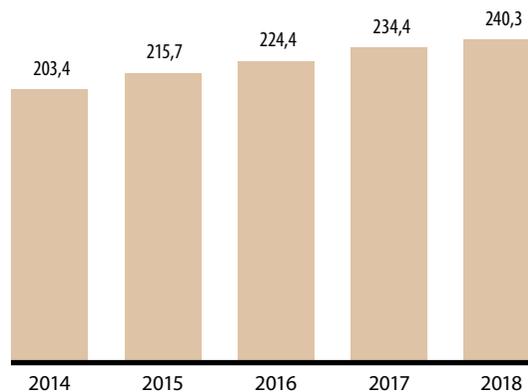


Рис. 2. Динамика площади посева льна в мире (тыс. га)  
Источник: собственная разработка на основе [1]

Страна	Площадь посева (га)	Урожайность (тонн/га)	Производство (тонн)
Бельгия	15 790	5,12	80 907
Франция	105 709	6,24	660 107
Китай	3 022	4,44	13 416
Беларусь	45 571	0,87	39 507
Россия	42 100	0,87	36 715
Великобритания	8560	1,44	12 343
Нидерланды	2218	3,96	8 783
Египет	9405	0,84	7 900
Чили	2839	1,12	3 180
Аргентина	2890	0,92	2 661
Всего в мире	240 293	3,61	868 374

Таблица 1. Производство льна в 2018 г. Источник: собственная разработка на основе [1]

Компания	Страна	Компания	Страна
Castellins NV	Бельгия	SWM	США
COMUN	Франция	Jos Vanneste S.A	Бельгия
FIR Group	Франция	Noorlin	Египет
DECOCK s.a.	Франция	Brille	Бельгия
Procotex Corporation	Бельгия	A&A Demeulenaere & Co nv	Бельгия
Van de Bilt	Нидерланды	Egyptian Industrial Center	Египет
Linen of Desna	Украина	Ecolinum	Литва
FibreX NV	Бельгия	Al Vana	Египет

Таблица 2. Крупнейшие производители льноволокна в мире. Источник: [4]

демонстрирует льноволокно: за последние два года – 28–31%. При этом по льняной пряже и тканям в 2019 г. произошло сокращение на 2 и 16% соответственно. Следует отметить, что лен считается весьма редким продуктом: на его долю приходится около 1% текстильных волокон, потребляемых в мире. В последние десятилетия приоритет был отдан синтетическим и искусственным вариантам, поскольку они составляют основу высокотехнологичных материалов. В целом за 2014–2018 гг. наблюдалось увеличение выпуска льноволокна.

В 2018 г. его мировой объем составил 868,4 тыс. т., что на 8,5% выше уровня 2017 г. (рис. 1, 2). Крупнейшими игроками в этой области стали Бельгия, Франция, Россия, Беларусь и Китай, на долю которых пришлось более 95% общего производства.

Наибольшие объемы посевных площадей и производства льноволокна – во Франции, где выращивают около 100 тыс. га льна-долгунца (табл. 1). Ткани и пряжу производят Италия, Франция, Германия, Бельгия и Нидерланды. За последние 20 лет Китай значительно сократил его посевные площади:

Страна	Объем (т)	Объем (тыс. долл.)	Цена (долл./кг)	Доля в мировом экспорте (%)
<b>Экспорт</b>				
Франция	293 524	590 961	2,0	52,3
Бельгия	200 051	408 363	2,0	36,2
Литва	9163	24 518	2,7	2,2
Беларусь	23 223	24 474	1,1	2,2
Египет	18 630	24 163	1,3	2,1
Италия	1625	20 483	12,6	1,8
Нидерланды	11 351	9127	0,8	0,8
Канада	9514	5863	0,6	0,5
Российская Федерация	4545	5194	1,1	0,5
Индия	1599	3325	2,1	0,3
Всего в мире	578 512	1 129 071	2,0	100
<b>Импорт</b>				
Китай	207 281	675 017	3,3	60,9
Бельгия	120 986	146 514	1,2	13,2
Индия	24 408	97 017	4,0	8,7
Литва	12 156	28 535	2,3	2,6
Франция	23 218	24 860	1,1	2,2
Польша	6 532	22 758	3,5	2,1
Тунис	3 689	18 931	5,1	1,7
США	10 259	10 517	1,0	0,9
Италия	1725	9361	5,4	0,8
Турция	2677	8792	3,3	0,8
Всего в мире	479 362	1 109 238	2,3	100

Таблица 3. Основные экспортеры и импортеры льна-сырца (код ТН ВЭД 5301) в 2019 г. Источник: собственная разработка на основе [7]

с 94 тыс. га в 2000 г. до 3 тыс. га а настоящее время [2]. Лен также культивируют в Индии, Пакистане и некоторых африканских странах.

Порядка 80% мирового производства продукции из льна сосредоточено в Европе, и Франция является мировым лидером. Лен выращивают в широкой прибрежной полосе Западной Европы, простирающейся от юга Нормандии в Северной Франции через Бельгию и Нидерланды: от Кана до Амстердама (табл. 2). Получение этого единственного растительного

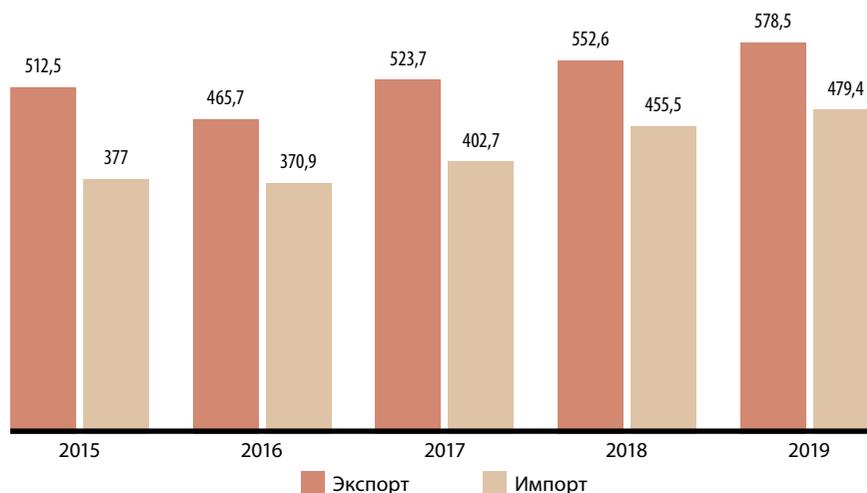


Рис. 3. Динамика мирового экспорта и импорта льна-сырца (код ТН ВЭД 5301). Источник: собственная разработка на основе [7]

Страна	Объем (т)	Объем (тыс. долл.)	Цена (долл./кг)	Доля мировом экспорте (%)
<b>Экспорт</b>				
Китай	25 201	257 087	10,2	57,3
Италия	3693	54 018	14,6	12,0
Польша	3766	31 891	8,5	7,1
Тунис	2797	24 181	8,6	5,4
Литва	2300	22 181	9,6	4,9
Франция	1429	10 791	7,6	2,4
Гонконг	462	7 905	17,1	1,8
Египет	1710	6 350	3,7	1,4
Бельгия	545	5 576	10,2	1,2
Индия	766	5 016	6,5	1,1
Всего в мире	46 886	448 607	9,6	100
<b>Импорт</b>				
Италия	9473	105 083	11,1	24,2
Индия	4305	49 479	11,5	11,4
Турция	3841	41 900	10,9	9,6
Португалия	3345	37 270	11,1	8,6
Республика Корея	4757	35 136	7,4	8,1
Франция	3155	21 290	6,7	4,9
Бельгия	2484	21 276	8,6	4,9
Япония	1315	16 067	12,2	3,7
Литва	1058	10 803	10,2	2,5
Гонконг	539	9 810	18,2	2,3
Всего в мире	45 139	434 804	9,6	100

Таблица 4. Основные экспортеры и импортеры пряжи льняной (код ТН ВЭД 5306) в 2019 г.  
Источник: собственная разработка на основе [7]

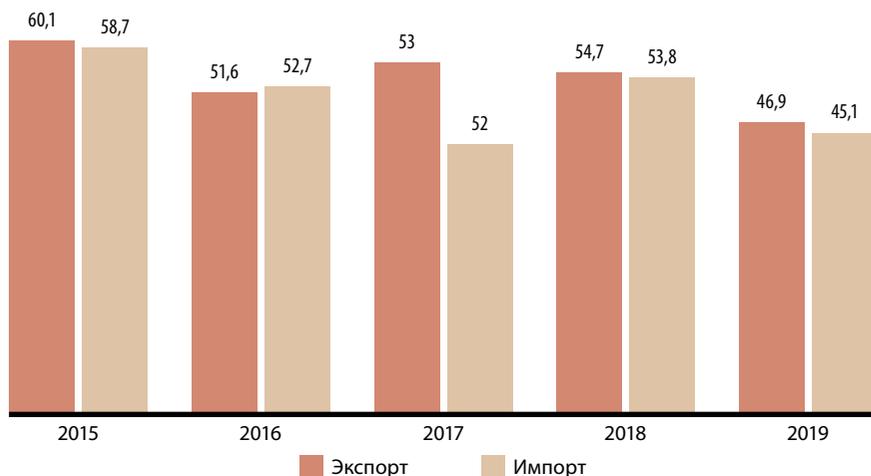


Рис. 4. Динамика мирового экспорта и импорта пряжи льняной (код ТН ВЭД 5306) (тыс. т).  
Источник: собственная разработка на основе [7]

текстильного волокна, культивируемого на континенте, не может быть перенесено в другое место, поскольку высокий уровень качества европейского сырья объясняется уникальной комбинацией естественного влажного океанского климата, плодородной почвы и многолетнего опыта льноводов [3]. Тем не менее отмечается тенденция перемещения производства льняной пряжи и тканей из Западной Европы в Восточную, Китай и Индию. Около 90% европейского льна используется для производства одежды, домашнего текстиля и мебели.

По данным FAO, средняя цена производителей льноволокна и жгута в 2018 г. в Бельгии составила 423,5 долл. за т., в Беларуси – 378,2 долл. за т., в Российской Федерации – 440,6 долл. за т., в Латвии – 118 долл. за т. Уровень цен, предлагаемый китайскими экспортёрами, наиболее конкурентоспособен. Следуя их политике, российские и восточноевропейские игроки начали снижение уровня цен на льняную продукцию. Сопоставление цен затруднено тем, что номенклатура «Ткани льняные», в свою очередь, включает несколько товарных позиций [5]. Кроме того, экспортные предложения могут довольно сильно различаться в зависимости от условий контракта.

