



ВЕКТОРЫ РАЗВИТИЯ  
БЕЛОРУССКОЙ  
ВЕТЕРИНАРИИ

4

РЫНОК УГЛЕВОДОРОДОВ  
И АЛЬТЕРНАТИВНАЯ  
ЭНЕРГЕТИКА

32

ЭКОНОМИКА КАЧЕСТВА  
В ЗЕРКАЛЕ  
ЛИН-МЕНЕДЖМЕНТА

41

КОГДА ДАЛЕКОЕ  
СТАНОВИТСЯ  
БЛИЗКИМ

63

# Наука и инновации

№8 (282)  
АВГУСТ 2026

научно-  
практический  
журнал



**Современные  
ВЫЗОВЫ**

**ветеринарной  
медицины**

ISSN 1618-9857  
9 17718184985001 0 8  
ISSN 2412-9372 (online)



## ИНЖИНИРОВО- СЕРВИСНЫЙ ЦЕНТР ПО СВЕРХТВЕРДЫМ МАТЕРИАЛАМ







УНП 100029036

Лаборатория физики высоких  
давлений и сверхтвердых  
материалов предлагает  
решения для различных отраслей  
промышленности

Республика Беларусь, 220072,  
г. Минск, ул. Петруся Бровки, 19  
Тел.: +375 (17) 379-13-16  
Email: [priemnaya@physics.by](mailto:priemnaya@physics.by)  
<https://physics.by>



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

#### Учредитель:

Национальная академия наук Беларуси

#### Редакционный совет:

|                                           |                               |                          |
|-------------------------------------------|-------------------------------|--------------------------|
| В.С. Караник<br>председатель<br>совета    | С.В. Гапоненко                | М.В. Мясникович          |
| С.А. Чижик<br>сопредседатель<br>совета    | В.Л. Гурский                  | В.Я. Панченко            |
| С.С. Щербаков<br>сопредседатель<br>совета | В.Г. Гусаков                  | В.Н. Пармон              |
| Ж.В. Комарова                             | А.Е. Дайнеко                  | О.Г. Пенязьков           |
| В.В. Азаренко                             | Дун Суочэн<br>(Dong Suocheng) | Ф.И. Привалов            |
| О.Ю. Баранов                              | В.Г. Залесский                | С.П. Рубникович          |
| В.Г. Богдан                               | А.И. Иванец                   | О.О. Руммо               |
|                                           | А.В. Кильчевский              | Сюцин Лю<br>(Xuqing Lui) |
|                                           | А.А. Коваленя                 | А.В. Труханов            |
|                                           | Э.И. Коломиец                 | С.В. Харитончик          |
|                                           | С.А. Красный                  | А.Г. Шумилин             |

#### Главный редактор:

Жанна Комарова

#### Ведущие рубрик:

Ирина Емельянович  
Наталья Минакова

Татьяна Жданович  
Юлия Василишина

#### Дизайн и верстка:

Татьяна Аверкова

Фото на обложке Артема Турлая

#### Адрес редакции:

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

#### Подписные индексы:

007 532 (ведомственная) 00 753 (индивидуальная)

Формат 60x84 1/8. Бумага офсетная. Усл. печ. л. 9,8.  
Тираж 462 экз. Цена договорная.  
Подписано в печать 14.08.2026.

**Издатель:** РУП «Издательский дом «Беларуская навука».  
Свид. о гос. рег. №1/18 от 02.08.2013.  
г. Минск, ул. Ф. Скорины, 40. Заказ №156

© «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:

## СОВРЕМЕННЫЕ ВЫЗОВЫ ВЕТЕРИНАРНОЙ МЕДИЦИНЫ

*Петр Красочко*

### Векторы развития и инновации белорусской ветеринарии ..... 4

Проанализированы приоритетные направления отечественных ветеринарных исследований, обеспечивающие биологическое и экономическое благополучие животноводческой отрасли Беларуси.

*Михаил Кучинский*

### «КМП плюс»: от инновационной идеи до серийного производства ..... 9

В статье продемонстрировано благоприятное действие инновационного ветеринарного препарата на основе биоэлементов «КМП плюс», повышающего молочную продуктивность коров, овец и свиней, а также воспроизводительную способность их потомства.

*Василий Радчиков*

### Заменитель цельного молока для здоровья молодняка ..... 17

Авторы доказывают, что использование заменителя цельного молока в кормлении телят повышает поедаемость кормов и активизирует окислительно-восстановительные процессы в их организме.

*Юлия Каяк*

### Конструирование вакцины для профилактики коронавирусной инфекции и пастереллеза норок ..... 20

Представлена технология изготовления инактивированной вакцины для профилактики коронавирусной инфекции, вызванной вирусом SARS-CoV-2, и пастереллеза норок.

*Виктория Василькова, Наталья Щемелева, Татьяна Погуляева*

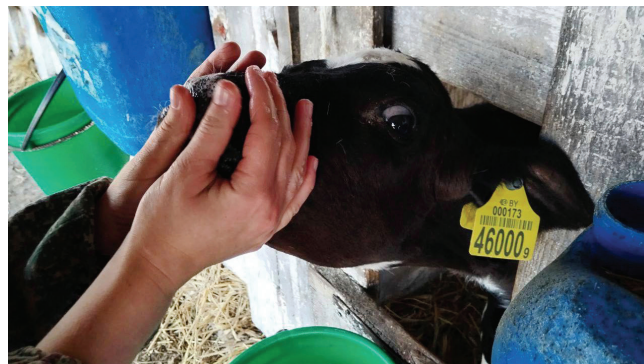
### Борьба с кровососущими насекомыми в условиях животноводческих ферм ..... 23

В статье представлены результаты испытаний универсальной противомоскитной лампы-ловушки и токсикологической оценки лабораторного образца репеллентного средства, разработанных для применения в животноводческих хозяйствах.

*Ольга Горлова*

### Хочешь жизнь прожить не даром – значит, будь ветеринаром! ..... 29

Рассмотрены основные направления работы, нацеленной на подготовку специалистов, Витебской ордена «Знак Почета» государственной академии ветеринарной медицины.



## ТРЕНДЫ ГЛОБАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ

Валерий Гончаров, Наталья Янкевич

### Рынок углеводородов и альтернативная энергетика ..... 32

Приводится компаративный обзор текущего состояния мировых запасов энергетически значимых ресурсов в различных регионах, очерчиваются перспективы их использования и замены альтернативными вариантами получения электроэнергии.

## ЭКОНОМИКА КАЧЕСТВА

Ирина Стигайло

### Синергия бережливого менеджмента ..... 41

В интервью с экспертом БелГИСС Игорем Шкадрцовым раскрываются ключевые аспекты внедрения бережливого менеджмента по новому стандарту СТБ 2672-2025, направленному на повышение эффективности предприятий за счет поиска внутренних резервов роста, а не внешних инвестиций.

## ИННОВАЦИОННАЯ ЭКОНОМИКА

Егор Гусаков

### Определяющие условия перехода сельского хозяйства на инновационный путь развития ..... 46

В статье представлена современная научная интерпретация дефиниции «инновации» в системе управления АПК, где в качестве главного фактора устойчивого развития и перехода отрасли на модель опережающего самофинансирования обоснована продуктовая кооперация на кластерной основе.

## ТОЧКА КОНВЕРГЕНЦИИ

Ольга Кротова

### Отраслевая лаборатория шинной промышленности ..... 52

Показана деятельность профильной отраслевой лаборатории в интересах ОАО «Белшина».

## ЧЕРНОБЫЛЬ: 40 ЛЕТ ОСМЫСЛЕНИЯ

Тамара Ласько, Александр Никитин, Елена Танкевич, Юлия Симончик, Елена Куликова

### Постчернобыльские экосистемы: трансформации и перспективы ..... 56

В статье проанализировано текущее состояние земель, выведенных из народнохозяйственного оборота после катастрофы на Чернобыльской АЭС, а также рассмотрены прогнозные изменения их природно-растительных комплексов и будущий статус этих территорий.

## ОТКРЫВАЯ СЕБЯ

Татьяна Тетеринец

### Когда далекое становится близким ..... 63

Кандидат экономических наук, ученый секретарь Института экономики НАН Беларуси Татьяна Тетеринец проводит параллель между жизнью и диссертацией, представляя науку как вечное движение, а также делится историей накопления собственного человеческого капитала и знакомит со своими жизненными приоритетами.



## БИОТЕХНОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Эрома Урбан, Станислав Гордей

### Озимая рожь: сорта или гибриды F1? ..... 68

Статья посвящена проблеме выбора сортов или гибридов F1 ржи в сельскохозяйственном производстве исходя из почвенно-климатических условий конкретного хозяйства, структуры посевных площадей и материально-технической базы.

Виктор Сатишур, Бронислава Шелюто

### Влияние регуляторов роста растений на урожайность и качество табака обыкновенного в условиях северо-востока Беларуси ..... 72

В ходе проведенных полевых опытов установлено положительное влияние применения регуляторов роста растений на основе гуминовых кислот Фитогумин, Ж и Гумилэнд, Ж на урожайность и качество белорусских сортов табака обыкновенного.

## ДИССЕРТАЦИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Екатерина Белоус, Ольга Логвинович, Анастасия Шихалова, Наталья Чуешова, Елена Щурова, Альбина Хаданович

### Функциональные изменения и резервные возможности тканевого дыхания разных отделов тонкого кишечника мышей под влиянием электромагнитных полей ..... 79

Проанализированы параметры тканевого дыхания разных отделов тонкого кишечника мышей при хроническом воздействии электромагнитных полей устройства Wi-Fi. Установлено, что выявленные изменения могут индуцировать развитие функциональных расстройств желудочно-кишечного тракта.



# Векторы развития и инновации белорусской ветеринарии

Современное состояние молочно-ветеринарного комплекса Республики Беларусь характеризуется высокой степенью индустриализации и концентрации производства. В структуре отрасли функционирует 2,9 тыс. молочнотоварных ферм, из которых 1,7 тыс. представляют собой модернизированные комплексы промышленного типа. На них сосредоточено 76% совокупного дойного стада республики, обеспечивающего выработку 80,3% валового объема молока (5,46 млн т за рассматриваемый девятимесячный период). Продуктивность животных составляет в среднем 5321 кг молока на корову, что на 363 кг превышает среднереспубликанские показатели. В секторе свиноводства насчитывается более 90 крупных предприятий со средней проектной мощностью единовременного размещения 20–25 тыс. голов. Несмотря на то что это достаточно крупные и компактные комплексы, в наших специфических климатических и хозяйственных условиях они зарекомендовали себя с наилучшей стороны.



**Петр Красочко,**  
заведующий кафедрой эпизоотологии  
и инфекционных болезней животных  
Витебской ордена «Знак Почета»  
государственной Академии ветеринарной  
медицины, доктор ветеринарных и  
биологических наук, профессор

**В**месте с тем интенсификация производства и высокая концентрация на ограниченных площадях неизбежно усиливают воздействие технологических стресс-факторов на организм животных. Эта нагрузка снижает естественную устойчивость поголовья, повышая его уязвимость к этиологическим агентам как инфекционной, так и незаразной природы. Развитие патологических процессов в условиях высокой плотности посадки способно спровоцировать масштабное распространение заболеваний, что влечет за собой необходимость проведения вынужденных внеплановых массовых обработок. Подобные лечебно-профилактические мероприятия увеличивают организационные, технологические и технико-экономические издержки субъектов хозяйствования.

Стабильное благополучие административных территорий страны по перечню наиболее опасных и распространенных нозоформ достигается за счет скоординированной деятельности научного сообщества в области ветеринарной медицины и специалистов-практиков. Ветеринарная наука выступает базовым инструментом поддержания биологической безопасности АПК, минимизации показателей заболеваемости и летальности, а также обеспечения нормативных параметров сохранности и продуктивности сельскохозяйственных животных.

## Стратегия и развитие отрасли

Исследованиями в области ветеринарии занимаются научные сотрудники Института экспериментальной ветеринарии им. С.Н. Вышелесского, Витебской ордена «Знак Почета» государственной академии ветеринарной медицины, Гродненского государственного университета, Белорусской государственной сельскохозяйственной академии, Института микробиологии НАН Беларуси и Белорусского государственного университета, а также исследовательские лаборатории ряда организаций негосударственной форм собственности. Перечисленные структуры располагают развитой

материально-технической базой, высококлассными специалистами, оснащены уникальным высокотехнологичным оборудованием, позволяющим проводить разноплановые исследования в соответствии с современными требованиями. Их научный статус подтвержден свидетельствами об аккредитации, выданными совместно НАН Беларуси и Государственным комитетом по науке и технологиям.

Однако, несмотря на это, имеется ряд позиций, тормозящих развитие отрасли, среди них – недостаточный объем финансирования научно-исследовательских работ, дефицит квалифицированных научных кадров. Дополнительным барьером выступает ужесточение нормативно-правовых требований к регистрации ветпрепаратов. Введение новых регуляторных регламентов повлекло за собой существенное удорожание процедур разработки и проведения обязательных доклинических и клинических исследований, а также пролонгацию сроков выполнения. Сложившаяся ситуация снижает темпы коммерциализации результатов научных работ, удлиняет период их трансфера в реальный сектор производства и препятствует своевременному обеспечению животноводческой отрасли импортозамещающей продукцией.

В республике сформирован комплекс приоритетных направлений отечественных ветеринарных исследований. Они сосредоточены на молекулярной биологии и ветеринарной биотехнологии, микробиологии и вирусологии, фармакологии, токсикологии, паразитологии, внутренних незаразных болезнях, ветеринарной хирургии, акушерстве и гинекологии, а также ветеринарно-санитарной экспертизе. Их динамичное развитие выступает ключевым условием для поддержания на высоком уровне биологической и продовольственной безопасности страны. Однако необходимо признать, что эффективная реализация этого потенциала требует преодоления ряда критических вызовов, оказывающих деструктивное влияние на всю отрасль. Сохраняются риски, обусловленные внешними ограничениями на завоз средств специфической профилактики инфекционных болезней, серийный выпуск которых внутри страны пока не освоен. Существует дефицит импортируемых готовых антибактериальных и химиотерапевтических средств, а также базовых фармацевтических субстанций, необходимых для новых отечественных препаратов и кормовых добавок. Серьезный инфраструктурный барьер – отсутствие на внутреннем рынке конкурентоспособного отечественного технологического оборудования для организации производственных линий нового поколения.

Стоит подчеркнуть, что современная ветеринарная наука претерпела качественную трансформацию. Оснащение ведущих диагностических лабораторий высокотехнологичным оборудованием и внедрение передовых тест-систем позволяют с максимальной точностью идентифицировать биотические и абиотические факторы возникновения болезней животных. А комплексный мониторинг обеспечивает сквозной контроль качества сырья. Это касается применения аппаратуры для секвенирования генома патогенных и условно-патогенных вирусов, постановки полимеразной цепной реакции, иммуноферментного анализа и иммуногистохимического методов для выявления антигенов возбудители болезней, автоматических биохимических анализаторов и масс-спектрометров для идентификации вирусов и бактерий, приборов для обнаружения остаточных следов антибиотиков и химиотерапевтических средств в готовой продукции.

То есть ветеринарная наука не просто лечит животных, а гарантирует токсикологическую и биологическую безопасность всей пищевой цепочки.

## Инновации и технологии

На счету отечественных ученых – комплекс инновационных продуктов для нужд животноводства и ветеринарии. Наряду с модернизацией классических технологий производства вакцин, сывороток, химиотерапевтических, про- и пребиотических препаратов, активно развиваются наукоемкие направления. Ключевой акцент сделан на интеграцию передовых молекулярно-биологических достижений для создания средств нового поколения на основе рекомбинантных технологий. Так, сотрудниками Института экспериментальной ветеринарии, Витебской академии ветеринарной медицины разработан ряд вакцин. Их применение позволяет на 70–75% закрыть внутреннюю потребность Беларуси в профилактических ветеринарных препаратах, среди них «Большевак», «Ротакор», «Энтеровак», «Пневмовир», «Белвиropаст», «Тетравак», «Тривак». Выпуск организован на базе предприятия «БелВитунифарм» и Института экспериментальной ветеринарии им. С.Н. Вышелесского.

Параллельно с этим ведется модернизация производств с целью снижения стоимости вакцин и повышения их эффективности. Ставка сделана на рекомбинантные технологии. На основе генной инженерии уже созданы вирусные белки-монокомпоненты

для борьбы с рота- и коронавирусами, вирусом диареи КРС, цирковирусом свиней и другими опасными инфекциями.

Ярким примером успеха стали продукты ученых Белорусского государственного университета – уникальная линейка лечебно-профилактических средств на основе рекомбинантного интерферона. Это как чистые интерфероны («Биферон В», «Биферон С», «Лоферон», «Фаниферон»), так и комплексные составы с добавлением антибиотиков («Гентаферон», «Линкоферон», «Энроферон»). Главное их преимущество – двойное действие: они одновременно бьют и по вирусам, и по сопутствующим бактериальным инфекциям. Эти новинки уже изготавливаются на ветеринарных предприятиях страны.

Огромная работа проделана по запуску в производство новых лечебно-профилактических пробиотиков. Это результат кооперации ученых Института микробиологии НАН Беларуси, Института экспериментальной ветеринарии им. С.Н. Вышеслесского, Витебской ветакадемии и Гродненского государственного университета. Такие препараты, как «Бацинил», «Лактимет», «Металактим», «Полтрибак», «Полиэкт» и «Лиобакт», решают важнейшие задачи в животноводстве (способствуют нормализации микрофлоры ЖКТ у молодняка скота и птицы), существенно снижая заболеваемость опасными расстройствами пищеварения и заметно повышая продуктивность хозяйств.

Еще одно по-настоящему инновационное направление – разработка средств на основе наночастиц металлов. Препараты «Наноселен», «Хромацин», «Иммунонаноцинк» и «Антианемин-форте» предназначены специально для профилактики и лечения дефицита микроэлементов у животных. Использование нанотехнологий в разы повышает усвояемость полезных веществ, что гарантирует быстрый лечебный эффект при минимальных дозировках.



## Цифровые технологии в ветеринарии

В рамках Государственной программы «Цифровая Беларусь» активно создается республиканская IT-платформа для управления сельским хозяйством. Она свяжет воедино ветеринарный контроль и зоотехнию. В стране уделяется колоссальное значение развитию систем племенного дела, идентификации, регистрации и прослеживаемости животных, а также всей готовой продукции животного происхождения.

На текущий момент республика вышла на знаковый рубеж: практически 100% поголовья, особенно в секторе крупного рогатого скота, уже идентифицировано с применением передовых цифровых решений. Для выполнения этой масштабной задачи в структуре Минсельхозпрода эффективно работают две профильные организации: УП «ГИВЦ Минсельхозпрода» и ГУ «Центр информационных систем в животноводстве». Именно они выступают технологическим ядром процесса. Их специалисты обеспечивают бесперебойный учет, интеграцию баз данных и сквозной контроль качества «от фермы до прилавка», что гарантирует полную продовольственную и биологическую безопасность.

В Гродненском аграрном университете разрабатываются программные цифровые подходы для ранней диагностики болезней КРС. Статистика крупных данных позволит ветеринарным службам моментально прогнозировать и предупреждать вспышки инфекций, сохраняя стабильную эпизоотическую ситуацию в регионах.

## Диагностические исследования

Эффективное ведение промышленного животноводства и обеспечение биологического благополучия государства напрямую зависят от качества





проведения противоэпизоотических мероприятий, в структуре которых ведущее место принадлежит своевременной лабораторной диагностике. Результаты верификации патогенов служат объективным основанием для постановки точного диагноза, определения эпизоотической ситуации и последующей разработки научно обоснованных комплексных программ по локализации и ликвидации инфекционных болезней сельскохозяйственных животных.

Несмотря на стратегическую значимость данного направления, в Беларуси сохраняется высокая импортозависимость. В частности, для проведения диагностических исследований ветеринарными лабораториями используются преимущественно зарубежные тест-системы. В течение последних 10–15 лет отечественные профильные научные учреждения практически не занимались разработкой диагностикумов широкого спектра. Данная тенденция обусловлена комплексом макроэкономических факторов, среди которых высокая базовая стоимость химических реагентов и субстанций (в первую очередь иностранных), ограниченная емкость и специфичность внутреннего рынка сбыта, низкая рентабельность организации крупного промышленного производства наукоемкой диагностической продукции.

На отечественном внутреннем рынке только несколько предприятий занимаются разработкой и серийным выпуском ветеринарных тест-систем – «АртБиоТех», «СИВитал», «Консул», Институт экспериментальной ветеринарии. Вектор их деятельности смещен преимущественно в сторону создания средств для молекулярно-генетических исследований (в частности, на основе полимеразной цепной реакции). Наращивание потенциала указанных организаций является необходимым условием для постепенного импортозамещения и укрепления биобезопасности агропромышленного комплекса страны.

## Наука и производство

Текущий уровень взаимодействия между сотрудниками профильных научно-исследовательских структур и специалистами предприятий АПК эффективен. Положительная динамика обусловлена оперативной трансляцией новейших научных разработок в реальный сектор для терапии патологий, превентивной защиты поголовья и своевременной диагностики инфекционных болезней. Ведущая роль в данном процессе принадлежит научно-консультативному содействию, оказываемому сельскохозяйственным предприятиям академической и вузовской наукой, комплексному научно-технологическому сопровождению инноваций на этапах их внедрения и широкомасштабного промышленного освоения.

Тем не менее основным фактором, сдерживающим коммерциализацию и продвижение результатов научно-исследовательских работ в производство, выступает отсутствие материальной мотивации разработчиков на стадии поствнедренческого сопровождения продукции. В рамках сложившегося опыта предприятия-производители зачастую рассматривают финансирование этапа НИР как исчерпывающее вознаграждение авторов. При этом поощрение за масштабирование выпуска и авторский надзор, включая контроль соблюдения регламентов изготовления и маркетинг терапевтической эффективности, считается необязательным. Правоприменительная практика свидетельствует, что заключение лицензионных договоров в текущих реалиях этой проблемы не решает.

Несмотря на институциональные издержки, анализ номенклатуры выпускаемой в республике ветеринарной продукции (химиотерапевтические средства, антибактериальные препараты, кормовые добавки, антигельминтики, витаминные



комплексы и средства на основе биоэлементов) достаточно оптимистичен. Ассортимент препаратов, разработанных отечественными исследователями как в рамках государственных научно-технических программ, так и по хозяйственным договорам с предприятиями, позволяет достичь практически 100%-ной обеспеченности животноводческого сектора основными группами ветеринарных лекарств.

Что касается средств специфической профилактики инфекционных болезней, то доля отечественных биопрепаратов для крупного рогатого скота составляет порядка 70–75%, в то время как в свиноводстве и птицеводстве данный показатель не превышает 10%. Для группы плотоядных животных внутреннее производство представлено единственным наименованием – вакциной против бешенства.

Отечественные разработки обладают выраженными конкурентными преимуществами: более низкая базовая стоимость по сравнению с импортными аналогами, постоянное научно-консультативное сопровождение со стороны авторов-разработчиков, возможность оперативного моделирования и коррекции схем иммунизации на основе результатов регулярного эпизоотологического мониторинга.

Следовательно, превалирующее использование белорусских иммунобиологических средств в животноводческих хозяйствах обеспечивает высокий экономический эффект, что подтверждается долгосрочными данными. В начале 1990-х гг., в период реконструкции Витебской биофабрики (ныне – ОАО «БелВитунифарм») и критически малого числа альтернативных внутренних производителей, уровень заболеваемости телят достигал 210–240% (что эквивалентно 2–3 случаям заболеваний одной особи к 4–5-месячному возрасту), а показатели летальности – до 25%. К 2020 г. ситуация существенно изменилась вследствие выхода предприятия на проектную мощность и увеличения количества изготовителей препаратов. Интенсификация внутреннего производства и плановое внедрение национальных программ вакцинации позволили снизить общую заболеваемость молодняка КРС в 5–6 раз, а уровень непроизводительного выбытия (смертности и вынужденного убоя) – в 3–4 раза.

Сегодня на предприятиях АПК регистрируется повышенный спрос на инновационные антибактериальные и антигельминтные средства с минимальным или нулевым периодом ожидания (периодом выведения из организма), адресные (таргетные) вакцины, персонализированные витаминно-мине-

ральные комплексы и высокоэффективные противовирусные препараты. Это значит, что требуется качественное технологическое переоснащение диагностической базы. Первоочередными задачами в данном контексте может стать внедрение систем экспресс-диагностики инфекционных патологий, разработка тест-систем для оперативного выявления остаточных количеств ксенобиотиков и лекарственных веществ в продукции животноводства, использование экспресс-анализаторов для мониторинга метаболических процессов, а также развертывание мобильных (передвижных) диагностических лабораторий для оперативного реагирования в очагах инфекций.

Для минимизации экономических потерь, обусловленных заболеваемостью поголовья, базовым условием выступает строгое соблюдение зоотехнических и ветеринарных регламентов – оптимизация рационов кормления и условий содержания в строгом соответствии с физиологическими потребностями конкретных половозрастных групп животных.

Научными сотрудниками профильных научно-исследовательских организаций разработан обширный массив нормативно-технической документации, включающий технологические регламенты, ветеринарно-санитарные правила, отраслевые рекомендации и указания по кормлению, содержанию, ветеринарной обработке животных. Однако в условиях конкретных животноводческих комплексов требования данных директивных документов реализуются не в полной мере, а системные технологические нарушения становятся причиной сверхнормативной заболеваемости и гибели скота.