Следует отметить, что стоимость льняных изделий всегда выше, чем хлопковых, потому что производство пряжи и тканей в первом случае обходится дороже. Рынок льноволокна не может демонстрировать серьезного увеличения цен, поскольку, когда это происходит, лен заменяется хлопком в продуктах среднеценового сегмента.

Страна	Объем (т)	Объем (тыс. долл.)	Цена (долл./кг)	Доля в мировом экспорте (%)
<b>Экспорт</b>				
Китай	65 213	804 373	12,3	52,3
Италия	4026	172 729	42,9	11,2
Бельгия	2260	65 848	29,1	4,3
Испания	3174	63 441	20,0	4,1
Великобритания	1191	51 309	43,1	3,3
Индия		49 909		3,2
Беларусь		42 976		2,8
Турция	1606	36 168	22,5	2,4
Нидерланды	1705	32 595	19,1	2,1
Франция	1374	30 173	22,0	2,0
Всего в мире		1 537 201		100
<b>Импорт</b>				
Бангладеш		239 159		18,9
США	3537	104 040	29,4	8,2
Италия	6622	87 670	13,2	6,9
Вьетнам	3176	77 211	24,3	6,1
Индонезия	3443	51 536	15,0	4,1
Испания	2869	47 426	16,5	3,7
Индия		41 503		3,3
Республика Корея	4437	38 100	8,6	3,0
Великобритания	1443	37 040	25,7	2,9
Китай	1345	35 524	26,4	2,8
Всего в мире		1 265 142		100

Таблица 5. Основные экспортеры и импортеры тканей льняных (код ТН ВЭД 5309) в 2019 г. Источник: собственная разработка на основе [7]

Рынки льняного текстиля стран ЕС, Турции, США и России считаются наиболее емкими, что обусловлено традиционностью использования такой продукции населением этих государств. В Западной и Центральной Европе душевое потребление ее сравнительно велико: от 2 до 4 м<sup>2</sup> на человека [6].

Одни из главных импортеров льноволокна – Бельгия и Франция, которые остаются при этом его нетто-экспортерами (табл. 3, рис. 3). Это связано с высоким уровнем развития их перерабатыва-

ющей промышленности. Также ведущие позиции в импорте занимает Китай, что обусловлено низким уровнем производства льноволокна и большим объемом получаемой льняной продукции (табл. 4, рис. 4). К крупным мировым импортерам льняной ткани относятся страны, специализирующиеся на массовом пошиве тканевой продукции, одежды (Бангладеш и Вьетнам) и представленные в премиальном сегменте тканей (США и Италия) [8].

В Европе действует большое количество швейных пред-

приятий, создающих основную добавленную стоимость. Сложившаяся структура промышленного производства льна отличается тем, что большие объемы волокна выпускаются во Франции и Великобритании, а на изготовлении тканей специализируется Бельгия. В экспорте пряжи и тканей доминирующее положение занимает Китай (табл. 5), который, однако, постепенно снижает продажу: здесь предпочитают быть импортером сырья, но экспортером готовой продукции [9]. Причиной послужило развитие

национальной швейной промышленности, в связи с чем все больший объем тканей начинает потребляться внутри страны.

Важно отметить успехи Беларуси: по объемам производства льноволокна мы входим в первую пятерку стран мира и занимаем четвертое место по стоимостным объемам экспорта. Ежегодная выработка стабилизировалась на отметке более 40 тыс. т.; половина этого объема идет на нужды Оршанского льнокомбината [9].

Поскольку потенциал отрасли существенно превышает внутренние потребности, это определяет его экспортную ориентацию и ставит в зависимость от конъюнктуры мирового рынка [10]. Главные внешнеторговые партнеры Беларуси – Китай (39% экспорта льноволокна в 2018 г.), Бельгия (18%) и Литва (16%). В последние годы в Россию направлялось более 90% от общего объема белорусского экспорта льняной пряжи.

Значительны и поставки льняной ткани: 7-е место на внешнем рынке. Продукция Оршанского льнокомбината пользуется устойчивым спросом: порядка 80% изделий, выпускаемых предприятием, отправляется за рубеж [11], в 42 государства мира, в том числе в Индию, Бахрейн, Канаду, Республику Корея, Новую Зеландию. Основными же торговыми партнерами выступают Литва (20% экспорта льняных тканей в 2018 г.), Нидерланды (16%) и Турция (15%).

Доля Республики Беларусь на мировом рынке продукции изо льна составляет порядка 3,5%. Климатические и иные условия пока не позволяют получать необходимые объемы длинного волокна

(сырья, пригодного для изготовления высококачественных бытовых тканей), и его приходится покупать за рубежом, что невыгодно для отрасли [10]. У европейских компаний удельный вес выхода длинного волокна держится на уровне 22,5%, в Беларуси не превышает 4% [11]. При этом отечественная текстильная продукция стоит на 30% дороже, чем у других производителей.

Россия на глобальном рынке льнопродуктов занимает скромную позицию с долей 0,5%. Наличие больших площадей, пригодных для выращивания высококачественного льна, – важное конкурентное преимущество [2]. Последние 5 лет посевные площади под этой культурой в среднем составляют 40–50 тыс. га, а урожайность в 4 раза меньше средней по миру из-за низкой степени технологической оснащенности производителей. Льноволокна в России производится около 40 тыс. т. в год при потребности в 350 тыс. т., из которых 175 тыс. т. для текстильной промышленности и примерно столько же для производства целлюлозы различного назначения, в том числе на оборонный сектор необходимо около 30 тыс. т. [12]. Согласно данным Минсельхоза РФ, площадь выращивания льна-долгунца к 2030 г. составит 166,7 тыс. га, валовой сбор может возрасти до 200 тыс. т.

В структуре производства льняных тканей в России на долю бельевых, одежных и полотенежных приходится 50%, оставшаяся доля – грубые ткани [4]. Соотношение же выпуска технических и плательно-бельевых позиций в Европе составляет 10:90.

При этом последние пять лет производство ткани изо льна в России неуклонно снижается из-за сокращения спроса на готовые изделия из нее по причине дороговизны. Текущий объем российского экспорта льна и продукции его переработки достигает 12,5 млн долл. Его основа – ткани с низким уровнем обработки, окрашивание и оформление полотна осуществляется за границей [5]. Экспортные цены на льноволокно и пряжу значительно превышают внутренние. В Россию импортируются в основном льняные ткани высокого качества, соответственно, цена на них превышает цену экспорта и производителей [13].

Одна из проблем, с которой сталкиваются последние, заключается в том, что для выработки качественного волокна требуется парк современных льноуборочных машин, а в настоящее время российский рынок не обеспечивается поставками высокотехнологичного оборудования [14]. Кроме того, происходит сокращение предприятий и хозяйств, ведущих селекцию и районирование новых сортов. Также на ситуацию в льняной отрасли негативно влияет отсутствие специализированного кластера, начиная от аграриев и заканчивая предприятиями по производству готовых изделий.

В решении проблемы целесообразным представляется изучение европейского опыта. Хотя интересы текстильного производства вступают в противоречие с интересами сельхозпроизводителей и первичных переработчиков, в странах ЕС для достижения большего взаимопонимания между аграриями и представителями

легкой промышленности принят комплекс мер, обеспечивающих эффективное производство по всей технологической цепи [6]. В ЕС также действует Европейская конфедерация льна и пеньки, которая объединяет всех участников (от первичных переработчиков до торговых организаций) рынка льна и конопли из 14 стран.

Кроме того, льноводов Франции и Нидерландов на рынке представляют несколько крупных кооперативов, способных отстаивать интересы своих членов [6]. Такая сбытовая организация для успешного функционирования перестраивает наиболее рациональным образом систему производителей, защита которых выступает ее главной задачей. Для обеспечения конкурентоспособности сбытовой аппарат действует на рынке как мощная централизованная структура, обладающая достаточно широким спектром полномочий.

Мировой рынок льнопродукции характеризуется углублением процессов разделения труда, затрагивающих интересы всех льносеющих стран, имеющих экспортную ориентацию [15]. Так, европейские государства обеспечивают высокое качество льняных изделий, что формирует и высокую цену, при этом льноводство тут характеризуется исключительной наукоемкостью всех производственных процессов.

Азиатские страны (Китай, Индия, Пакистан, Южная Корея) предлагают большой ассортимент льнопродукции; для них характерно среднее качество, соответственно, цены на продукцию средние и низкие [15],

она ориентирована на потребителя со средним достатком.

Беларусь, Россия, другие страны СНГ производят ограниченный ассортимент товаров среднего качества по низким ценам. Сохранение сырьевой направленности, узость ассортимента, отсутствие инвестиций в разработку новых сфер применения волокна и семян, пассивная маркетинговая политика не только не позволяют конкурировать на равных с контрагентами мирового рынка, расширять емкость занимаемого сегмента, но и представляют серьезную угрозу его устойчивости [15].

Таким образом, на рынке льнопродукции доминируют

Западная Европа и Китай, которые успешно развивают как традиционные, так и новые направления использования льна, осуществляя на базе новейших технологий глубокую переработку. Реализация потенциала отрасли и развитие сотрудничества между Республикой Беларусь и Российской Федерацией позволит в среднесрочной перспективе увеличить объемы экспорта обеих стран. Производство и переработка льна не только перспективное экспортное направление, но и эффективный механизм развития и укрепления экономических и торговых отношений внутри Евразийского экономического союза. ■

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. FAOSTAT / Food and Agriculture Organization of the United Nations // <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>.
2. Льняной комплекс РФ: состояние и перспективы развития / МНИАП // <http://xn-80aplem.xn--p1ai/analytics/Lnanoj-kompleks-RF-sostooanie-i-perspektivy-razvitiya/>.
3. European Linen / European Linen and Hemp // <http://news.europeanflax.com/lin/>.
4. Рынок льна: Россия и мир / АГРОВЕСТНИК // <https://agrovesti.net/lib/industries/linen/rynok-lna-rossiya-i-mir.html>.
5. Льняной сектор России и перспективы его развития / Институт экономики переходного периода // <https://www.iep.ru/files/text/usaid/final.pdf>.
6. Мировой рынок льнопродукции / Конспект экономиста // <https://konspekts.ru/ekonomika-2/ekonomika-apk/mirovoj-rynok-lnoprodukcii/>.
7. Trade Map: Trade statistics for international business development / International Trade Centre // <https://www.trademap.org/Index.aspx>.
8. Оценка зарубежного рынка (Бельгия) для компании ООО «Лен» / Российский экспортный центр // <https://ngimg-1.bestofpartners.com/ffsnCbBPh4daqP14ABmgAt9koZSBdRXi1544689519.pdf>.
9. Почему наши производители вынуждены закупать импортное льноволокно и льняные ткани / Беларусь Сегодня // <https://www.sb.by/articles/tonkost-polotna-len.html>.
10. Проблемы и перспективы льняной промышленности в Беларуси / Электронная библиотека БГУ // <https://elibr.bsu.by/bitstream/123456789/152284/1/Pekarskaya.pdf>.
11. Бруяко М. Белорусский лен: по-хозяйски распорядиться природным богатством // Таможенный вестник. 2019. №1. С. 26–28.
12. Стратегия льна. Потребность в льноволокне стимулирует рост интереса к культуре / АГРОИНВЕСТОР // <https://www.agroinvestor.ru/technologies/article/32058-strategiya-lna/>.
13. Лен всему голова / СОНАР // <https://www.sonar2050.org/publications/len-vsemu-golova/>.
14. Можно ли восстановить льняную отрасль / ЭКСПЕРТ // <https://expert.ru/2018/07/24/mozhno-li-vosstanovit-lyanuuyu-otrasl/>.
15. Пестис М. В. Состояние и перспективы производства и переработки льна в условиях Гродненской области: монография / М. В. Пестис, И. М. Шинтарь, П. В. Пестис. – Гродно, 2011.



**Ольга Пашкевич**,  
завсектором трудовых  
и социальных отношений Института  
системных исследований  
в АПК НАН Беларуси,  
кандидат экономических наук, доцент

# СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО ТАИЛАНДА: РЕСУРСЫ, ЗАНЯТОСТЬ, РЕГУЛИРОВАНИЕ



Современный Таиланд – индустриально-аграрная страна с ориентированной на экспорт моделью экономики [54]. Наряду с промышленными товарами на мировой рынок поставляются сельскохозяйственные: рис, сахар, натуральный каучук, продукция животноводства и птицеводства. Ключевые торговые партнеры Королевства – США, ЕС, Япония и Китай. Активизация контактов между Таиландом и Беларусью на всех уровнях формирует прочную базу для взаимовыгодного сотрудничества. Страны имеют схожесть позиций по ключевым вопросам международной повестки дня и потенциал для увеличения взаимной торговли.

Сельское хозяйство в Таиланде – конкурентоспособная, диверсифицированная и специализированная отрасль. Его продукция очень успешна на международных рынках и составляет около 17% всего экспорта. Государство – один из главных мировых поставщиков риса, удельный вес которого в совокупном экспорте достиг 1,8%.

За период 2008–2019 гг. население Королевства выросло на 3 094 598 чел. (4,7%). Ускоренное развитие конца XX в. усилило процесс урбанизации (табл. 1). В поисках работы молодежь уезжает в крупные города и туристические центры.

Аграрное производство составляет 9–10,5% ВВП Таиланда. Сель-

Годы	Городское		Сельское		Все население	
	Чел.	%	Чел.	%	Чел.	%
2008	27410765	41,2	39120219	58,8	66530984	100,0
2010	29498617	43,9	37696411	56,1	67195028	100,0
2012	30797524	45,4	37038433	54,6	67835957	100,0
2014	32097764	46,9	36340966	53,1	68438730	100,0
2016	33382124	48,4	35589207	51,6	68971331	100,0
2018	34644833	49,9	34783691	50,1	69428524	100,0
2019	35300170	50,7	34325412	49,3	69625582	100,0
2019 г. к 2008 г.	128,8%	9,5 п.п.	87,7%	-9,5 п.п.	104,7%	-

Таблица 1. Динамика численности и структуры населения Таиланда, 2008–2019 гг.  
Составлено автором по [5]

Отрасль	Годы								2018 г. к 2012 г.	
	2012		2014		2016		2018		%	п.п.
	Млн чел.	%								
Сфера материального производства, в том числе:	24,15	61,0	22,26	57,5	20,34	54,4	21,05	55,7	87,2	-5,3
Сельское, лесное и рыбное хозяйство	16,31	41,2	13,46	34,8	12,57	33,6	12,48	33,0	76,5	-8,2
Промышленность	5,59	14,1	6,62	17,1	5,93	15,9	6,58	17,4	117,7	3,3
Строительство	2,25	5,7	2,18	5,6	1,84	4,9	1,99	5,3	88,4	-0,4
Сфера услуг	15,4	39	16,4	42,5	17,02	45,6	16,82	44,3	109,2	5,3
Всего	39,55	100,0	38,66	100,0	37,36	100,0	37,87	100,0	87,2	-

Таблица 2. Структура занятости населения в Королевстве Таиланд. Составлено автором по [44]

скохозяйственные угодья занимают 149,2 млн рай (1 тайский рай равен 0,16 га), или 46,5% в структуре землепользования; около 50% из них приходится на рисовые плантации. Примерно 33% населения работает в агросекторе и смежных сферах (табл. 2).

В Таиланде насчитывается 24 учреждения высшего аграрного образования и 47 специализированных профессиональных учебных заведений. Три университета аграрного профиля предлагают программы обучения для будущих фермеров, оказывая наряду с этим консультационно-информационные услуги для действующих. Программы включают управление фермерским хозяйством, организацию производства, маркетинг и ведение учета.

Малые семейные формы таких хозяйств играют ключевую роль в обеспечении доходов сельского населения. Они демонстрируют повышенную устойчивость функционирования, создают рабочие места для местной экономики, сохраняют агробиоразнообразие и обеспечивают полноценный рацион питания.

Согласно национальному законодательству, фермер – это физическое или юридическое лицо, которое контролирует, управ-

ляет и принимает основные решения в отношении хозяйства, несет ответственность за организационно-технические и финансовые вопросы, исполняя обязанности напрямую или возлагая их на менеджера. Основная деятельность хозяйства при этом должна иметь агроспециализацию и осуществляться на находящихся в собственности или арендованных землях сельскохозяйственного назначения, которые могут состоять из одного или нескольких участков и находиться в той же или другой местности (как правило, в пределах одной провинции).

Все сферы жизнедеятельности тайского общества развиваются согласно Философии достаточной экономики (ФДЭ), предложенной королем Рамой IX в 1974 г. Она поддерживает умеренность, разумность и осмотрительность, основанные на знаниях и добродетели, и подчеркивает необходимость укрепления потенциала сообщества для сбалансированного образа жизни и сохранения окружающей среды. Концептуальная схема ФДЭ представлена на рис. 1.

Аналитический обзор научной литературы о принципах ФДЭ и исходящей из нее Новой

теории сельского хозяйства показывает их значимость для развития различных секторов экономики Таиланда.

Философия достаточной экономики ориентирована на идею ограниченного производства продукции ради защиты окружающей среды и сохранения лимитированных ресурсов, а не увеличение прибыли. Особенно важную роль это сыграло в восстановлении экономики после кризиса 1997 г. В последующем правительство инкорпорировало эти нормы в национальные планы развития, сделав частью политики социальной ответственности многих корпораций.

Новая теория сельского хозяйства, основанная на ФДЭ, содержит принципы интегрированного управления земельными и водными ресурсами на уровне фермерских хозяйств. В нее заложено управление рисками (засуха, вредители, болезни), ориентация на продовольственную обеспеченность и безопасность, экономическую самодостаточность в организации аграрного производства.

В соответствии с этим разработаны конкретные программы по специализации отрасли в зависимости от природно-

климатических и территориальных особенностей. Новая теория сельского хозяйства основана на 4 принципах:

- применимость к мелким фермерам, владеющим земельным участком площадью около 15 рай (2,4 га);
- возможность для них обеспечивать продукцию себя и свою семью при поддержке друг друга;
- выращивание каждым хозяйством риса для потребления в течение года на площади в 5 рай (0,8 га);
- забота о достаточном количестве воды, доступной даже в засушливый сезон (ок. 1000 м<sup>3</sup> на 1 рай угодий).

Земельный участок среднего фермерского хозяйства должен быть разделен на 4 части в соотношении 30: 30: 30: 10 (табл. 3).

По данным Межпереписного обследования сельского хозяйства Королевства Таиланд, в 2018 г. в стране насчитывалось около 6 млн фермерских хозяйств (личных и коллективных) на угодьях в 112,8 млн рай (35,1% всей площади Королевства) (табл. 4). 2,8 млн или 46,6% из них расположено в северо-восточной части страны, занимая 52,4 млн рай (46,5%). Средняя площадь хозяйства – 18,9 рай.

Большинство тайских фермеров занимаются растениевод-

ством (табл. 5), то есть возделыванием риса, паракаучука, многолетних, полевых, овощных и лесных культур, экзотических фруктов, трав, цветов, декоративных растений, содержанием пастбищ, питомников деревьев, выращиванием грибов.

В животноводстве главные специализации – разведение крупного рогатого скота на мясо (в стране отсутствуют традиции использования молока и продуктов из него по антропологическим особенностям), буйволов (в том числе для сельскохозяйственных работ), свиней, коз, овец, птицы, а также тутовых шелкопрядов. Практикуется пресноводное культивирование на аквафермах определенных видов рыб, лобстеров, креветок, лягушек, мягкотелых черепах, крокодилов (прудовое рыбоводство), зачастую на рисовых полях.

В Таиланде выделяют 5 форм ведения устойчивого сельского хозяйства: органическое земледелие, агролесничество, интегрированное фермерство, новая теория сельского хозяйства, природное (естественное) земледелие (табл. 6). Используется и ротационная сельскохозяйственная система.

На принципах устойчивого сельского хозяйства функционирует порядка 1,6 млн ферм (26,8% общего их числа) на 20% земельных угодий (табл. 7).

В стране постепенно формируется система менеджмента качества согласно принципам надлежащей сельскохозяйственной практики (GAP) для производства безопасной и качественной продукции для потребления населением. Ее сертификация носит добровольный характер и является бесплатной [1]. Факторы, ограничивающие ее, – недостаток трудовых и земельных ресурсов,



Рис. 1. Концептуальная схема Философии достаточной экономики.  
Составлено автором по [19–22, 37, 56]

изначально завышенные требования к отпускным рыночным ценам на товарные сельхозкультуры, производимые по стандартам GAP. В стране осуществляется сертификация органической продукции независимым органом сертификации, созданным в 1995 г.