В рамках концепции современной ветеринарной медицины доказано, что своевременные превентивные мероприятия экономически и терапевтически более эффективны, чем последующие терапевтические схемы. Следовательно, в практической деятельности ветеринарных служб приоритет должен быть смещен в сторону упреждающей профилактики, в то время как необходимость массового лечения поголовья следует рассматривать как следствие дефектов превентивной стратегии.

Таким образом, обеспечение биологического и экономического благополучия животноводческой отрасли Беларуси носит междисциплинарный характер и напрямую зависит от реализации комплексного подхода. Ключевым фактором выступает синергетическое взаимодействие агрономической, инженерной, зоотехнической и ветеринарной служб сельскохозяйственных предприятий. ■



# «КМП ПЛЮС»:

## от инновационной идеи до серийного производства

Эффективность животноводства, а следовательно, и продовольственная безопасность страны зависят прежде всего от состояния кормовой базы, полноценного кормления скота, условий его содержания и качества зооветеринарного обслуживания. Известно, что среди болезней основных видов сельскохозяйственных животных незаразные патологии составляют 90% и более. При этом по частоте, массовости и величине экономического ущерба наряду с желудочно-кишечными, респираторными, акушерско-гинекологическими заболеваниями и кормовыми отравлениями на первое место выходят болезни обмена веществ, в частности биоэлементозы. Особенно это касается молодняка и высокопродуктивных животных, для которых характерны напряженный обмен веществ, повышенная чувствительность к стрессам, некачественным кормам и неполноценным рационам, а также более низкий иммунный статус.

**Михаил Кучинский,**  
главный научный сотрудник Института  
экспериментальной ветеринарии  
им. С.Н. Вышелеского, доктор  
ветеринарных наук, профессор



**В**ажная роль биогенных макро- и микроэлементов в многообразных функциях клеток и организма в целом у профильных специалистов не вызывает сомнений. Доказано, что они исключительно важны для поддержания здоровья животных, обеспечения пищеварительных процессов, высокой продуктивности, развития и функционирования репродуктивных органов, регуляции приема корма и воды, а также для формирования поствакцинального иммунитета.

Большинство химических элементов жизненно необходимы в связи с тем, что они входят в состав многих витаминов, гормонов и ферментов, активируют или ингибируют их действие, обеспечивая интенсивность процессов метаболизма и энергообмена.

Характерной особенностью минеральных веществ является то, что в отличие от многих витаминов и аминокислот они не синтезируются в живых организмах и должны регулярно поступать извне с кормами, лекарственными препаратами, водой или воздухом. Кроме того, большинство макро-



и микроэлементов, как правило, не способны накапливаться в организме животных впрок даже при их высоком содержании во внешней среде.

Поэтому только при соблюдении принципа нормированного кормления животных с учетом современных достижений науки, в том числе по макро- и микроэлементам, можно рассчитывать на снижение заболеваемости, высокую продуктивность, сохранность поголовья и эффективность отрасли в целом. Потребность скота в минеральных веществах зависит от множества факторов: вида животного, его возраста, продуктивности, физиологического состояния, а также от химической активности и доступности элементов из кормов и добавок, их взаимоотношения между собой и другими компонентами рациона в желудочно-кишечном тракте, функционирования последнего, интенсивности процессов тканевого и клеточного метаболизма, скорости выведения из организма, способности к накоплению и т.д.

Исследованиями последних лет установлено, что кроме железа, цинка, меди, марганца, кобальта и йода, немалую роль в обмене веществ, формировании здоровья, антиоксидантной защиты организма и высокой продуктивности животных играет селен. Поэтому во многих странах мира разработка средств и способов оптимизации селенового баланса в организме животных относится к приоритетным направлениям.

В связи с этим в последние десятилетия значительно возрос интерес к глубокому изучению обмена макро- и микроэлементов в норме и при патологических состояниях. Сегодня учение о микроэлементах как о состояниях, связанных с отклонениями

от нормы минерального обмена в организме животного и человека, тесно переплелось с трансформацией представлений о природе целого ряда заболеваний.

Вследствие биогеохимических особенностей почв Республики Беларусь, экологических проблем, в том числе связанных с аварией на Чернобыльской АЭС, а также из-за недостаточного применения минеральных удобрений и добавок естественные корма содержат минеральные вещества в очень малых количествах. Низкая обеспеченность скота биоэлементами связана и с широко распространенной инфекционной и паразитарной патологией, поскольку многие возбудители и гельминты также потребляют химические элементы для своей жизнедеятельности. Наряду с радионуклидами вытеснять из биологической цепи жизненно необходимые элементы способны и тяжелые металлы.

Указанные причины, сопряженные с интенсивным использованием пахотных земель, дефицитом макро- и микроудобрений, а также с высокой степенью индустриализации животноводства, значительно обострили проблему болезней минерального обмена, среди которых особенно широко распространены гипомикроэлементозы. Их особенность – отсутствие характерной симптоматики: патологии проявляются расстройством обмена веществ, снижением продуктивности, темпов роста, неспецифической резистентности и иммунной реактивности, повышенной предрасположенностью к инфекционным заболеваниям, низкой эффективностью применения вакцин, повышенным расходом кормов на единицу продукции и высокой общей заболеваемостью. Гипо-

микроэлементозы сопровождаются также нарушением воспроизводительной функции самцов и самок, бесплодием, малоплодием, рождением слабого, нежизнеспособного молодняка, который часто заболевает и гибнет в первые дни своей жизни.

При значительном и длительном дефиците биоэлементов у животных диагностируется специфическая клиническая патология. Ежегодно хозяйства республики из-за болезней минеральной недостаточности (особенно у молодняка и беременных самок) несут существенные как прямые, так и косвенные потери, последние из которых редко учитываются (рис. 1, 2).



Рис. 1. Труп теленка, погибшего от асфиксии из-за значительного увеличения щитовидной железы



Рис. 2. Увеличенная щитовидная железа новорожденного теленка

В связи с тем, что уровень содержания химических элементов в кормах напрямую определяет их кумуляцию в молоке, мясе и субпродуктах, адекватное обеспечение эссенциальными нутриентами имеет и важный социальный аспект. Известно, что потребление жителями республики селена и йода с отечественными продуктами питания значительно ниже рекомендуемых норм и является одним из наиболее низких в мире.

Многочисленные исследования показывают, что дача животным и птице биоэлементов в виде солей, премиксов и лекарственных препаратов не только профилактирует их недостаточность,

но и нормализует общий обмен веществ, активизирует тканевый энергообмен, повышает резистентность организма и качество животноводческой продукции. Накопленный отечественный и зарубежный опыт свидетельствует, что максимальный эффект достигается при комплексном подходе.

Принято считать, что оптимальный способ решения проблемы гипобиоэлементозов – назначение сбалансированных рационов согласно нормам кормления. Однако в практическом животноводстве по ряду причин это правило соблюдается редко. Немаловажно и то, что в составе комбикормов и кормовых добавок некоторые минеральные элементы слабо сохраняются, а также способны образовывать трудноусвояемые и неусваиваемые соединения друг с другом и другими компонентами рационов. Поэтому на практике до недавнего времени было широко распространено комбинированное или последовательное применение монопрепаратов, однако такие обработки не всегда эффективны, они усложняют проведение ветеринарными специалистами терапевтических мероприятий и вызывают дополнительное напряжение компенсаторно-приспособительных механизмов организма.

Многолетний опыт разработки и внедрения в отечественную ветеринарную практику фармацевтических препаратов на основе биоэлементов привел к пониманию того, что повышение эффективности лечебно-профилактических мероприятий при болезнях минерального обмена может быть достигнуто путем создания средств с широкими функциональными возможностями, позволяющих оптималь-

ным образом оказывать комплексное корректирующее воздействие на множественные и, как правило, взаимосвязанные негативные проявления метаболизма, возникающие на фоне нарушения микроэлементного гомеостаза.

Фармацевтическую отрасль, в отличие от других секторов экономики, отличает ряд особенностей, сопряженных с высокой наукоемкостью, значительными финансовыми затратами, высокой степенью риска, длительностью и спецификой прохождения всех этапов разработки препаратов, а также жесткими регуляторными требованиями референтных органов по регистрации. Тем не менее, несмотря на высокую степень неопределенности, наше государство активно инвестирует в разработку инновационных лекарственных средств для медицины и ветеринарии.

Институтом экспериментальной ветеринарии им. С.Н. Вышелесского разработан и зарегистрирован инновационный ветеринарный препарат «КМП плюс» – раствор для внутримышечного и подкожного введения (в 1,0 см<sup>3</sup> содержится 20,0 мг железа, 4,5 мг йода, 1,0 мг селена, 2,0 мг цинка, 0,08 мг марганца, 0,04 мг кобальта). На базе опытного производства института проведена промышленная отработка и масштабирование технологии изготовления препарата, серийный выпуск налажен на Минском заводе ветеринарных препаратов. «КМП плюс» оказался достаточно востребованным среди ветврачей, средство было рекомендовано к применению для свиней и КРС. Позже, для удовлетворения растущего спроса, выпуск препарата был организован и на ОАО «БелВитунифарм» под нашим научным

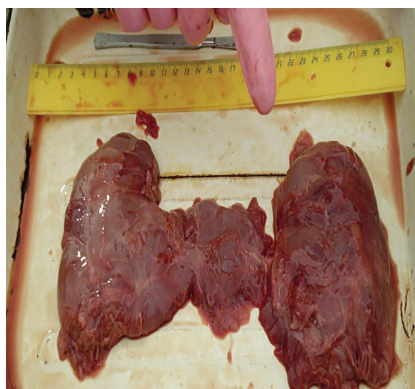


Рис. 3. Форма и размер щитовидной железы новорожденного теленка



Рис. 4. Масса щитовидной железы новорожденного теленка (317,2 г)



сопровождением. Последние годы «КМП плюс» производится также на опытно-технологическом участке института.

В 2025 г. нами были завершены исследования по заданию «Оценка безопасности и эффективности применения овцам ветеринарного препарата «КМП плюс» для нормализации минерального обмена», выполненному в рамках ГПНИ «Сельскохозяйственные технологии и продовольственная безопасность» (подпрограмма «Животноводство и племенное дело»). Полученные результаты позволили внести необходимые изменения в инструкцию по применению и рекомендовать препарат овцам, у которых патологии, ассоциированные с дефицитом микроэлементов, также регистрируются с высокой частотой.

Гипомикроэлементозы животных, обусловленные дефицитом в их организме йода, селена, железа, цинка, марганца и кобальта, имеют, как правило, полиэтиологическую природу и довольно сложный, зачастую не до конца расшифрованный патогенез.

В качестве примера более подробно рассмотрим эндемический зоб. Это широко распространенное заболевание животных, характеризующееся увеличением объема, изменением функции и структуры щитовидной железы (рис. 5). Основная причина патологии – дефицит йода во внешней среде. Болезни подвержены все виды молодняка сельскохозяйственных животных, но особенно часто она регистрируется у телят, ягнят и козлят, так как местные почвы, за исключением торфяно-болотистых, характеризуются низким содержанием йода, вследствие чего растительные корма очень бедны данным элементом.

В цепи «почва – вода – растения – животное» концентрация йода находится в прямой зависимости. Установлено, что болезнь возникает в регионах, где содержание йода в почве составляет менее 0,00001% (ниже 0,1 мг/кг), а в питьевой воде не превышает 10 мкг/л. Если уровень йода составляет менее 0,2 мг/кг сухой массы рациона, регистрируют

прямую (первичную) йодную недостаточность. Однако существует целый ряд причин, способствующих развитию вторичной, которая при нынешнем состоянии экологии и условиях хозяйствования чаще играет решающую роль. В каждом хозяйстве вторичная йодная недостаточность, как правило, имеет полиэтиологическую природу. Ее возникновению способствуют нарушения зоогигиенических норм содержания, скученность, неполноценное, однообразное кормление, дефицит йодсодержащих добавок, нерациональное внесение минеральных удобрений, избыточное известкование почв сенокосов и пастбищ, обильные осадки или засуха в период вегетации трав, нарушение соотношения макро- и микроэлементов и сдвиг pH в почвах, нарушение технологии заготовки и хранения кормов, высокое содержание в воде гумусовых веществ, нитратов, тиоцианатов, накопление в организме пестицидов, тяжелых металлов (свинца, ртути), антибиотиков, сульфаниламидов, тиюрацила, соединений тиомочевина, парааминосалициловой кислоты и другие факторы.

Установлено, что такие элементы, как кальций, магний, фтор, бром, железо, свинец, стронций, а также корма, содержащие гойтрогены (зобогенные вещества, ингибирующие связывание иона йода в щитовидной железе и угнетающие синтез тиреоидных гормонов) и цианогенные глюкозиды, оказывают негативное влияние на усвоение йода.