В последние десятилетия все меньше молодых людей занимается сельским хозяйством [9] (табл. 8). Правительство оказывает поддержку тем из них, кто мотивирован на аграрную занятость. Это выступает своего рода гарантией, что молодежь будет внедрять инновации и играть активную экономическую и социальную роль в обеспечении преемственности крестьянских поколений.

В опросе тайских студентов (187 чел.) на курсах подготовки к поступлению на специальность «Будущий фермер» выяснилось, что 61% из них намерены в будущем трудиться полный рабочий день, около 32% – на условиях неполной занятости в качестве второстепенной деятельности, приносящей доход [9]. Более половины респондентов выразили желание создать фермерские хозяйства, которые были бы диверсифицированными, науко- и капиталоемкими. Опрос показал, что большинство учащихся происходят из фермерских семей и в будущем смогут получить доступ к земельным участкам своих родителей, однако у молодежи отсутствуют необходимые ресурсы, такие как собственность и навыки ведения сельского хозяйства. На их приобретение планируется потратить 10 и более лет. В госпрограмму поддержки аграрной отрасли включена помощь выпускникам сельскохозяйственных учебных заведений.

I часть	II часть	III часть	IV часть
30 %	30 %	30 %	10 %
Пруд для выращивания сельскохозяйственных культур, содержания животных и разведения рыбы (с целью получения дополнительного дохода)	Посевы риса, который выступает главным продуктом питания и особой кулинарной традицией страны, весомой экспортной позицией	Товарные культуры в зависимости от состояния почвы и рыночного спроса	Благоустройство дома, сопутствующая инфраструктура

Таблица 3. Структура типичного фермерского хозяйства в Таиланде согласно Новой теории сельского хозяйства

Регион	Число хозяйств		Площадь землепользования		Средний размер землепользования хозяйства, рай
	Ед.	%	Рай	%	
Центральный	841 755	14,1	19 098 928	16,9	22,7
Северный	1 324 665	22,2	26 734 966	23,7	20,2
Северо-Восточный	2 789 265	46,6	52 380 437	46,5	18,8
Южный	1 020 370	17,1	14 589 021	12,9	14,3
Всего	5 976 055	100,0	112 803 352	100,0	18,9

Таблица 4. Число и размер землепользования фермерского хозяйства в Таиланде, 2018 г. Составлено автором по [43].

Вид деятельности	Число фермерских хозяйств				2018 г. к 2008 г.	
	2008 г.		2018 г.		Ед.	п.п.
	Ед.	%	Ед.	%		
Выращивание сельскохозяйственных культур	2 776 490	47,7	4 827 353	80,8	2 050 863	33,1
Разведение животных	128 675	2,2	129 153	2,2	478	–
Культивирование в пресной воде	34 666	0,6	43 434	0,7	8768	0,1
Выращивание сельскохозяйственных культур и разведение животных	2 510 999	43,2	809 062	13,5	-1 701 937	-29,7
Выращивание сельскохозяйственных культур и культивирование в пресной воде	134 671	2,3	99 758	1,7	-34 913	-0,6
Разведение животных и культивирование в пресной воде	12 927	0,2	4307	0,1	-8620	-0,1
Выращивание сельскохозяйственных культур и разведение животных, культивирование в пресной воде	221 432	3,8	62 988	1,0	-158 444	-2,8
Всего	5 819 860	100,0	5 976 055	100,0	156 195	–

Таблица 5. Структура фермерских хозяйств по специализации сельскохозяйственной деятельности, 2008–2018 гг. Составлено автором по [43]

Примечательно, что они хотели бы создать современные фермы, отличающиеся от традиционных, с которыми они не хотели ассоциироваться. Будущие фермеры стремятся иметь средние по масштабам производства хозяйства, применяя наукоемкие методы работы и выращивая разнообразные культуры. Большинство опрошенных планируют применять модель интегрированного сельского хозяйства, то есть совместного возделывания агрокультур и содержания животных для повторного использова-

ния отходов одного производства как сырья для другого. Такая форма хозяйствования продвигается учреждениями аграрного образования согласно принципам ФДЭ и поддерживается Министерством сельского хозяйства и кооперативов. Она принципиально отличается от ферм, которые сосредоточены на выращивании ограниченного числа культур или животных. Студенты также указали на важность снижения производственных рисков, например внедрения ирригационных систем, использование вакцин

и т.д. Описанные ими планы требуют значительного стартового капитала, технологий, навыков и компетенций.

В Таиланде небольшое число молодых людей получают высшее образование по сельскохозяйственным специальностям (менее 4 тыс. выпускников в год), часть из них так и не становится фермерами. За последние 10 лет владельцев личных хозяйств в возрасте до 35 лет становилось меньше в среднем на 44 тыс. в год. Благодаря активной позиции и мотивации ряда будущих фермеров создана возможность построения инновационных моделей хозяйств, которым будет выделена государственная субсидия. Для этого функционируют Центры поддержки инновационных решений в сельском хозяйстве, переработке продукции, Центры трансфера агротехнологий [30], Фонд поддержки реализации инициатив в аграрной отрасли [29]. Сельское хозяйство и биотехнологии обозначены правительством Таиланда одной из 11 приоритетных отраслей экономики [46, 54].

Учитывая сложившуюся ситуацию в аграрном секторе страны, Министерством сельского хозяйства и кооперативов выработан ряд направлений регулирования отрасли. Они изложены в Двдцатилетней стратегии сельского хозяйства и сотрудничества (2017–2036 гг.) и Пятилетнем плане развития сельского хозяйства Двенадцатого национального плана экономического и социального развития (2017–2021 гг.) [46]. Кроме того, действует Национальная стратегия развития органического сельского хозяйства на 2017–2021 гг. Согласно им, выработаны меры своевременного реагирования на проблемы, риски и угрозы,

Форма	Содержание
Органическое земледелие	Система земледелия, использующая только органические удобрения и компоненты на основе трав для борьбы с насекомыми. Целесообразность такой практики обусловлена более высоким спросом на органические продукты питания, потребностью в улучшении качества почвы и подземных вод. В этой связи рынок органических продуктов питания Таиланда постоянно расширяется
Агролесничество	Соединение сельско- и лесохозяйственной деятельности, где одновременно занимаются возделыванием товарных культур и разведением домашнего скота с параллельными посадками лесных деревьев на той же территории. Его цели заключаются не только в увеличении доходов фермеров, но и в уменьшении вырубки лесных насаждений, вызванной расширением сельскохозяйственных угодий. Кроме того, такой подход позволяет улучшить качество почвы и биоразнообразие. Агролесоводство ведется преимущественно в северных и южных районах страны
Интегрированное фермерство	Система земледелия, в которой на одном поле осуществляются как минимум два различных вида сельскохозяйственных работ, например содержание пастбищ и рыбоводство или свиноводство; рыбоводство и овощеводство, что помогает сократить затраты на производство. В частности, навозом или другими сельскохозяйственными остатками можно удобрять посевы сельскохозяйственных культур. Эта система подходит для мелких фермеров, позволяя им наилучшим образом использовать ограниченную площадь земельных участков. На практике широко применяется в центральной части Таиланда, где в достатке имеются водные ресурсы
Новая теория сельского хозяйства	Агрокультурная система, предложенная Его Величеством королем Пхумипоном Адульядетом в 1993 г. Ее основная концепция – самодостаточность в обеспечении продуктами питания, и только после этого продажа избыточного урожая. Наиболее подходят фермерам, которые имеют ограниченные небольшие поля и испытывают недостаток водных ресурсов. Распространена в Северо-Восточном Таиланде
Природное (естественное) земледелие	Система земледелия, представляющая собой отказ от обработки почвы без внесения удобрений, гербицидов и инсектицидов. С точки зрения сохранения окружающей среды можно утверждать, что это высшая практика устойчивого ведения сельского хозяйства, наиболее популярная в Северо-Восточной части Таиланда

Таблица 6. Формы ведения устойчивого сельского хозяйства в Таиланде и их характеристика. Составлено автором по [41]

Направление устойчивого сельского хозяйства	Число фермерских хозяйств		Площадь земельных угодий	
	Ед.	%	Гаи	%
Всего фермерских хозяйств, следующих принципам устойчивого сельского хозяйства, в том числе:	1 599 746	26,8	23 170 607	20,5
Органическое земледелие	488 391	30,5	6 692 065	28,9
Агрлесничество	24 202	1,5	483 811	2,1
Интегрированное фермерство	386 026	24,1	5 199 256	22,4
Новая теория сельского хозяйства	26 049	1,6	204 904	0,9
Природное (естественное) земледелие	624 025	39,0	9 391 584	40,5
Ротационная сельскохозяйственная система	118 297	7,4	1 198 987	5,2
Всего фермерских хозяйств, не следующих принципам устойчивого сельского хозяйства	4 376 309	73,2	89 632 745	79,5
ИТОГО	5 976 055	100,0	112 803 352	100,0

Таблица 7. Количество и площадь фермерских хозяйств, осуществляющих производство на принципах устойчивого сельского хозяйства в Таиланде, 2018 г. Составлено автором по [43]

влияющие на развитие аграрной отрасли страны на глобальном и национальном уровнях.

Экономика Таиланда по-прежнему сталкивается с рисками, связанными с нестабильностью и колебаниями конъюнктуры мировой экономики. Это помешало реализации положений Одиннадцатого плана (2012–2016 гг.) в достижении поставленных целей. Поскольку фермеры являются целевой группой этого документа, он ориентирует их на ведение сельского хозяйства

на принципах ФДЭ, усиливает их самостоятельность. Наряду с этим оказывается содействие кооперативному сельскому хозяйству через развитие фермерских сетей, ассоциаций и учреждений.

Кроме того, изменяется статус «простого» фермера на «умного» (smartfarmer), продвигается инициатива «Умное сельское хозяйство» (SATI) – практическая и инновационная модель устойчивого органического земледелия, разработанная с целью улучшения благосостояния фермеров

и их семей. В отличие от стандартных решений интеллектуального земледелия, которые обычно ориентированы на молодое поколение, она комбинирует накопленные навыки и новые технологии, ориентируясь на аграриев всех возрастов [30].