К растениям, содержащим йоддепрессивные соединения, относятся капуста, белый клевер, горох, соевые бобы, рапс, свекла, брюква и турнепс. Экспериментально доказано, что их скармли-

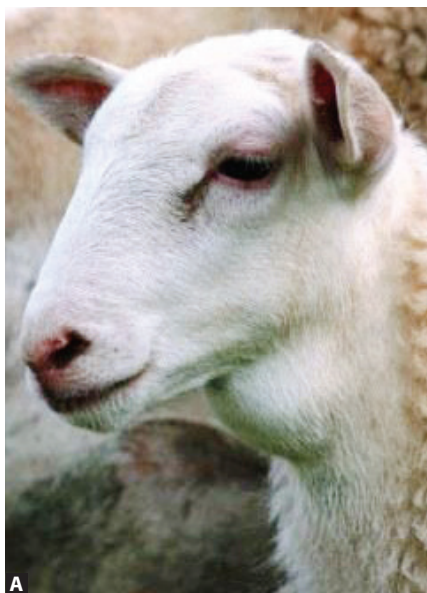


Рис. 5. Ягненок, больной эндемическим зобом (А), здоровый ягненок (Б)





Рис. 6. Ветеринарные лекарственные средства, разработанные с участием сотрудников Института экспериментальной ветеринарии им. С.Н. Вышеселского

вание животным в больших количествах ведет к увеличению щитовидной железы.

Помимо дефицита йода, в этиологии эндемического зоба существенную роль играет дефицит в организме кобальта, цинка, молибдена, марганца и селена. Роль последнего в развитии гипотиреоза доказана сравнительно недавно и обусловлена участием селена в метаболизме трийодтиронина (Т3) и тироксина (Т4), поскольку он является компонентом дейодиназ, участвующих в конверсии этих гормонов. В состав указанных выше ферментов селен входит в виде селеноцистеина. При этом влияние недостаточности Se на метаболизм тиреоидных гормонов зависит от того, имеет место дефицит лишь его одного или это также связано с йодной недостаточностью.

Следовательно, несбалансированность рациона по некоторым минеральным веществам отягощает течение болезни. Важное значение имеет также обеспе-

ченность организма каротином и витамином С.

Поскольку основная роль йода в организме животных обусловлена его присутствием в составе Т3 и Т4, то в основе патогенеза эндемического зоба лежит нарушение их биосинтеза и метаболизма. В образовании тиреоидных гормонов принимают активное участие многие ферменты, витамины, микроэлементы, аминокислоты и другие биологически активные вещества.

Йод находится во всех жидкостях, тканях и клетках организма, однако основное его количество содержится в щитовидной железе. Весь фонд йода в организме распределен следующим образом: щитовидная железа – 70–80%, мышцы – 10–12, кожа – 3–4, скелет – 3, другие органы и ткани – 5–10%. Концентрация этого элемента в щитовидной железе коров и свиней примерно одинакова и составляет около 40 мг%.

В тканях йод представлен в виде неорганического йодида и

органически связанных соединений (тиронинов и их метаболитов). В цельной крови животных содержится от 5 до 15 мкг% йода, в плазме – 5–7 мкг%.

Благодаря исследованиям ученых известно, что трийодтиронин и тироксин регулируют в организме основной обмен, расход углеводов, белков и жиров, процессы термогенеза, влияют на рост и развитие, естественную резистентность и иммунитет, репродуктивную способность. Их действие на обмен веществ связано с влиянием через дыхательные и другие ферменты на внутриклеточные процессы окисления, окислительного фосфорилирования и синтеза белка.

Первоначально при недостаточном поступлении йода компенсаторно-приспособительные реакции в виде повышенной секреции гипофизом тиреотропного гормона приводят лишь к гиперплазии щитовидной железы. За счет этого синтез тиреоидных гормонов практически не снижается, поэтому выраженного нарушения обмена веществ не отмечается. При более продолжительном дефиците йода развивается специфическая гиперплазия, размеры железы увеличиваются вследствие разрастания соединительной ткани и одновременной атрофии железистых элементов. Эпителий фолликулов из плоского превращается в кубический, а их объем может уменьшаться и приобретать разнообразную форму. Изменяется консистенция коллоида. При коллоидном зобе он густой, при базедофицированном разрастается межуточная соединительная ткань. Вследствие пролиферативных процессов структура и объем щитовидной железы сильно изменяются. Выработка Т3 и Т4 в этот период резко нарушается. По этой причине

отмечаются глубокие нарушения углеводного, жирового, белкового, минерального и других обменов веществ, что резко негативно сказывается на здоровье и продуктивности животных, активности целлюлозолитической микрофлоры преджелудков. Кроме указанных изменений, низкий уровень тиреоидных гормонов влечет проблемы с сердцем, ЦНС, печенью, эндокринными железами и т.д. Нарушение метаболизма гликопротеидов приводит к накоплению муцина в тканях и появлению микседемы.

Основные патологоанатомические изменения при йодной недостаточности локализуются в щитовидной железе. Кроме того, у животных могут обнаруживаться участки кожи с гипотрихозом (редкошерстность), алопециями (безшерстность) и глубокими складками. У поросят мышцы и другие ткани могут быть водянистыми.

Симптомы эндемического зоба делят на неспецифические (нетипичные) и патогномичные. Первые обусловлены значительным нарушением обменных процессов. При этом прежде всего отмечают снижение продуктивности, физической выносливости и устойчивости к заразным и незаразным болезням. Регистрируют также гипотрофию (недоразвитость), пороки экстерьера, нарушения развития скелета, изменения со стороны кожи и ее производных (шелушения, ослабление тургора, курчавость шерсти, алопеции), сбои воспроизводительной способности (яловость, бесплодие, прохолосты, аборт, мертворождаемость, задержание последа, дисфункция яичников, субинволюция матки). Характерно также рождение слабого, нежизнеспособного приплода.

У лактирующих животных резко падают удои, снижается жирность молока. При нормальном поступлении йода в организм его содержание в молоке составляет 60–80 мкг/л, тогда как при дефиците может снижаться до 10 мкг/л и менее.

В регионах с низким уровнем йода во внешней среде животные отличаются низкорослостью, вытянутым туловищем, укороченными рогами, удлинением лицевых костей, малым объемом вымени, гиперкератозом, складчатостью и потерей эластичности кожи, а также нарушением роста шерсти (образование «челки» и «гривы»).

Снижение функции щитовидной железы (гипотиреоз) влечет брадикардию, энофтальм (западение глаз) и явление микседемы в виде слизистого отека межчелюстного пространства, которая развивается из-за нарушения обмена гликопротеидов с последующим избыточным накоплением муцина в коже, подкожной клетчатке, интерстициальной ткани сердца, скелетных мышцах и нервной ткани.

Иногда эндемический зоб может диагностироваться и при нормальной или даже повышенной функции щитовидной железы (гипертиреоз).

Патогномичный клинический симптом дефицита йода – увеличенная щитовидная железа – отмечается лишь у молодняка. Зоб свидетельствует о значительной йодной недостаточности, тяжелом течении болезни. Щитовидная железа может быть увеличена в объеме в десятки и даже сотни раз, достигая массы до 150 г у ягнят и до 850–900 г у телят. Увеличенный орган сдавливает трахею и пищевод, затрудняя тем самым дыхание и прием корма, а в некоторых случаях вызывает

гибель животных от асфиксии (чаще во время родов и первых часов жизни телят (рис. 1–5).

При йодной недостаточности средней степени у телят часто отмечается микседема. У абортированных плодов и мертворожденных телят, кроме микседемы, обнаруживают гипотрихоз и обширные участки алопеции. На бесшерстных участках кожа блестящая, складчатая, с саловидным наслоением. Живая масса родившихся телят может составлять 10–12 кг.

У взрослого крупного рогатого скота щитовидная железа в норме недоступна для пальпации. При йоддефицитных состояниях можно пальпаторно определить расширение и подвижность перешейки, соединяющей боковые доли железы. Их размер может достигать величины куриного яйца и более, консистенция упругая, поверхность бугристая и дольчатая.

У овец, особенно молодняка, дефицит йода даже средней степени может сопровождаться увеличением щитовидной железы, что легко выявляется после стрижки. Отмечаются преждевременные окоты, рождение мертвых или нежизнеспособных ягнят. Выживший молодняк характеризуется выраженной слабостью, низкой живой массой (0,7–1,5 кг), анемичностью, предрасположенностью к заболеваниям минеральной недостаточности и другой этиологии. Годовалые ягнята плохо упитаны, у них расшатываются и выпадают зубы, появляются отеки языка, межчелюстного пространства, живота, походка становится шаткой, неуверенной, аппетит снижен, дыхание учащено, сердечный толчок ослаблен, пульс слабый и частый. Больной молодняк грызет стены, кормушки, поедает подстилку,



плет навозную жижу, облизывает друг у друга шерсть, что часто приводит к расстройству деятельности ЖКТ, формированию пилобезаров. У овцематок снижается качество шерсти («голодные» перехваты), часто обнаруживаются участки алопеций. Количество жиропола шерсти снижено, волосяной покров становится сухим и загрязненным.

У взрослых свиней при дефиците йода в организме явного увеличения щитовидной железы, как правило, не наблюдается, но снижается интенсивность обмена белков, жиров и углеводов. Тем не менее в литературе описаны случаи, когда масса этого эндокринного органа достигала 100 и более граммов. У супоросных маток патология проявляется нарушением половых циклов, рассасыванием эмбрионов, абортми, рождением мертвого и слабого потомства, а также удлинением супоросности. Причем последнее обстоятельство настолько характерно, что его можно использовать в диагностических целях. Дефицит йода может обнаруживаться у 80% свиноматок.

Гипертрофия щитовидной железы регистрируется и у новорожденных поросят, полученных от свиноматок, недостаточно обеспеченных йодом. Помимо зоба, у поросят-сосунов болезнь проявляется атрихией (отсутствием щетины), экзофтальмом (пучеглазием), тахикардией, вялостью, покраснением и отеком кожи, снижением аппетита, расстройством терморегуляции, повышенной возбудимостью, нарушением моторно-секреторной функции ЖКТ, замедлением роста трубчатых костей и угнетением гемопоэза. Йоддефицитные состояния имеются в среднем у 50% поросят, при этом около трети из них может погибнуть, а оставшиеся в живых высо-

кочувствительны к инфекциям. Течение йодной недостаточности у взрослых животных всегда хроническое, тогда как у новорожденных часто бывает острым и приводит к летальному исходу в течение нескольких часов или суток после рождения.

Эндемический зоб у молодняка с выраженной гиперплазией щитовидной железы легко диагностировать. На начальных стадиях болезни, особенно у взрослых животных, осматривают и пальпаторно исследуют железу, учитывают общие показатели развития и продуктивности, состояние дел в воспроизводстве, качество шерстного покрова и другие признаки. Важно определить уровень йода в крови, кормах (норма не менее 0,25 мг/кг сухого вещества рациона), молоке (у коров не менее 20 мкг/л), питьевой воде (свыше 10 мкг/л) и почве (свыше 0,1 мг/кг). При этом считается, что концентрация йода в молоке – наиболее надежный критерий обеспеченности организма этим элементом. Весьма ценную диагностическую информацию можно получить, определяя относительный вес щитовидной железы. Этот показатель выражается в количестве граммов эндокринного органа, приходящихся на 100 кг живой массы животного. Установлено, что относительный вес щитовидной железы здорового крупного рогатого скота и свиней составляет соответственно 5,2 и 8,3 г. Увеличение данного показателя свыше 7 г у КРС и свыше 10 г у свиней – надежный критерий наличия йоддефицитных состояний.

Согласно новой инструкции, ветеринарный лекарственный препарат «КМП плюс» рекомендован для профилактики у крупного рогатого скота, овец и свиней заболеваний, обусловлен-

ных дефицитом входящих в его состав биоэлементов; лечения телят и ягнят, больных энзоотическим зобом, железодефицитной анемией, беломышечной болезнью, токсической дистрофией печени; для улучшения воспроизводительной функции коров, овцематок и свиноматок, а также для профилактики у них родовой и послеродовой патологии; для повышения морфофункциональной активности эндокринных желез и жизнеспособности новорожденного молодняка.

Противопоказанием к применению «КМП плюс» является обработка животных в течение 10 предшествующих суток препаратами, содержащими отдельно или в комплексе такие микроэлементы, как селен, йод, цинк, марганец или кобальт.

Препарат вводят однократно в следующих дозах:

- **крупному рогатому скоту (нетелям и коровам):** 15,0–20,0 см<sup>3</sup> на животное подкожно или внутримышечно за 20–55 дней до отела;
- **телятам:** с лечебной целью 1,5 см<sup>3</sup> на 10 кг массы тела животного (но не более 10,0 см<sup>3</sup> на голову);
- **овцам (ярам и овцематкам):** 1 см<sup>3</sup> / кг массы тела внутримышечно (но не более 6,0 см<sup>3</sup> на животное);
- **ягнятам:** с профилактической целью 0,15 см<sup>3</sup>, с лечебной – 0,2 см<sup>3</sup> / кг массы животного, внутримышечно;
- **свиньям:** основным свиноматкам за 15–20 дней до опороса в дозе 2,0–3,0 см<sup>3</sup> / животное; ремонтным свинкам 1,0–1,5 см<sup>3</sup> за 10–14 дней до предполагаемого осеменения; поросятам-сосунам на 3–5 день жизни в дозе 0,4–0,5 см<sup>3</sup> / животное, внутримышечно.



При необходимости дополнительных обработок «КМП плюс» применяют в тех же дозах, но не ранее чем через 10 сут. после первого введения препарата.

Общеизвестно, что наиболее оптимальный способ решения проблемы гипобиозэлементозов – назначение животным сбалансированных рационов согласно нормам кормления, но на практике сделать это непросто. Более того, в составе комбикормов и кормовых добавок некоторые элементы плохо сохраняются, а также способны образовывать мало- или неусвояемые соединения друг с другом или другими компонентами рациона. Поэтому в последнее время на рынке появилось много ветеринарных фармакологических препаратов на основе минеральных веществ. Это направление активно развивается с участием белорусских ученых. По сути, это путь от ферроглюкина-75 (внедренного в практику ветеринарии в 60-е гг. прошлого столетия) до инновационных средств на основе наночастиц микроэлементов, созданных нами совместно с учеными-химиками.

С участием специалистов нашего института помимо «КМП плюс» разработаны и внедрены в ветеринарную практику комплексные препараты на основе биоэлементов и витаминов – ДИФ-3, дифсел, деструмин, тетраминерал, феррофарм 100, ферроглюкин-ТМ, антианемин, тривитим, антимиопатик, седиминум плюс, КМП, мультивит, витамин Е+Se, неовитселен, витаселцин ТМ, витасел плюс, унийод ТМ, кальция бороглюконат, кальцемаг ТМ, кальцемагфосвит, хромарцин, тривитим, микровит SA, катозол ТМ, и др. (рис. 6). Практически все они выпускаются в про-

мышленных объемах и широко применяются ветеринарными специалистами сельхозпредприятий республики, а также экспортируются.

Профилактика болезней минеральной недостаточности имеет исключительно важное значение и включает прежде всего оптимизацию условий содержания и полноценное кормление беременных самок и молодняка. Если в хозяйстве сбалансированности рационов по основным питательным и биологически активным веществам не уделяется должное внимание, то гипобиозэлементозы и другие болезни обмена веществ приобретают стационарный характер, поражая большое поголовье. Важно обеспечить животным регулярный активный мотон и проведение своевременной диспансеризации.

Лечение при гипомикроэлементозах должно осуществляться с учетом данных анализа кормов, крови и другого биоматериала, а также современных достижений ветеринарной фармакологии. Своевременные лечебно-профилактические мероприятия позво-

ляют существенно снизить экономический ущерб от болезней минеральной недостаточности животных, обеспечить сохранность поголовья и, как следствие, увеличить объемы производства качественной животноводческой продукции.

Литературные данные и наш многолетний опыт свидетельствуют, что проблемы дефицита многих биоэлементов можно также успешно решать с помощью комплексных препаратов на основе минеральных и других биологически активных веществ. Кроме того, такие лекарственные средства способны повышать устойчивость молодняка к неблагоприятным факторам внешней среды, стимулировать их рост и развитие, а также снижать непродолжительное выбытие.

Применение препаратов на основе биоэлементов коровам, овцематкам и свиноматкам повышает их молочную продуктивность, воспроизводительную способность, профилактирует маститы, помогает рождению более жизнеспособного потомства. ■

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Гирис Д.А. Результаты мониторинга биоэлементов в почве, кормах, организме животных и состоянии обмена веществ у крупного рогатого скота / Д.А. Гирис [и др.] // Экология и животный мир. 2009. №2. С. 28–36.
2. Кучинский М.П. Биохимические изменения в крови супоросных свиноматок под влиянием препарата «КМП ПЛЮС» / М.П. Кучинский [и др.] // Ученые записки УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». 2011. Т. 47, вып. 1. С. 203–204.
3. Кучинский М.П. Биоэлементы – фактор здоровья и продуктивности животных / М.П. Кучинский. – Мн., 2007.
4. Кучинский М.П. Препараты на основе биоэлементов для терапии и профилактики болезней минеральной недостаточности сельскохозяйственных животных : дис. ... д-ра ветеринар. наук: 06.02.01; 06.02.03 / М.П. Кучинский. – Мн., 2010.
5. Кучинский М.П. Профилактическая эффективность препарата «КМП плюс» для сухостойных коров / М.П. Кучинский [и др.] // Актуальные проблемы ветеринарной фармакологии, токсикологии и фармации: материалы III Съезда фармакологов и токсикологов России. СПб., 8–10 июня 2011 г. / Санкт-Петербургская государственная академия ветеринарной медицины. – СПб., 2011. С. 292–295.
6. Кучинский М.П. Современные сведения о физико-химических и биологических свойствах макро- и микроэлементов / М.П. Кучинский // Эпизоотология, иммунобиология, фармакология, санитария. 2009. №2. С. 107–116.

**Правильное выращивание телят имеет решающее значение для успешного ведения скотоводства. Только здоровый молодняк может полностью использовать генетический потенциал для получения максимальной продуктивности [1, 2].**

# Заменитель цельного молока для здоровья молодняка



**Василий Радчиков,**  
заведующий лабораторией кормления и физиологии питания крупного рогатого скота ННЦ по животноводству НАН Беларуси, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

**В** молочный период в основном животным скармливают жидкие корма, остальная часть рациона состоит из комбикормов-стартеров, сена или травяной резки. Телята раннего возраста должны быть обеспечены качественным питанием по типу моногастричного животного при одновременном целенаправленном стимулировании развития функции преджелудков за счет растительных кормов [3, 4], на которые переводят молодняк

в послемолочном периоде. При этом можно применять разные системы кормления: однотипное в течение всего года, когда задается сбалансированный монокорм из измельченных и смешанных в заданных пропорциях различных ингредиентов, или сезонное с соответствующим составом [5].

В лаборатории кормления и физиологии питания крупного рогатого скота ННЦ НАН Беларуси по животноводству изучено влияние заменителей цельного и обезжиренного молока (ЗЦМ) на физиологическое состояние, продуктивность телят и эффективность использования корма в послемолочный период. Установлено, что это позволяет сократить срок выпойки молока до 7–10 дней, а его количество – до 50–60 кг на голову [6, 7].

Исследования в условиях предприятия «ЖодиноАгроПлем-Элита» проводились на двух группах молодняка крупного рогатого скота с 8 до 180-дневного возраста, условно разделенных на 3 периода: до 60 дней, 61–90 и 91–180 дней.

Различия в кормлении в первом периоде заключались в том, что телята контрольной группы получали цельное молоко, а опытной – его заменитель два раза в день, начиная с 8-го дня от рождения: по 4 л (75% – коровье молоко и 25% – ЗЦМ), с 10-го дня – 5 л (50% и 50% соответственно), с 12-го дня – 5 л (25% и 75%), с 13-го по 57-й день – 6 л ЗЦМ, с 58-го по 60-й день проводилось постепенное сокращение продукта.

Во втором периоде контрольной группе скармливали комбикорм с включением 10% сухого обезжиренного молока по массе, а опытной – комбикорм с 10% его заменителя.

В третьем периоде для определения физиологического состояния и продуктивности в послемолочный период молодняка КРС, выращенного до 90-дневного возраста на цельном и сухом обезжиренном молоке, а также их заменителях, все животные получали одинаковый рацион.

Полученный цифровой материал обработан методом вариационной статистики с учетом

критерия достоверности по Стьюденту с использованием программного пакета Microsoft Excel [8]. Установлено, что в суточных рационах телят подопытных групп содержалось 2,63 и 2,60 корм. ед., концентрация в сухом веществе составила 1,64 и 1,63 корм. ед., 14,3 и 13,0 МДж обменной энергии на 1 кг, сахара в сухом веществе – 19,2 и 16,3%, кальциево-фосфорное отношение – на уровне 1,4 и 1,2:1.

В течение опытного периода показатели крови телят находились в пределах физиологических норм, что указывает на нормальное течение обменных процессов у представителей всех групп, то есть при скормливаниях заменителей молока отрицательного воздействия на здоровье не выявлено. При выпаивании ЗЦМ в крови телят 2-й группы установлено повышение концентрации гемоглобина на 1,9%, общего белка – на 3,9%, кальция – на 3,8%, фосфора – на 2,3%, мочевины снизилась на 8,5%. Однако полученные различия недостоверны.

По результатам взвешивания установлено, что среднесуточный прирост живой массы в контрольной группе составил 745 г, в опытной – 724 г, что на 2,8% ниже контроля ( $p>0,05$ ) (табл. 1).

Затраты кормов на получение 1 кг прироста составили 3,53 корм. ед. в контрольной группе и 3,59 – в опытной. Скармливание телятам в возрасте 10–60 дней ЗЦМ привело к снижению стоимости суточного рациона на 4,6%, 1 кормовой единицы – на 3,7%, кормов на 1 кг прироста – на 1,9%, в связи с чем себестоимость сократилась на 1,8% (рис. 1).

Для ремонтного молодняка в возрасте 61–90 дней в научно-хозяйственном опыте основным питанием при включении 10%

| Показатель                                 | Группа     |          |
|--------------------------------------------|------------|----------|
|                                            | 1          | 2        |
| Живая масса, кг:                           |            |          |
| в начале опыта                             | 41,6±1,8   | 42,5±1,3 |
| в конце опыта                              | 78,9,0±3,0 | 78,7±2,7 |
| Валовой прирост, кг                        | 37,3±1,4   | 36,2±2,5 |
| Среднесуточный прирост за опыт, г          | 745,0±28,3 | 724,0±50 |
| % к контролю                               | 100,0      | 97,2     |
| Затраты кормов на 1 кг прироста, корм. ед. | 3,53       | 3,59     |

Таблица 1. Изменение живой массы и среднесуточный прирост

| Показатель                                 | Группа     |            |
|--------------------------------------------|------------|------------|
|                                            | 1          | 2          |
| Живая масса, кг: в начале опыта            | 78,9±3,0   | 78,7±2,7   |
| в конце опыта                              | 103,6±3,22 | 104,3±2,95 |
| Валовой прирост, кг                        | 24,7±0,58  | 25,6±0,92  |
| Среднесуточный прирост за опыт, г          | 853,0±19,9 | 884,0±31,6 |
| % к контролю                               | 100,0      | 103,6      |
| Затраты кормов на 1 кг прироста, корм. ед. | 3,58       | 3,50       |
| % к контролю                               | 100,0      | 97,8       |

Таблица 2. Изменение живой массы и среднесуточный прирост

| Показатель                                 | Группа      |             |
|--------------------------------------------|-------------|-------------|
|                                            | 1           | 2           |
| Живая масса, кг: в начале опыта            | 103,6±3,22  | 104,3±2,95  |
| в конце опыта                              | 181,3±1,7   | 184,10±1,8  |
| Валовой прирост, кг                        | 77,7±3,76   | 79,8±3,2    |
| Среднесуточный прирост за опыт, г          | 873,0±42,22 | 897,0±35,89 |
| % к контролю                               | 100         | 102,7       |
| Затраты кормов на 1 кг прироста, корм. ед. | 5,37        | 5,30        |

Таблица 3. Динамика живой массы и среднесуточный прирост

молочных кормов являлись: комбикорм с добавлением сухого обезжиренного молока и его заменителя, сено злаковое, силосно-сенажная смесь.

Полученные данные свидетельствуют о том, что все показатели крови подопытных животных находились в пределах физиологических норм. При этом в опытной группе отмечено повышение концентрации эритроцитов на 2,4%, лейкоцитов – на 2,9%, гемоглобина – на 2,4%, кальция – на 2,6%, фосфора – на 6% и снижение количества мочевины на 4%.

Скармливание телятам второй опытной группы комбикорма с вводом 10% заменителя обезжиренного молока обеспечило среднесуточный прирост живой массы на уровне 884 г, или выше на 3,6% в сравнении с контролем (табл. 2). Затраты кормов при этом сократились на 2,2%.

Потребление племенным молодняком КРС в возрасте 61–90 дней заменителя обезжиренного молока привело к снижению стоимости суточного рациона на 4,8, себестоимости прироста – на 8,1%. Основными кормами для телят в третьем периоде являлись силосно-сенажная смесь и комбикорм.

Во время проведения опыта животным всех групп давали практически одинаковое количество кормов. Незначительные различия отмечены по поедаемости силосно-сенажной смеси.