Таиланд имеет более чем 40-летний опыт реализации программ развития сельских сообществ. Эта миссия ныне возложена на самый низовой уровень местного самоуправления – тамбон. В соответствии

Пол и возраст владельца	Годы			2018 г. к 2008 г., п.п.
	2008	2013	2018	
	Пол			
Мужчины	72,5	63,7	55,9	-16,6
Женщины	27,5	36,3	44,1	16,6
	Возраст			
До 25 лет	0,4	0,6	0,3	-0,1
25–34	6,3	5,2	3,1	-3,2
35–44	23,0	18,4	15,6	-7,4
45–54	30,4	31,1	30,8	0,4
55–64	23,6	26,2	31,5	7,9
65 и более	16,3	18,5	18,7	2,4
Всего	100,0	100,0	100,0	–

Таблица 8. Половозрастная структура владельцев фермерских хозяйств (за исключением корпораций) в Таиланде, 2008–2018 гг. Составлено автором по [43]

с этим в стране осуществляется сельскохозяйственное зонирование. Одним из примеров может служить программа «Один тамбон – один продукт», основанная в начале 2000-х гг. для поддержки правительством субъектов местного предпринимательства и общественных предприятий [23, 45, 46]. Каждое сельское сообщество определяет самобытный объект для создания бренда, имея при этом возможность получать доход от его реализации. Их спектр широк: традиционные изделия ручной работы, одежда из хлопка и шелка, керамика, модные аксессуары, предметы домашнего обихода и продукты питания. Правительство поддерживает инициативу посредством вложения инвестиций, оказания технической и маркетинговой помощи, проведения консультаций. Следует отметить, что большинство произведенного в рамках этой инициативы – результат женского труда, поэтому создан фонд поддержки сельских жительниц – хранительниц уникального национального наследия.

Для выращивания шести основных сельскохозяйственных культур – риса, кукурузы, каучука, масличной пальмы, сахарного тростника и тапиоки – Министерство сельского хозяйства и кооперативов Таиланда определило зоны. Установление границ каждой из них основывалось на свойствах почвы, наличии водных ресурсов, температурном режиме и климатических условиях. Фермерские хозяйства с учетом этого планируют возделывание той или иной агрокультуры в отдельном регионе.

В Продовольственную программу Таиланда заложено производство достаточных для удовлетворения внутреннего спроса объемов продовольствия, обе-

спечение доступа всех слоев населения к «полезному» питанию в любое время, усиление контроля за качеством продуктов, уменьшение количества пищевых отходов, поддержка стратегии обеспечения продовольственной безопасности страны.

Главная проблема – недостаточно высокий уровень образования и нехватка профессионально подготовленных кадров – тормозит реализацию правительственной стратегии построения в стране новой экономической модели, получившей название «Таиланд 4.0». В этой связи правительство ориентировано на расширение государственных инвестиций в цифровые технологии с целью формирования высоконаучного общества. Наряду с этим в числе наиболее актуальных вопросов – развитие рынка труда в новых условиях. Предпосылками для этого явился тот факт, что модернизация предприятий большинства отраслей экономики ведет к сокращению рабочих мест и росту числа безработных, что, в свою очередь, вызывает рост нагрузки на систему социальной защиты.

Расширение исследований и разработка инноваций в аграрной сфере – важное направление реализации стратегии «Таиланд 4.0» [40, 42, 52]. Это, с одной

стороны, требует поиска инновационных решений, с другой – развития технологий и инвестиций в человеческий капитал.

Накопленный опыт Таиланда как ведущего мирового производителя и экспортера продуктов питания и сельскохозяйственной продукции показывает, что достижение продовольственной безопасности в стране достигнуто благодаря следованию положениям Новой теории сельского хозяйства, за счет соблюдения принципов устойчивого ведения сельского хозяйства, управления природными ресурсами, обеспечения безопасности пищевых продуктов. Это позволяет стране выступать важным участником в обеспечении региональной продовольственной безопасности и вносить вклад на глобальном уровне. ■

\*Исследование выполнено по результатам участия в Ежегодных краткосрочных международных образовательных курсах «Содействие росту доходов и продовольственной безопасности с помощью диверсифицированных методов ведения сельского хозяйства с использованием интегрированных систем и подходов, основанных на участии» при поддержке Таиландского агентства международного сотрудничества и Чиангмайского университета Королевства Таиланд.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Adoption and Continued Participation in a Public Good Agricultural Practices Program: the Case of Rice Farmers in the Central Plains of Thailand / S. Srisopaporn [et al.] // *Technological Forecasting and Social Change*. 2015. №96.
2. Amekawa Y. Rethinking Sustainable Agriculture in Thailand: A Governance Perspective / Y. Amekawa // *Journal of Sustainable Agriculture*. 2010. Vol. 34:4.
3. Barua P. Impact of Application of Sufficiency Economy Philosophy on the Well Being of Thai Population: A Systematic Review and Meta Analysis of Relevant Studies / P. Barua, P. Tejatitvaddhana // *Journal of Population and Social Studies*. 2019. Vol. 27. №3.
4. Charoenjindarat P. Process of Driving the Sufficiency Economy Philosophy of Deb-sirinromkiao School, Thailand / P. Charoenjindarat, S. Kuhaswonvetch, D. P. Thun-mathiwat // *International Journal of Agricultural Technology*. 2017. Vol. 13(7.2).

Полный список использованных источников размещен

 [http://innosfera.by/2021/08/agriculture\\_Thailand](http://innosfera.by/2021/08/agriculture_Thailand)

# РОЛЬ ЭКСПОРТА ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УСЛУГ В ЭКОНОМИКЕ БЕЛАРУСИ

УДК 339.564



**Андрей Калинин,**  
специалист Центра дополнительного  
образования Института подготовки  
научных кадров НАН Беларуси;  
icesc.kalinin@gmail.com

**Аннотация.** В статье дается оценка прямого и косвенного вклада экспорта образовательных услуг в экономику нашей страны. Изложен опыт иностранных государств в этой сфере и возможности его применения в отечественной практике. Обоснована актуальность обучения зарубежных граждан в интересах формирования положительного имиджа Беларуси и экспорта товаров через реализацию проектов перекрестного продвижения.

**Ключевые слова:** внешнеэкономическая деятельность, иностранные студенты, сектор услуг, экспорт образовательных услуг, экономика образования.

**Для цитирования:** Калинин А. Роль экспорта образовательных услуг в экономике Беларуси // Наука и инновации. 2021. №8. С. 75–78. <https://doi.org/10.29235/1818-9857-2021-8-75-78>

В нашей стране с марта 2020 г. действует межведомственная рабочая группа по разработке Программы социально-экономического развития Республики Беларусь на 2021–2025 гг. Одним из ключевых направлений в ней выступает дальнейшее развитие экспорта. Премьер-министр страны Р. Головченко и министр экономики Республики Беларусь А. Червяков заявили, что он за означенный период может вырасти более чем на 20% – до 50 млрд долл. [1, 2]. Это станет историческим рекордом за всю историю независимого существования государства, поскольку максимальное значение в 46 млрд долл. было достигнуто в 2012 г. [3].

Данное целеполагание обуславливает поиск соответствующих резервов роста в экономической сфере. Анализ товарной структуры белорусского экспорта позволяет сделать вывод о том,

что, несмотря на определенные успехи, достигнутые в IT- и транспортном секторе, среди основных экспортных позиций нет услуг, хотя динамика развития современной мировой экономики демонстрирует их явное расширение. В этой связи очевидный интерес представляет расширение экспорта образовательных услуг, что обусловлено наличием достаточно развитой инфраструктуры в стране, выгодным географическим положением и довольно высоким уровнем индекса развития человеческого потенциала.

Но разработка качественных предложений по росту экспорта образовательных услуг осложняется тем, что:

- оценка влияния его на экономику страны редко встречается в научных публикациях, касающихся обучения иностранных студентов;
- исследования потенциала индустрии высшего образования во внешнеэкономической деятельности зачастую проводятся в контексте показателей всего сектора услуг без учета его особенностей и специфики обеспечения роста;
- при решении задач по наращиванию объемов образова-

*тельного экспорта имеет место недостаточность изучения опыта иностранных государств в данной сфере и возможности его применения в нашей стране;*

- *отсутствует комплексная система учета экономических данных по обучению иностранных студентов в Беларуси.*

Таким образом, целью настоящей статьи является определение влияния экспорта образовательных услуг на экономику республики и определение резервов по его наращиванию. Для этого в работе использованы методы сравнительного, функционального, абстрактно-логического, библиографического и графического анализа.

В перечне отечественных образовательных услуг для зарубежных граждан доминирует высшее образование. Его в вузах страны получает 94,1% иностранцев, в то время как на учреждения среднего специального и профессионально-технического образования приходится лишь 5,9% [4]. Таким образом, в настоящее время именно высшее образование является абсолютной основой экспорта образовательных услуг страны.

Как свидетельствуют данные, приведенные на рисунке, информация Национального статистического комитета и Республиканского института высшей школы несколько отличается, но оба источника указывают на рост количества иностранных студентов за последние пять лет. По состоянию на 2018 г. их обучалось 268 100 человек [7], что в среднем составило около 7%.

Официальной статистики о доходах страны от экспорта образовательных услуг нет, но по косвенным источникам можно сделать приблизительные расчеты. Так, по информации Президиума республиканского совета ректоров учреждений высшего образования, в 2015 г. организациями отрасли «Образование» на международные рынки было реализовано таких услуг на 61,8 млн долл. [8]. Обучалось в этом году, как отмечено на рис. 1, от 14 144 до 19 059 человек, следовательно, средняя цена равна приблизительно 3722 долл. Исходя из данных за 2019 г., можно прийти к заключению, что объем экспорта отечественных образовательных услуг на современном этапе приближается к цифре в 70 млн долл. Но следует принять во внимание, что это далеко не полная оценка, поскольку студенты из-за рубежа, находясь в Беларуси, помимо оплаты за обучение также тратятся на «путное потребление»: медицинские услуги, бытовые расходы, питание, развлечения, административные процедуры, транспорт и т.п. Относительно их объема и структуры комплексных исследований до настоящего времени в республике не проводилось. Есть статистика по Белорусскому государственному уни-

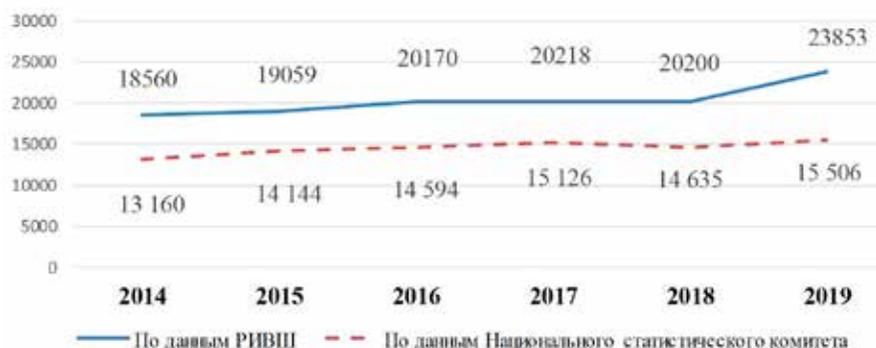


Рисунок. Динамика численности иностранных студентов в Республике Беларусь в 2014–2019 гг. Составлено автором на основе [5, 6]

верситету, свидетельствующая о подобных расходах в месяц в среднем около 480 долл. [9]. Таким образом, за учебный год (10 мес.) данная сумма на одного иностранного студента составляет около 4800 долл., что превышает среднюю цену за обучение почти на 30%.