О преобразовании питательных веществ можно судить по показателям пищеварения. Полученные данные свидетельствуют о том, что содержание летучих жирных кислот (ЛЖК) в рубце телят находилось в пределах 8,37 и 8,63 ммоль/100 мл в 1-й и 2-й группах соответственно. Увеличение концентрации ЛЖК привело к снижению величины pH рубца на 3%. Наивысшее по содер-



жанию ЛЖК – 8,63 ммоль/100 мл – соответствует наименьшему рН 6,7. Самое низкое количество аммиака в рубце зарегистрировано у представителей опытной группы – меньше на 13,1%, чем в контроле. Следует отметить, что уровень общего азота в рубцовой жидкости в опытной группе оказался выше на 5,4%.

Исследованиями установлено, что все показатели крови в сравниваемых группах находились в пределах нормы. В крови животных опытной группы по сравнению с контрольной отмечена тенденция к повышению концентрации эритроцитов на 4,8, гемоглобина – на 5,3, глюкозы – на 5,9% и снижению содержания мочевины на 3,5%.

Скармливание телятам в молочный период ЗЦМ и обезжиренного молока в комбикорме (10% по массе) способствовало получению 897 г среднесуточного прироста впоследствии, что на 2,7% выше, чем у потреблявших в первом периоде цельное молоко, и 10% по массе сухого обезжиренного молока в комбикорме – во втором (табл. 3).

В результате увеличения продуктивности животных опытной группы потребление кормов

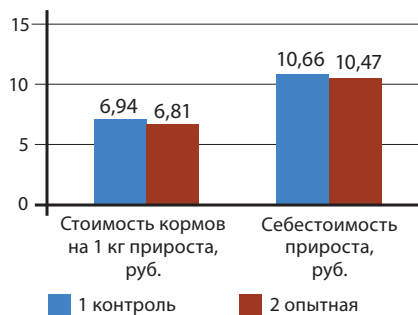


Рис. 1. Себестоимость прироста, руб.

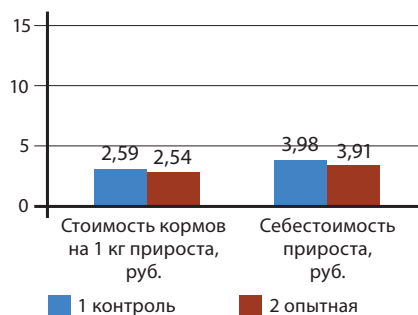


Рис. 2. Себестоимость прироста, руб.

снизилось на 1,3% и составило 5,3 корм. ед.

На основании данных о затраченных кормах, их стоимости и увеличения живой массы рассчитаны экономические показатели эффективности выращивания молодняка крупного рогатого скота в послемолочный период. В связи с увеличением прироста в опытной группе на 2,7% стоимость кормов на 1 кг прибавленного веса и себестоимость его получения в опытной группе по отношению к контрольной снизились на 2,0 и 1,8% соответственно (рис. 2).

Использование в кормлении телят в возрасте 10–60 дней ЗЦМ оказывает положительное влияние на поедаемость кормов, способствует усилению окислительно-восстановительных процессов в организме: позволяет получить за период эксперимента 724 г среднесуточного прироста (на 2,8% ниже контроля). Повышению данного показателя

на 3,6% способствует включение в рацион телят в возрасте 61–90 дней 10% заменителя обезжиренного молока в составе комбикорма (при снижении затрат кормов на 2,2% по сравнению с контрольными аналогами).

Применение заменителя обезжиренного молока для животных в возрасте 61–90 дней способствует повышению продуктивности молодняка крупного рогатого скота в послемолочный период в возрасте 91–180 дней на 2,7% при снижении затрат кормов на 1,3%, что обеспечивает сокращение себестоимости прироста на 1,8%. ■

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Сапсалева Т.Л. Эффективность использования новых БВМД в кормлении молодняка крупного рогатого скота / Т.Л. Сапсалева [и др.] // Вызовы и инновационные решения в аграрной науке. Материалы XXVIII Междунар. науч.-произв. конф. – Мн., 2024. С. 116–117.
2. Радчикова Г.Н. Физиологическое состояние и продуктивность молодняка крупного рогатого скота при скармливании разных доз зерна гороха / Г.Н. Радчикова [и др.] // Актуальные проблемы лечения и профилактики болезней молодняка. Материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Витебск, 2025. С. 362–367.
3. Богданович И.В. Продуктивность молодняка крупного рогатого скота при включении в рацион цельного зерна кукурузы // Аграрная наука в условиях модернизации и цифрового развития АПК России. Сб. статей по материалам Междунар. науч.-практ. конф. Под общ. ред. И.Н. Миколайчика. – Курган, 2022. С. 85–88.
4. Сапсалева Т.Л. Система выращивания телят с включением в рацион зерна кукурузы / Т.Л. Сапсалева, И.В. Богданович // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. 2022. №25-1. С. 198–206.
5. Сапсалева Т.Л. Эффективность использования корма при включении в рацион молодняка крупного рогатого скота жмыха из семян льна-долгунца / Т.Л. Сапсалева [и др.] // Зоотехническая наука Беларуси. 2025. Т. 60, №2. С. 98–106.
6. Повышение эффективности использования кормов при производстве говядины / И.В. Богданович [и др.] // Инжиниринг: теория и практика. Материалы IV междунар. науч.-практ. конф. – Пинск, 2024. С. 54–57.
7. Кот А.Н. Влияние скармливания заменителя цельного молока на физиологическое состояние и продуктивность телят / А.Н. Кот [и др.] // Зоотехническая наука Беларуси. 2023. Т. 58, №2. С. 11–18.
8. Рокицкий П.Ф. Биологическая статистика / П.Ф. Рокицкий. – Мн., 1973.



# Конструирование вакцины

## для профилактики коронавирусной инфекции и пастереллеза норок

**В**акцинопрофилактика играет решающую роль в предотвращении инфекционных заболеваний у ценных меховых животных. Это особенно актуально для звероферм, где высокая плотность содержания создает благоприятные условия для распространения патогенов. Инактивированная вакцина для профилактики коронавирусной инфекции и пастереллеза норок должна быть адаптирована к актуальным циркулирующим штаммам возбудителей в конкретном регионе. Согласно проведенным в Республике Беларусь исследованиям, у пушных зверей преобладают случаи пастереллеза, вызванные серовариантами А. В отношении вируса SARS-CoV-2 следует отметить, что восприимчивость к нему не ограничивается норками. Подвержены заражению хорьки, а также представители семейства кошачьих, такие как львы и тигры [1].

Согласно информации Всемирной организации по охране здоровья животных, существует доказательство того, что норки способны заразиться коронавирусом SARS-CoV-2 от человека. Отмечена и возможность передачи вируса от норок к людям. Первые могут выступать в роли резервуара для вируса, инфицируя друг друга и создавая потенциальный риск для человека, который, заразившись, распространяет его в своей популяции. Возможна и обратная передача (в Дании зафиксировано более 100 случаев), при этом не исключены генетические модификации. В десятках случаев (зарегистрированы в регионе Северная Ютландия) обнаружена уникальная вариация вируса с комбинацией мутаций, ранее не встречавшейся. Клинические проявления заболевания у инфицированных лиц были анало-

гичны симптомам COVID-19. По данным ВОЗ, данная вариация вируса характеризуется специфическим набором мутаций, отличающим ее от известных штаммов [2].

Случаи заражения вирусной инфекцией SARS-CoV-2 у норок зафиксированы также в Италии, Испании, Нидерландах, Швеции и США. По данным Всемирной организации по охране здоровья животных, опубликованным в информационном бюллетене в Женеве, Российская Федерация не входит в число стран, где наблюдались подобные случаи. Анализ доступной литературы показал, что с 23.04.2020 г., когда впервые была зарегистрирована вспышка SARS-CoV-2 на ферме в Нидерландах, о распространении вируса среди норок сообщалось из целого ряда стран, включая Данию, Канаду, Польшу, Францию, Грецию, Италию, Литву, Испанию, Швецию и США [3].

На базе Института экспериментальной ветеринарии им. С.Н. Вышелесского разработана технология изготовления вакцины инактивированной для профилактики коронавирусной инфекции,



**Юлия Каяк,**  
заведующий отраслевой  
референс-лабораторией Института  
экспериментальной ветеринарии  
им. С.Н. Вышелесского



вызванной вирусом SARS-CoV-2, и пастереллеза норок. Для этого выделены и подобраны штаммы *Pasteurella multocida* сероварианта А (КМИЭВ-67) и *Coronavirus of mink* SARS-CoV-2 (КМИЭВ-V145), отработаны различные оптимальные соотношения компонентов биопрепарата. Содержание микробных частиц определялось с помощью денситометра, проведена инаktivация полученной биомассы формалином в разных соотношениях. Контроль качества вакцины осуществлен по показателям внешнего вида, стерильности, безвредности, реактогенности, иммуногенности; концентрация водородных ионов оценена по общепринятым методам.

Биомассу *Pasteurella multocida* сероварианта А получили путем культивирования в реакторе в жидкой питательной среде с добавлением стерильной сыворотки. Культуру очищали на высокоскоростной проточной центрифуге. Для отработки метода инаktivации бактериосодержащей жидкости был использован формалин (от 0,1 до 0,5%, с содержанием не менее 36% формальдегида), который предварительно разводили дистиллированной водой в соотношении 1:1, добавляя при постоянном помешивании до достижения 0,5%-ного конечного показателя в среде. Инаktivацию культуры проводили не менее 120 ч при температуре от +37 до +42 °С, перемешивая несколько раз в сутки. Результативность проверяли путем посева культур на питательные среды с МПБ, МПА в объеме 0,2 см<sup>3</sup>, которые затем выдерживали в термостате при температуре от +37 до +38 °С в течение 10 суток.

Для отработки метода инаktivации вирусосодержащей культуральной жидкости применяли различные концентрации β-пропиолактона (BPL) – от 0,01% до 0,5%. Время инкубирования составило 16–20 ч при +4 °С, при этом в течение первых 2 ч не наблюдалось токсического эффекта, что подтверждено при проведении 3 последовательных пассажей на клетках Vero E6. Оценивали полноту инаktivации вируса путем 2 последовательных пассажей (с периодом инкубации 5 суток для каждого) с помощью вирусосодержащей инаktivированной культуральной жидкости и стандартной среды поддержки в соотношении 1:1.

Нами были выбраны в качестве адъюванта гидрат окиси алюминия, раствор алюмокалиевых квасцов и «Montanide ISA 15A VG», который использовали

для первого образца в соотношении 15% к 85% антигенной части. Соединяли компоненты в стерильных условиях при комнатной температуре, при этом адъювант добавляли в антигенную часть и перемешивали со скоростью 100 об/мин в течение нескольких минут. В результате получили эмульсию антигена типа «масло в воде», предназначенную для формирования у пушных животных иммунитета средней продолжительности. В другом образце биологического препарата в качестве адъюванта выступал гидрат окиси алюминия. В антигенную составляющую был добавлен стерильный раствор 6%-ного гидрата окиси алюминия в объеме 15%. В третьем образце вакцины был задействован 10%-ный стерильный раствор алюмокалиевых квасцов, который добавляли в количестве 5% от общего объема препарата. Таким образом отработаны различные пропорции компонентов «вирус:бактерия» – 1:1, 2:1, 1:2. При соотношении вирусного и бактериального антигена 2:1 обеспечивается выработка специфических антител в титрах на 0,2–0,4 log<sup>2</sup> выше в сравнении с образцом 1:1.

Безопасность биопрепарата оценивали путем однократного подкожного введения дозы 0,5 см<sup>3</sup> белым мышам массой 18–20 г и наблюдали за животными в течение 10 дней. Реактогенность вакцины проверяли на кроликах при однократном внутримышечном введении с внутренней стороны бедра. Животные также находились под наблюдением в течение 10 дней, включая ежедневный клинический осмотр с измерением температуры тела, затем проводилось вскрытие с целью оценки состояния места инъекции.

Вакцину изготовили из *Pasteurella multocida* тип А (штамм КМИЭВ-67) и штамма коронавируса *Coronavirus of mink* SARS-CoV-2 (КМИЭВ-V145). Для активации сухой культуры ее растворяли в небольшом объеме мясо-пептонного бульона (1–2 см<sup>3</sup>). Полученную суспензию переносили в пробирку с МПБ и инкубировали в течение 18 ч при *t* от +37 до +38 °С. Последующая обработка включала

двухкратный пересев через каждые 6 ч в среде МПБ. Затем культуру высевали на чашки Петри, содержащие 2%-ный агар МПА, с целью выделения колоний, имеющих исключительно S-форму. В дальнейшем свойства полученных штаммов исследовали с этими колониями.

Штамм коронавируса *Coronavirus of mink* SARS-CoV-2 (КМИЭВ-V145) культивировали на культуре





клеток Vero E6 в питательной среде ДМЕМ с добавлением антибиотика гентамицина в концентрации 50 мкг/мл. Клеточный детрит удалялся посредством капсульного мембранного фильтра из полиэфирсульфона. Процедуры концентрирования и очистки проводили с применением системы тангенциальной фильтрации Sartoflow Smart Cross Flow System (Sartorius, Германия) с помощью фильтрующей кассеты Sartocap Slice 200 ECO. Инфекционная активность вируса по цитопатическому действию (ЦПД) на протяжении 10 последовательных пассажей по титрам была наибольшей на 6-м и составляла 6,0–6,7 TCID<sub>50</sub> (50%-ная тканевая цитопатическая доза).

Отработаны различные соотношения компонентов бактериальной и вирусной составляющей 1:1, 1:2, 2:1. Самым оптимальным оказалось 1:2. Содержание микробных клеток (определялось на денситометре по МакФарленду) достигало 6,0 ед.

|                                                  | Группа 1 | Группа 2 | Контрольная группа                         |
|--------------------------------------------------|----------|----------|--------------------------------------------|
| Соотношение монокомпонентов                      | 2:1      | 1:1      | Физраствор (на основе гидроксида алюминия) |
| Титр антибактериальных антител, log <sup>2</sup> | 5,0±0    | 4,8±0,2  | 1,8±0,2                                    |
| Титр противовирусных антител, log <sup>2</sup>   | 4,0±0    | 3,6±0,2  | 0                                          |

Таблица. Оценка оптимального соотношения вирусного и бактериального антигенов в составе вакцины

Биомассу *Pasteurella multocida* сероварианта А получили путем культивирования в жидкой питательной среде с добавлением 5%-ной стерильной сыворотки в реакторе. Полученную 10-часовую культуру очищали на высокоскоростной проточной центрифуге. Для отработки метода инактивации бактериосодержащей культуральной жидкости брали различные концентрации формалина (с содержанием не менее 36% формальдегида – 0,05, 0,1, 0,2, 0,3, 0,4, 0,5%), который предварительно разводили дистиллированной водой в соотношении 1:1 и добавляли при постоянном помешивании. Инактивацию культур проводили в течение 4, 8, 12, 16, 20, 36, 48, 120 ч при *t* от +37 до +38 °С, перемешивая несколько раз в течение 5 мин. Ее полнота проверялась путем посева культур на питательные среды в объеме 0,05 и 0,2 см<sup>3</sup> в пробирки с МПА и МПБ, которые выдерживали в термостате при *t* от +37 до +38 °С 10 суток. Во всех посевах в процессе культивирования роста не наблюдали.

Для отработки метода инактивации вирусосодержащей культуральной жидкости нами были использованы различные концентрации β-пропиолактона: 0,5, 0,1, 0,05, 0,01%. Установлено, что для полной инактивации вируса наиболее оптимален 0,05%-ный β-пропиолактон (BPL), время инкубирования – 16–20 ч при +4 °С, при этом после в течение 2 ч не наблюдалось токсического эффекта, что подтверждено 3 последовательными пассажами на клетках VERO E6. Оценку полноты инактивации вируса проводили путем 2 последовательных пассажей на клетках VERO E6 с применением вирусосодержащей инактивированной культуральной жидкости и стандартной среды поддержки в соотношении 1:1 с периодом инкубации в течение 5 суток для каждого пассажа. Таким образом отработаны условия химической инактивации вируса с последующей оценкой ее полноты. Полученный препарат вирусосодержащей культуральной жидкости применяли для последующего концентрирования вирусных частиц. В образце биологического препарата в качестве адъюванта выступал стерильный 6%-ный раствор гидрата окиси алюминия в объеме 15%. Результаты опыта (таблица) показали, что оптимальным соотношением вирусного и бактериального антигенов в составе вакцины является 2:1, при этом обеспечивается выработка специфических антител в титрах на 0,2–0,4 log<sup>2</sup> выше в сравнении с образцом с пропорцией монокомпонентов 1:1.

Все три варианта исследуемой вакцины с различными адъювантами соответствуют необходимым требованиям. Таким образом, разработана технология изготовления инактивированной вакцины для профилактики коронавирусной инфекции, вызванной вирусом SARS-CoV-2, и пастереллеза норки – стерильный, безвредный, ареактогенный и иммуногенный биопрепарат. ■

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Baden L.R. Covid-19 – the search for effective therapy / L.R. Baden, E.J. Rubin // New England Journal of Medicine. 2020. Vol. 382, №19. P. 1851–1852.
2. Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь // <https://www.kommersant.ru/doc/4564552>.
3. Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь // <https://tass.ru/obschestvo/9938063>.
4. Азарян С.Л. Изучение реактогенности и иммуногенности противопастереллезных вакцин с различными адъювантами на лабораторных животных / С.Л. Азарян // Диагностика, профилактика и меры борьбы с инфекционными и инвазивными болезнями сельскохозяйственных животных и птиц на Северном Кавказе: сб. науч. тр. – Новочеркасск, 1990.
5. Басканьян И.А. Культивирование микроорганизмов с заданными свойствами / И.А. Басканьян. – М., 1992.
6. Воробьев А.А., Васильев Н.Н. Адъюванты / А.А. Воробьев, Н.Н. Васильев. – М., 1969.
7. ГОСТ 28085-89 «Препараты биологические. Методы бактериологического контроля стерильности».

# Борьба с **кровососущими** насекомыми в условиях животноводческих ферм



**Виктория Василькова,**  
заведующий отделом  
паразитологии Института  
экспериментальной ветеринарии  
им. С.Н. Вышелесского, кандидат  
ветеринарных наук, доцент



**Наталья Щемелева,**  
заместитель директора по научной  
и инновационной работе  
Института экспериментальной  
ветеринарии им. С.Н. Вышелесского,  
кандидат ветеринарных наук,  
доцент



**Татьяна Погуляева,**  
соискатель ученой степени  
кандидата ветеринарных наук

Кровососущие насекомые с давних пор являются серьезной проблемой для сельскохозяйственных предприятий. Они причиняют ощутимый вред животным, который выражается в падении их продуктивности и значительном увеличении вероятности возникновения паразитарных и инфекционных заболеваний. В результате хозяйству наносится как прямой, так и опосредованный экономический урон, который в большинстве случаев может достигать значительных величин [1].





**К**ровососущим насекомым, нападающим на животных, относятся представители отряда двукрылых (гну́с): мухи-жигалки, комары, слепни, оводы, мошки, мокрецы, которые в период активного лета (май – август) причиняют дискомфорт, вызывая мучительный зуд и воспалительные процессы кожного покрова. Из-за отсутствия возможности спокойно использовать травостой на пастбищах у молочного скота снижаются надои, повышается чувствительность к инфекционным и инвазионным заболеваниям [2].

В качестве основы для акарицидных препаратов обычно применяют синтетические, химически модифицированные аналоги пиретринов – пиретроиды. Такие соединения, особенно второго и третьего поколения, имеют высокую противоклещевую и инсектицидную активность. Их главный недостаток – высокая токсичность по отношению к нецелевым организмам: пестициды убивают не только клещей, но и множество полезных насекомых (пчел, муравьев, божьих коровок), токсичны для рыб, а в высоких дозах могут нанести вред здоровью животных и человека, обладают биокумуляцией. В связи с этим было принято решение об изыскании экологически приемлемых средств и способов борьбы с кровососущими насекомыми.

## Противомоскитные лампы-ловушки

Проведены испытания универсальной противомоскитной лампы-ловушки FROJER XC 60 FSL в натурных производственных условиях для установления

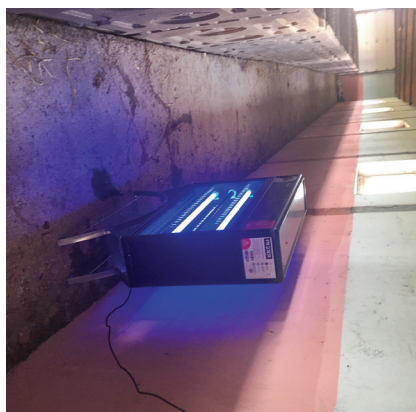


Рис. 1. Лампа установлена в боковом кормовом проходе профилактория

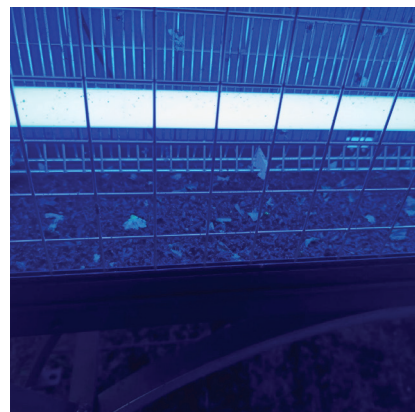


Рис. 2. Лампа-ловушка FROJER XC 60 FSL стационарной установки в производственных условиях со скоплением уничтоженных мух (14-е сутки)

| Период исследования | Контрольное помещение                     | Опытное помещение                         |      |
|---------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|------|
|                     | Среднее количество мух, ед/м <sup>2</sup> | Среднее количество мух, ед/м <sup>2</sup> | У, % |
| До применения ламп  | 12,3                                      | 12,0                                      | –    |
| на 1-е сут.         | 12,0                                      | 10,7                                      | –    |
| на 7-е сут.         | 10,6                                      | 6,3                                       | 39,1 |
| на 14-е сут.        | 15,0                                      | 4,0                                       | 72,7 |
| на 21-е сут.        | 13,0                                      | 4,3                                       | 66,2 |
| на 30-е сут.        | 7,0                                       | 2,3                                       | 66,3 |
| на 60-е сут.        | 6,6                                       | 2,0                                       | 68,9 |

Таблица 1. Экстенсэффективность ламп-ловушек FROJER XC 60 FSL стационарной установки в производственных условиях

Примечание: ед/м<sup>2</sup> – единиц (количество) насекомых на квадратный метр помещения с учетом излюбленных мест локализации

экстенсэффективности по отношению к мухам, переносчикам ряда инфекционных болезней сельскохозяйственных животных. Данная лампа предназначена для борьбы с мухами, мошками, комарами, молью и другими летающими насекомыми путем их привлечения светом и дальнейшего уничтожения электрическим разрядом.

Источник ультрафиолета – светодиодная лампа – окружена металлической сеткой, на которую подается высокое напряжение, и помещена на жесткий решет-

чатый корпус. Он защищает изделие от повреждений, а людей – от случайного контакта с внутренними высоковольтными элементами. Насекомые летят на свет и погибают при контакте с сеткой. Габариты образца – 104×23×66,5 см, площадь покрытия лампой-ловушкой – 260 м<sup>2</sup>.

Эффективность работы двух единиц ламп-ловушек стационарной установки FROJER XC 60 FSL проверяли в производственных условиях экспериментальной базы «Зазерье» НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства





Рис. 3. Скопления мертвых насекомых на полу возле ламп-ловушек



Рис. 4. Лампа-ловушка FROJER XC 60 FSL стационарной установки в производственных условиях со скоплением уничтоженных мух (21-е сутки)



Рис. 5. Очистка лампы, сбор мух вокруг лампы и их взвешивание

Пуховичского р-на в августе – октябре 2024 г. В профилактории для телят площадью 330 м<sup>2</sup> были размещены 2 лампы в боковых проходах, что отвечало условиям безопасности, технологии установки и площади покрытия (рис. 1). В контрольном помещении (типовой телятник с аналогичной площадью) средства против мух не использовались.

Непосредственно перед опытом и в течение его визуально проводили учет насекомых, определяя среднее (из трех подсчетов) их число на 1 м<sup>2</sup> поверхности в излюбленных местах скопления (стены, стенки домиков для телят, кормушки). Эффективность

проверяли через 1 сутки и далее – через 7, 14, 21, 30 и 60, отмечая наличие летающих мух в утренние часы до начала залета новых.

Результаты испытания эффективности ламп-ловушек представлены в табл. 1.

До применения ламп в опытном помещении было установлено среднее количество мух на 1 м<sup>2</sup> с учетом их локализации – 12 ед/м<sup>2</sup>. Насекомые концентрировались на кормушках, стенах помещения. Спустя сутки их число составило 10,7 ед/м<sup>2</sup>, заметное снижение их количества отмечается уже через 7 дней даже визуально, значительное – на 14-е сутки, регистрировалось значительное количество

мертвых мух непосредственно в поддоне ламп-ловушек и около приборов (рис. 2–4).

В контрольном помещении (для содержания молодняка) среднее количество мух на квадратный метр составляло: 1-е сутки наблюдений – 12 ед/м<sup>2</sup>, 7-е – 10,6 ед/м<sup>2</sup>, 14-е – 15 ед/м<sup>2</sup>, 21-е сутки – 13 ед/м<sup>2</sup>, большое скопление отмечалось возле емкостей с комбикормом и на стенах.