Следовательно, оплата «попутного потребления» приносит национальной экономике больший доход, чем собственно оплата за обучение.

Его суммарный объем можно оценить в 150 млн долл. ежегодно. Это заключение имеет важное значение для понимания сущности экспорта образовательных услуг, поскольку позволяет более объективно определить вклад экспорта этих услуг в экономику страны и разработать стратегию развития данного направления. Она может быть основана на удержании низких цен на обучение иностранных граждан в целях привлечения их большего количества, что весьма выгодно для отечественной экономики, поскольку студенты, обучаясь и проживая в стране за счет спонсоров (родителей, иностранных государств, организаций и др.) тратят немалые средства, не создавая при этом напряженности на национальном рынке труда.

В последние годы отмечается рост предложений со стороны европейских университетов по бесплатному обучению для граждан других стран. Частично это объясняется описанной выше особенностью экспорта образовательных услуг. Детальное рассмотрение указывает на не менее важные причины. Первая заключается в том, что некоторые государства с развитой системой выс-

шего образования стремятся привлечь квалифицированную рабочую силу из-за рубежа, принимая во внимание сокращение своего молодого населения и старение нации. В этом случае высшая школа выступает своего рода инструментом по адаптации и интеграции иностранцев к жизни и трудоустройству в данной стране. Полагается, что за годы учебы они выучат язык, привыкнут к особенностям культуры, освоят местные законы и обычаи и проще адаптируются и интегрируются в общество.

Вторая причина лежит сугубо в академической плоскости. Европейские университеты стремятся создать мультикультурную среду как среди преподавателей, так и среди студентов. Такой «интеллектуальный бульон» способствует более интенсивному и результативному обмену знаниями, мнениями и подходами между представителями различных национальных школ, имеющих разный по содержанию практический опыт.

Следующая причина – борьба за интеллектуальные ресурсы, человеческий капитал. Любая страна, заботясь о своем будущем, заинтересована в притоке высококвалифицированных кадров, которые будут заниматься научными исследованиями и внедрять их результаты в практику. Более того, все чаще появляются программы поддержки иностранных аспирантов, например по упрощенному получению гражданства, условиям ведения бизнеса и т.п.

И еще одно обстоятельство – это так называемая «мягкая сила». Государства, стремясь к расширению своего экономического, политиче-

ского и культурного влияния в других странах, используют в том числе и систему экспорта своего высшего образования, ведь выпускники-иностранцы в дальнейшем нередко способствуют реализации различных взаимовыгодных международных проектов. Именно «мягкая сила» через подготовку кадров для других государств представляет для Беларуси особый интерес, принимая во внимание довольно развитую систему высшего образования и еще не завершённый процесс встраивания страны в мировую экономику. По нашему мнению, именно экспорт образовательных услуг является определенным резервом роста для отечественной экономики через активизацию инвестиционной, коммерческой и торговой деятельности, в том числе и путем взаимодействия с выпускниками-иностранцами.

Кроме того, экспорт образования – это инструмент по созданию привлекательного имиджа нашей страны в мире, процесс формирования которого весьма сложен, требует времени и предполагает осуществление комплекса мероприятий различными социальными институтами. Положение также осложняется и тем, что Беларусь не имеет такого богатого опыта в области PR, как другие государства, не обладает механизмами воздействия на международное общественное мнение через глобальные средства массовой информации. В сложившихся условиях именно иностранные граждане, прошедшие обучение в нашей республике, являются естественным ресурсом по распространению знаний о ней за рубежом.

В эпоху постоянно нарастающей конкуренции определенную перспективу представляет относительно новый для республики способ привлечения внимания к компании – так называемое перекрестное продвижение (англ. cross-promotion), при котором несколько организаций кооперируется для реализации совместных проектов, направленных на продажу своих товаров (услуг) или повышение осведомленности о них. Принимая во внимание тесную связь образования и производства, разработка совместных рекламных мероприятий учреждений образования и промышленных предприятий представляется экономически обоснованной и перспективной для продвижения на мировой рынок в условиях ограниченности рекламных бюджетов. То обстоятельство, что Беларусь экспортирует широкий спектр качественных товаров за рубеж, можно использовать в рекламе как учреждений образования, выпускники которых работают на данных предприятиях, так и самих предприятий. Применение перекрестного продвижения позволяет получить следующие преимущества: снижение затрат на рекламу, повышение имиджа компаний в мире, рост эффективности продаж, расширение рекламных инструментов, объединение творческих ресурсов фирм-партнеров.

Таким образом задачи по наращиванию экспорта в Беларуси требуют новых ресурсов по его обеспечению. Одно из перспективных направлений – экспорт высшего образования, прямой и косвенный вклад которого в эконо-

мику страны на современном этапе можно оценить приблизительно в 150 млн долл. ежегодно.

Анализ деятельности зарубежных стран по обучению иностранных граждан показал, что эта составляющая позволяет решать значимые социально-экономические задачи государств: увеличить приток квалифицированной рабочей силы, повысить качество образования через интернационализацию,

развивать человеческий капитал и распространять свое влияние в других странах в различных областях посредством «мягкой силы». Для нашей республики экспорт образовательных услуг играет важную роль в формировании положительного имиджа страны и является перспективным рекламным ресурсом на мировом рынке посредством реализации проектов перекрестного продвижения. ■

■ **Summary.** The current socio-economic situation in the Republic of Belarus determines the search for possible reserves to increase exports and diversify them. The article assesses the direct and indirect contribution of the export of educational services to the country's economy. The socio-economic problems solved by foreign states through the system of training foreign personnel and the possibility of their application are described. The relevance of training foreign citizens in the interests of creating a positive image of the Republic of Belarus and exporting goods through the implementation of cross-promotion projects is substantiated.

■ **Keywords:** foreign economic activity, foreign students, service sector, export of educational services, economics of education.

■ <https://doi.org/10.29235/1818-9857-2021-8-75-78>

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Головченко Р. В Беларуси к концу 2025 года не должно быть отстающих регионов / сайт Совета Министров Республики Беларусь // <http://www.government.by/ru/content/9611>.
2. «Реформация» // <https://reform.by/184444-belarus-sobiraetsja-narastit-jeksport-do-50-mlrd-dollarov-k-2025-godu>.
3. Общая информация о внешней торговле: направления, задачи, итоги за актуальный период / сайт Министерства иностранных дел Республики Беларусь // <https://www.mfa.gov.by/trade/>.
4. Международная деятельность учреждений высшего образования: 2016 // Республиканский институт высшей школы, Центр международного сотрудничества в сфере образования // <http://nihe.bs.u.by/images/2017/science-c-coop/md2016.pdf>.
5. Образование в Республике Беларусь (2019/2020 учебный год) / Национальный статистический комитет Республики Беларусь // <https://www.belstat.gov.by/upload/iblock/eef/eef2ad012db2ea8aaf4d4bea2647d5a90.pdf>.
6. Международная деятельность учреждений высшего образования: 2019 / Республиканский институт высшей школы, Центр международного сотрудничества в сфере образования // <http://studyin.edu.by/ru/main.aspx>.
7. Основные показатели образования / Национальный статистический комитет Республики Беларусь // [http://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/solialnaya-sfera/obrazovanie/godovye-dannye\\_5/osnovnye-pokazateli-obrazovaniya/](http://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/solialnaya-sfera/obrazovanie/godovye-dannye_5/osnovnye-pokazateli-obrazovaniya/).
8. О приоритетных задачах дальнейшего наращивания экспорта образовательных услуг: проблемы и пути решения / Решение №2 от 05.05.2016 г. Президиума республиканского совета ректоров учреждений высшего образования // <http://srrb.niks.by>.
9. Рытов А. В. Интернационализация высшего образования Республики Беларусь: проблемы и перспективы / Выш. шк. 2017. №2. С. 7–9.

Статья подготовлена при финансовой поддержке  
Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований.

Статья поступила в редакцию 03.03.2021 г.

SEE [http://innosfera.by/2021/08/educational\\_services](http://innosfera.by/2021/08/educational_services)

# ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ РОДНИКОВ БЕЛАРУСИ



**Елена Громадская,**  
начальник отдела  
поверхностных вод  
Центрального научно-  
исследовательского  
института  
комплексного  
использования  
водных ресурсов



**Дарья Баканова,**  
сотрудник  
Центрального научно-  
исследовательского  
института  
комплексного  
использования  
водных ресурсов

**В**одные ресурсы – национальное достояние Беларуси, один из видов ее природных богатств. В сравнительно небольшой по площади стране, где основные речные бассейны являются трансграничными, сосредоточено более 20 тыс. водотоков и свыше 10 тыс. водоемов [1].

Несмотря на достаточность водных ресурсов, в республике целенаправленно осуществляется внешняя и внутренняя политика, направленная на их охрану, рациональное применение и совершенствование механизмов управления.

Основной документ, регулирующий отношения в данной области, – Водный Кодекс Республики Беларусь, согласно которому к поверхностным водным объектам наряду с водотоками и водоемами относят и родники [2], представляющие собой места естественного выхода подземных вод на земную поверхность.

В рамках Государственной программы «Охрана окружающей среды и устойчивое использование природных ресурсов на 2016–2020 гг.» Центральным научно-исследовательским институтом комплексного исследования водных ресурсов

(ЦНИИКИВР) по заданию Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь впервые проведена масштабная работа по инвентаризации родников на территории нашей страны [3].

Основная задача первого цикла работ заключалась в верификации разрозненных данных о родниках, составлении их структурированного и выверенного на местности перечня с указанием точного местоположения (область, район, населенный пункт, географические координаты выхода воды на земную поверхность), фотофиксация на местности, определение гидрологических характеристик (дебит, ширина, глубина), источника питания и принадлежности к особо охраняемым природным территориям (далее – ООПТ).

Методология инвентаризации родников Беларуси состоит из нескольких этапов: сбор и систематизация имеющихся данных из различных источников; составление обобщенного

перечня, подлежащего дальнейшей верификации и инвентаризации; организация экспедиционного исследования, включающего поиск и подтверждение наличия водного источника на местности; определение его точного местоположения с указанием географических координат; описание морфометрических и гидрологических характеристик родника и родникового ручья, выявление источника питания и характера в зависимости от напора воды; изучение степени обустроенности источника и прилегающей территории для возможного посещения; фотографирование; определение принадлежности к ООПТ; обработка полученных данных с разработкой ГИС-слоев с верифицированными родниками; заполнение тематической информацией таблиц макета «Реестр поверхностных водных объектов Республики Беларусь». Итогом этой работы становится занесение картографической (ГИС-слой) и тематической информации (гидрологические характеристики, дополнитель-

ные сведения) в веб-раздел «Реестр поверхностных водных объектов Республики Беларусь» информационной системы Государственного водного кадастра.

На этапе организации полевых исследований ЦНИИКИВР проанализирован и обобщен ряд информационных ресурсов, содержащих сведения о родниках в Беларуси: территориальных органов Минприроды, Научно-практического центра НАН Беларуси по биоресурсам, Национального кадастрового агентства (Публичная кадастровая карта), лесхозов, негосударственных общественных организаций и открытые данные интернет-ресурсов. Составленный таким образом предварительный список затем тщательно выверялся; на практике было подтверждено нахождение на местности только 60% включенных в него объектов, остальные 40% отсутствовали по предполагаемому местоположению либо оказались пересохшими.

По результатам работы экспедиций установлено точное местоположение 1183 родников со следующим территориальным распределением (рис. 1): Брестская область – 122, Витебская – 193, Гомельская – 150, Гродненская – 230, Минская – 232, 256 – Могилевская.

Что касается принадлежности к основным 5 бассейнам рек нашей страны, то 486 родников относятся к Днепровскому, 396 питают Неман, 109 – Припять, 37 – Западный Буг, 155 – Западную Двину (рис. 2). Наибольшей плотностью расположения поверхностных источников подземных вод отличается бассейн реки Неман – 0,87 на 100 км<sup>2</sup>; наименьшей – Припяти (0,21 на 100 км<sup>2</sup>) [4].

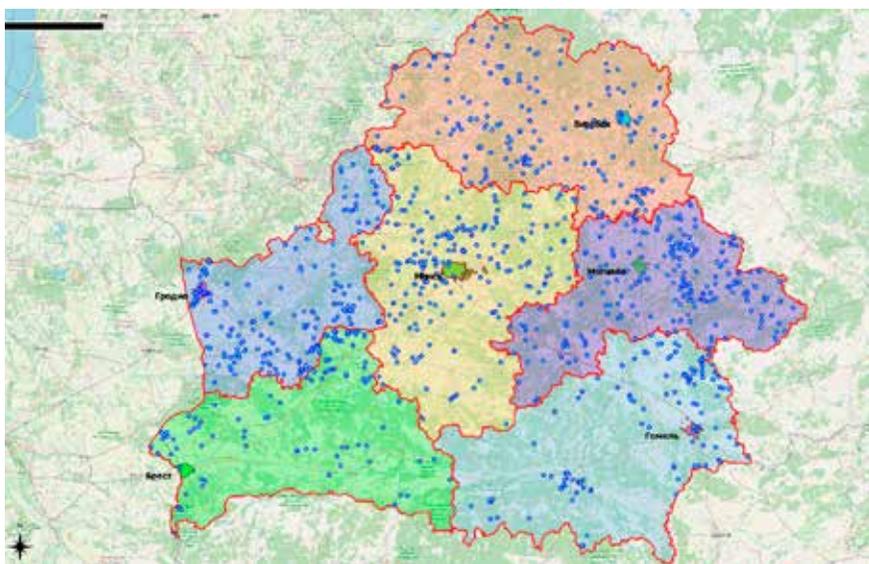


Рис. 1. Родники в пределах территориально-административных единиц Беларуси

Для визуального представления сведений об изученных родниках на основе их географических координат, установленных в результате экспедиционных обследований, специалистами ЦНИИКИВР разработаны соответствующие картографические ГИС-слои. Их создание производилось камеральным способом в географической информационной системе (ГИС) с открытым кодом – QGIS2.14 Essen. Точечные ГИС-слои родников созданы в WGS84 (World Geodetic System 1984) – всемирной системе геодезических параметров Земли 1984 г., то есть единой глобальной системе координат для всей планеты, в отличие от некоторых локальных. Для описания положения пространственных объектов в WGS84 используются градусы широты и долготы (иногда значения высоты) и обозначение системы координат в QGIS – EPSG:32635 WGS84/UTM zone 35. Разработанные таким образом данные могут быть спроецированы на различных картографических подложках и представляют собой цифровую карту родников Беларуси, детализация которой на примере Минского района и окрестностей приведена на рис. 3.

По результатам инвентаризации, выполненной на протяжении 2017–2020 гг., в Беларуси около 30% исследованных родников имеют дебит (объем выходящей на поверхность воды) 0,1–1 л/сек, около 10% – более 1 л/сек, а оставшиеся 60% – менее 0,1 л/сек.

Самый крупный по этому показателю (около 50 л/сек) родник Беларуси – Голубая криница – находится вблизи населенного пункта Дубно в Славгородском районе Могилевской

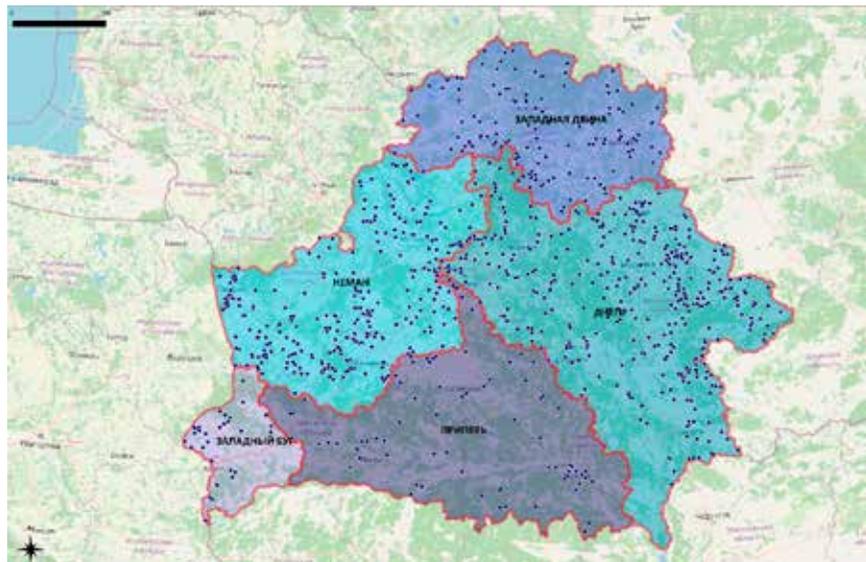


Рис. 2. Родники в пределах основных 5 речных бассейнов Беларуси

области и относится к родникам восходящего типа (рис. 4).

Источники такого рода характеризуются восходящим движением воды под напором. Они расположены в основном на равнинной местности и могут образовывать увлажненную окружа-

ющую территорию с обильной растительностью (рис. 5А).

Тем не менее в Беларуси преобладают родники нисходящего типа, у которых вода свободно и непрерывно истекает либо высачивается из недр земли, двигаясь при этом сверху вниз от площади питания

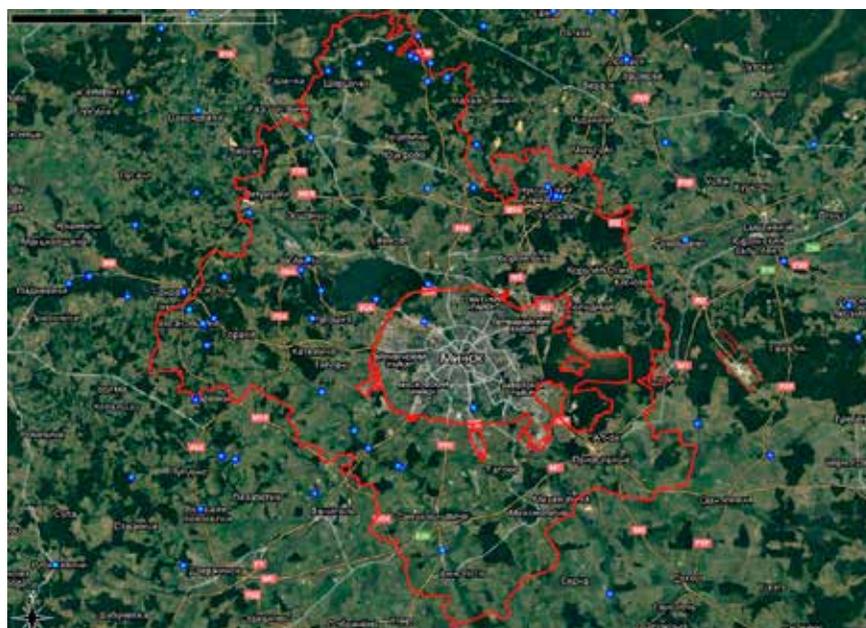


Рис. 3. Детализация карты открытого интернет-ресурса Google Earth с проекцией ГИС-слоя родников (Минский район и прилегающие территории)



Рис. 4. Родник Голубая криница. д. Дубно, Славгородский район



Рис. 5А. Пример родника восходящего типа (род. Сидельники, Мозырский район)

Рис. 5Б. Пример родника нисходящего типа (род. Бердыж, Чечерский район)



Рис. 6. Родник Болцикский, д. Яцины, Мядельский район  
(фото: <http://www.rodnikbel.by/>)

водоносного слоя к месту выхода на поверхность (рис. 5Б).

Самый крупный в нашей стране водный источник нисходящего типа – Болцикский родник в Мядельском районе, на территории Национального парка «Нарочанский», имеющий дебит 20 л/с (рис. 6).

По предварительным данным инвентаризации, около 40% родников Беларуси потенциально пригодны как источники нецентрализованного хозяйственно-питьевого водоснабжения.

Перечень и описание таких объектов передается в территориальные органы Минприроды для дальнейшего проведения лабораторных испытаний родниковой воды и информирования населения об их результатах путем размещения информации на официальном сайте или в средствах массовой информации. Использование родников для питьевых нужд допускается, если качество воды в них соответствует гигиеническим нормативам безопасности, устанавливаемым Министерством здравоохранения Республики Беларусь в соответствии с законодательством о питьевом водоснабжении и санитарно-эпидемиологическом благополучии населения.

Тематическая информация о проинвентаризированных родниках, полученная в ходе полевых исследований и камеральной обработки результатов, занесена в веб-раздел реестра информационной системы Государственного водного кадастра, которая разработана ЦНИИКВИР в 2016 г. для обеспечения структурных подразделений Минприроды, республиканских и местных исполнительных и распорядительных органов, проектных

и других организаций данными о поверхностных и подземных водных ресурсах, возможности их использования на различные нужды, качестве природных и сточных вод [5].

Веб-раздел реестра является составным разделом ИС ГВК; кроме редактирования и ввода данных о водных объектах он позволяет просматривать заполненные макеты в разрезе административных областей, структурированных отдельно для водотоков (рек, ручьев), озер, водохранилищ, прудов и родников. Помимо этого предусмотрена возможность реализации пользовательских запросов по двум критериям: административно-территориальному признаку (принадлежности к областям, районам) и отношению к основным речным бассейнам (Днепр, Западная Двина, Западный Буг, Неман, Припять). В результате выбора требуемой информации предоставляется картографическая (разработанные ГИС-слои в системе координат WGS84 с точностью масштаба 1:100000) и доступная соответствующая тематическая информация о конкретном водном объекте [6]. Наполнение веб-раздела реестра для предоставления этих данных – важный заключительный этап процесса инвентаризации. В настоящее время доступны сведения в отношении более тысячи верифицированных родников.

Для популяризации этих уникальных водных объектов, расширения знаний о них, наращивания их потенциала к процессу инвентаризации привлекались заинтересованные представители общественности: педагоги, школьники, молодеж-

ные организации, жители расположенных вблизи источников населенных пунктов. Одним из значимых результатов этой работы стало издание книги «Родники Беларуси».

Ее публикация подготовлена в 2020 г. при поддержке проекта международной технической помощи «Водная инициатива Европейского союза для стран Восточного партнерства» (ВИЕС+). Издание содержит информацию о 1183 родниках на территории нашей страны (по состоянию на август 2020 г.) в разрезе речных бассейнов и территориально-административных единиц; тем не менее, поскольку процесс инвентаризации нельзя назвать завершеным, оно может быть дополнено и переиздано по мере обновления информационной базы о родниках. Большая их часть расположена в лесной местности, порой труднодоступна для обнаружения, однако их изучение всегда остается актуальным и постоянно продолжается.

Сведения, полученные в результате первого цикла инвентаризации, уже переданы Научно-практическому центру Национальной Академии наук Беларуси по биоресурсам для дальнейшего изучения и подготовки природоохранных документов с целью придания отдельным источникам статуса гидрологических памятников природы. Осуществляется постоянный обмен данными о родниках, размещенными на публичной кадастровой карте Национального кадастрового агентства, которая по результатам изучения специалистами дополняется тематической информацией о гидро-

логических характеристиках и принадлежности к ООПТ.

В целом анализ действующей нормативной правовой базы в области использования и охраны родников показывает, что единые межведомственные подходы к этим вопросам в Беларуси отсутствуют. В первую очередь это касается приведения водных источников в порядок и хозяйственной деятельности на прилегающей к ним территории. Научное обоснование условий последней в границах водоохранных зон родников, а также разработка требований к их благоустройству – основные задачи следующего цикла работ по изучению этих удивительных природных объектов. ■

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Блакітная кніга Беларусі: Эцыкл. / Беларус. Эцыкл.; Рэдкал.: Н. А. Дзісько і інш. – Мінск, 1994.
2. Водный кодекс Республики Беларусь. (<https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=Hk1400149&p1=1>) от 30 апреля 2014 №149–3: принят Палатой представителей 2 апреля 2014 г.; одобр. Советом Респ. 11 апреля 2014 г. // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. Центр правовой информ. Респ. Беларусь, 2018.
3. Государственная программа «Охрана окружающей среды и устойчивое использование природных ресурсов» на 2016–2020 гг., утверждена постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 17.03.2016 г. №205 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь, 24.03.2016, 5/41827. // <https://pravo.by/document/?guid=3961&p0=C21600205>.
4. Дубенок С. Н., Громадская Е. И., Русина А. О. Родники Беларуси. – Минск, 2020.
5. Разработать научные основы подготовки и ведения реестра водных объектов Республики Беларусь: отчет о НИР (заключит.) / РУП «ЦНИИКИВР»; рук. В. Н. Корнеев. – Минск, 2017. – 120 с. – №46/2017.
6. Официальный сайт РУП «Центральный научно-исследовательский институт комплексного использования водных ресурсов» // <http://www.cricuwr.by>.

*Natallia Minakova*

**Genomic technologies for animal husbandry** ..... 4

It is the interview with Director of the Institute of Genetics and Cytology of the National Academy of Sciences of Belarus, corresponding member Ruslan Sheiko about the contribution of genetics to the development of animal husbandry.

*Ivan Karanets*

**New breed of dairy cattle** ..... 9

A new Holstein breed of dairy cattle of domestic selection has been created and tested, allowing to increase the genetic potential of dairy productivity of herds, and to obtain the high-value pedigree young animals.

*Nikolay Popkov, Uladzimir Tsimoshanka, Andrei Muzyka*

**Innovative milk production technologies** ..... 14

The approaches used to create new generation farms with fully automated production processes have been analyzed.

*Aliaksandr Tsaranok*

**Livestock in the zone of trouble** ..... 20

The article gives a retrospective analysis of the radiological control at food industry enterprises and shows the dynamics of the milk and meat production subject to the sanitary and hygienic standards for the content of radionuclides.

*Olga Epishko, Elena Yurchenko, Olga Vertinskaya*

**Identification of brachispinal syndrome and cholesterol deficiency** ..... 26

The article presents the results of brachispinal syndrome and cholesterol deficiency identification in the population of cattle bred in the Republic of Belarus.

*Mikalai Kavaleu, Juri Lamaka*

**Coronavirus diseases of animals and vaccines against them** ..... 30

The authors gave the stages of development, compositions, manufacturing technologies, antigenic activity, immunological efficacy and the results of the use in the production of associated vaccines.

*Nikolai Barulin*

**Intensive aquaculture** ..... 36

The relevance and current state of intensive aquaculture in our country have been analyzed.

*Elena Tarazevich*

**Innovation in the creation of high quality carp crosses** ..... 41

The article considers the main trends in high-intensity technologies for the fish production in Belarus, and analyzes the selection and breeding work with carp breeds.

*Boris Panshin*

**Digital culture: Theory and practice** ..... 45

The author states the need for theory and methodology for the digital culture formation enabling the qualitative and quantitative analysis and forecasting of the digital transformation effects, as well as the generalization of the best practices in the regulation and application of digital technologies in the economy and society.

*Eleanor Lutokhina*

**Remote form of employment and its impact on digitalization processes** ..... 52

The author considers the prerequisites, conditions and features of remote work in a pandemic period, and identifies the risks of this form of employment.

*Egor Gusakov*

**Principles and effectiveness of the organizational and economic mechanism of the agro-industrial clustering** ..... 55

The article describes a methodology for assessing the cluster effectiveness. The assessing principles for such cluster formations have been formulated.

*Ekaterina Tavgen, Anna Vrazalitsa*

**The world market of linen products: An overview** ..... 61

The authors present the leading exporters and importers of linen products, analyze their volumes by the main segments: fiber, yarn and fabric. They consider also the positions of the Republic of Belarus and the Russian Federation in this segment.

*Volha Pashkevich*

**Agriculture in Thailand: Resources, employment, regulation** ..... 68

The article considers the structure of the agricultural sector in the Kingdom of Thailand as an industrial-agrarian country with an export-oriented economic model, as well as its philosophy of production and consumption, the development of farming and public administration, which made it possible to achieve success and become a promising trade partner.

*Andrey Kalinin*

**The export of educational services role in the economy of Belarus** ..... 75

The author gives an assessment of the direct and indirect educational services export contribution to the country's economy.

*Alena Hramadskaya, Darya Bakanava*

**Springs inventory in Belarus** ..... 79

Experts of the Central Research Institute for the Integrated Use of Water Resources give information on various types of springs in our country, their location and the interactive map created as a result of many years' work. The study of these unique water sources is still in progress.



24-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА  
ТЕХНОЛОГИЙ И ИННОВАЦИЙ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

# ТЕХИННОПРОМ

- Оборудование и технологии для промышленного производства
- Инновации. Научно-технические разработки
- Промышленная продукция и услуги
- Организация и совершенствование промышленного производства

[techinnoprom.by](http://techinnoprom.by)



В рамках  
БЕЛОРУССКОГО ПРОМЫШЛЕННО-  
ИННОВАЦИОННОГО ФОРУМА

**28-30**  
**СЕНТЯБРЯ** **2021**

**ФУТБОЛЬНЫЙ МАНЕЖ**  
Минск, пр. Победителей, 20/2

+ 375 17 314 34 30

[rel@expoforum.by](mailto:rel@expoforum.by)



**ЭКСПОФОРУМ**  
выставочное предприятие

Унитарное предприятие «Экспофорум», УНП 100702781

# ЗНАТЬ ВСЕ НЕВОЗМОЖНО, НО **МОЖНО** УЗНАТЬ **БОЛЬШЕ**



научно-практический журнал  
**Наука**  
И ИННОВАЦИИ

220072, г. Минск, ул. Академическая, 1-129  
тел.: (+375 17) 351-14-46 факс: (+375 17) 379-16-12  
e-mail: [nii2003@mail.ru](mailto:nii2003@mail.ru)

[www.innosfera.by](http://www.innosfera.by)

 [@science\\_innovations](https://www.instagram.com/science_innovations)

ПОДПИСНЫЕ  
ИНДЕКСЫ:

00753

007532