На 21, 30, 60-е сутки проведена очистка лампы, сбор мух вокруг лампы, их взвешивание. Установлено, что в среднем за сутки лампы-ловушки могут уничтожать от 50,5 г до 63,57 г насекомых (рис. 5).

| Группы исследуемых помещений | Исследуемые помещения                      | Количество животных, содержащихся в исследуемых помещениях, гол. | Доза препарата, мл/м <sup>2</sup> /концентрация, % | Кратность применения                              |
|------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| 1                            | 1 профилакторий, 1 отделение дойного стада | 28 телят, 113 коров                                              | 50/20                                              | 1 раз в сут.                                      |
| 2                            | 1 профилакторий, 1 отделение дойного стада | 35 телят, 106 коров                                              | 50/25                                              | 1 раз в сут., повторная обработка – через 7 сут.  |
| 3                            | 1 профилакторий, 1 отделение дойного стада | 25 телят, 112 коров                                              | 50/25                                              | 1 раз в сут., повторная обработка – через 14 сут. |
| 4 (контроль)                 | 1 профилакторий, 1 отделение дойного стада | 29 телят, 97 коров                                               | Препарат не применялся                             |                                                   |

Таблица 2. Схема отработки доз и кратности применения экспериментального образца репеллентного средства в производственных условиях

Микробиологическими исследованиями (бактериологический посев из суспензии из собранных мух на среду Мосселя и Эндо) был установлен рост колоний микроорганизмов семейства *Enterobacteriaceae* (эшерихии, энтерококки) и возбудителя псевдомоназа (синегнойная палочка).

Таким образом, доказана значимая экстенсэффективность работы ламп-ловушек FROJER XC 60 FSL стационарной установки в производственном помещении-профилактории для телят, отрицательного влияния на их организм, поведение и привесы не установлено.

## Инсектицидные средства

Сотрудниками института разработано инсектицидное средство, проведена его токсикологическая оценка в доклинических исследованиях на лабораторных животных, а также отработана схема его применения в условиях животноводческих хозяйств.

При испытании инсектицидных средств в натуральных условиях рассчитывают их результативность, основанную на сокращении численности объектов на опытном и контрольном участках ( $Y$ , экстенсэффективность, %), по формуле:

$$Y = 100 - \frac{A_t \times B_0}{A_0 \times B_t} \times 100,$$

где  $Y$  – экстенсэффективность, %;  
 $A_0$  – количество объектов на опытном участке до использования средства;

$B_0$  – количество объектов на контрольном участке до использования средства;

$A_t$  – количество объектов через  $t$  сут. (ч) на опытном участке после использования средства;

$B_t$  – количество объектов через  $t$  сут. (ч) в контроле после использования средства.

Значимым считается показатель экстенсэффективности не ниже 65–70% при визуальном снижении количества летающих насекомых.

Изучение влияния экспериментального образца ветеринарного

средства на организм кроликов провели в клиническом подостром опыте, сформировав 3 группы – 2 опытные и 1 контрольная по три головы в каждой. Животных 1-й группы опрыскивали средством 10 мл/гол. (предполагаемая терапевтическая доза), 2-й группы – 30 мл/гол. один раз в день в течение 3 дней подряд. В 3-й группе средство не распыляли (контроль). Исследование проб крови проводили до начала использования средства и через 3 и 7 дней после последней его дозы. Определяли содержание гемоглобина, в том числе цветной показатель, гематокрит, форменные элементы, лимфоциты, гранулоциты и моноциты на гематологическом анализаторе Medonic CA-620.

Гепатотоксическое воздействие образца средства оценивали по изменениям биохимических показателей основных патологических синдромов, наблюдающихся при поражениях печени: цитолиза – по активности в сыворотке аминотрансфераз (АЛТ, АСТ, ЛДГ); нарушения

| Дни исследований | Группы исследований                                             |                   |                   | Группы исследований                             |                   |                   |
|------------------|-----------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------------------------------------|-------------------|-------------------|
|                  | 1                                                               | 2                 | 3                 | 4                                               | 5                 | 6                 |
|                  | Эритроциты, $\times 10^{12}/л$ , (референтные значения 5,1–7,6) |                   |                   | Гемоглобин, г/л, (референтные значения 100–150) |                   |                   |
| До применения    | 5,46 $\pm$ 0,38                                                 | 5,7 $\pm$ 0,62    | 5,86 $\pm$ 0,64   | 102,66 $\pm$ 4,97                               | 103,66 $\pm$ 5,54 | 109,0 $\pm$ 7,57  |
| Через 7 дней     | 6,26 $\pm$ 1,00                                                 | 6,33 $\pm$ 0,72   | 7,06 $\pm$ 0,60   | 106,0 $\pm$ 4,72                                | 100,6 $\pm$ 3,17  | 102,0 $\pm$ 4,72  |
|                  | Гематокрит, л/л, (0,3–0,4)                                      |                   |                   | Цветной показатель, (0,86–1)                    |                   |                   |
| До применения    | 0,350 $\pm$ 0,002                                               | 0,345 $\pm$ 0,002 | 0,365 $\pm$ 0,02  | 0,87 $\pm$ 0,05                                 | 0,67 $\pm$ 0,12   | 0,87 $\pm$ 0,04   |
| Через 7 дней     | 0,363 $\pm$ 0,002                                               | 0,350 $\pm$ 0,02  | 0,370 $\pm$ 0,009 | 0,89 $\pm$ 0,01                                 | 0,90 $\pm$ 0,03   | 0,89 $\pm$ 0,05   |
|                  | Лейкоциты, $\times 10^9$ , (5,2–12,5)                           |                   |                   | Лимфоциты, %, (30,0–85,0)                       |                   |                   |
| До применения    | 11,23 $\pm$ 0,88                                                | 12,2 $\pm$ 0,65*  | 10,1 $\pm$ 0,40   | 65,9 $\pm$ 16,98                                | 63,4 $\pm$ 9,02   | 67,36 $\pm$ 12,26 |
| Через 7 дней     | 11,9 $\pm$ 0,30                                                 | 12,2 $\pm$ 0,15   | 12,25 $\pm$ 0,17  | 63,16 $\pm$ 9,30                                | 71,76 $\pm$ 3,61  | 81,0 $\pm$ 1,11   |
|                  | Гранулоциты, %, (17–52)                                         |                   |                   | Моноциты, %, (0–4)                              |                   |                   |
| До применения    | 28,6 $\pm$ 5,99*                                                | 48,2 $\pm$ 5,18   | 49,7 $\pm$ 1,12   | 3,33 $\pm$ 0,88                                 | 3,33 $\pm$ 0,88   | 3,66 $\pm$ 0,33   |
| Через 7 дней     | 49,03 $\pm$ 1,09                                                | 44,13 $\pm$ 2,77  | 45,83 $\pm$ 5,0   | 3,33 $\pm$ 0,33                                 | 3,66 $\pm$ 0,33   | 2,66 $\pm$ 0,33   |

Таблица 3. Гематологические показатели кроликов. Примечание – \*  $P < 0,05$

динамики желчи – по количеству в сыворотке крови щелочной фосфатазы, содержание билирубина (синтезирующая функция) – по уровню общего белка и альбуминов. Также исследовали признаки поражения почек по изменениям показателей мочевины и креатинина. Содержание общего белка, альбуминов, активность ферментов печени, динамику мочевины и креатина определяли с помощью наборов Cormeu на биохимическом анализаторе Dialab.

Опыты по отработке схемы применения в условиях животноводческих хозяйств экспериментального образца репеллентного средства проводили в профилактических для телят и в отделениях дойного стада Экспериментальной базы «Зазерье» НППЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства. С целью определения оптимальной схемы сформировали 4 группы помещений по принципу условных аналогов (табл. 2).

Эффективность экспериментального образца репеллентного средства оценили паразитологическими методами на основании учета количества мух с использованием показателя экстенсивности ( $Y$ , %), полученный цифровой материал подвергли статистической обработке с помощью программ статистического анализа Excel, Statistica 6.0 с определением  $t$ -критерия Стьюдента.

Из анализа полученных результатов исследований по динамике количества эритроцитов, уровня гемоглобина, цветного показателя, лимфоцитов и моноцитов (табл. 3) у кроликов всех опытных групп достоверных изменений по отношению к аналогичным данным животных в контрольной группе не прослеживается, что соответ-

| Показатели/ референтные значения   | Группы исследований |              |              |
|------------------------------------|---------------------|--------------|--------------|
|                                    | 1                   | 2            | 3            |
| Общий белок, г/л, (норма 60–82)    | 61,76±1,52          | 66,07±6,18   | 63,29±2,15   |
| Альбумин, г/л, (27–50)             | 38,66±4,64          | 31,1±2,57    | 29,33±0,77   |
| Амилаза, ед/л, (82–343)            | 154,66±15,96        | 167,0±15,71  | 148,66±2,02  |
| ЛДГ, ед/л, (27–101)                | 86,66±10,10         | 76,66±14,90  | 87,0±18,14   |
| Щелочная фосфатаза, ед/л, (70–145) | 134,0±7,63          | 129,66±13,53 | 112,33±10,17 |
| Креатинин, мкмоль/л, (44–159)      | 89,73±3,35          | 74,66±13,51  | 80,7±4,63    |
| Билирубин общий, мкмоль/л, (0–13)  | 9,94±1,94           | 9,0±1,88     | 9,46±0,74    |
| Холестерин, ммоль/л, (5,30–8,60)   | 5,68±1,63           | 5,99±0,06    | 7,24±0,58    |
| Глюкоза, ммоль/л, (4,16–8,06)      | 5,28±0,35           | 5,17±0,43    | 5,89±0,74    |
| Мочевина, ммоль/л, (5,30–8,60)     | 4,40±0,51           | 7,65±0,45    | 5,73±0,96    |
| Макро- и микроэлементы             |                     |              |              |
| Кальций, ммоль/л, (2,1–2,6)        | 2,33±0,17           | 2,12±0,01    | 2,62±0,13    |
| Хлор, ммоль/л, (101–113)           | 107,66±2,02         | 103,0±1,0    | 105,0±4,50   |
| Фосфор, ммоль/л, (2,6–3,9)         | 2,53±0,15           | 2,93±0,08    | 2,66±0,14    |
| Калий, ммоль/л, (5,9–7)            | 5,7±0,15            | 6,43±0,28    | 5,76±0,40    |
| Железо, мкг/дл, (17,9–25)          | 23,86±1,95          | 20,66±0,49   | 21,56±2,01   |

Таблица 4. Биохимические показатели сыворотки крови кроликов до применения репеллентного средства

| Показатели/ референтные значения   | Группы исследований |             |              |
|------------------------------------|---------------------|-------------|--------------|
|                                    | 1                   | 2           | 3            |
| Общий белок, г/л, (норма 60–82)    | 70,56±5,03          | 67,36±1,56  | 70,0±3,14    |
| Альбумин, г/л, (27–50)             | 43,7±4,29           | 36,53±5,20  | 34,56±4,32   |
| Амилаза, ед/л, (82–343)            | 156,33±5,20         | 158,33±3,52 | 158,0±6,35   |
| ЛДГ, ед/л, (27–101)                | 98,93±1,72          | 94,76±4,59  | 92,8±3,30    |
| Щелочная фосфатаза, ед/л, (70–145) | 133,0±4,16          | 142,33±3,71 | 131,33±14,76 |
| Креатинин, мкмоль/л, (44–159)      | 78,46±2,28          | 83,7±3,24   | 88,43±6,42   |
| Билирубин общий, мкмоль/л, (0–13)  | 9,13±1,63           | 8,63±0,93   | 7,9±0,72     |
| Холестерин, ммоль/л, (5,30–8,60)   | 6,6±0,56            | 5,93±0,49   | 6,36±0,87    |
| Глюкоза, ммоль/л, (4,16–8,06)      | 6,83±0,66           | 6,13±0,63   | 7,03±0,77    |
| Мочевина, ммоль/л, (5,30–8,60)     | 6,96±0,71           | 6,34±0,10   | 6,23±0,24    |
| Макро- и микроэлементы             |                     |             |              |
| Кальций, ммоль/л, (2,1–2,6)        | 2,3±0,11            | 2,43±0,06   | 2,16±0,12    |
| Хлор, ммоль/л, (101–113)           | 101,33±0,33         | 107,66±2,40 | 104,6±2,72   |
| Фосфор, ммоль/л, (2,6–3,9)         | 2,9±0,17            | 3,43±0,03   | 3,36±0,08    |
| Калий, ммоль/л, (5,9–7)            | 5,93±0,08           | 6,0±0,32    | 6,8±0,20     |
| Железо, мкг/дл, (17,9–25)          | 20,73±4,13          | 24,03±1,60  | 23,06±1,56   |

Таблица 5. Биохимические показатели сыворотки крови кроликов через 7 дней после последней дозы репеллентного средства



| Дни исследований | Среднее количество мух, ед/м <sup>2</sup> |            |            |              |
|------------------|-------------------------------------------|------------|------------|--------------|
|                  | 1                                         | 2          | 3          | 4 (контроль) |
| до               | 32,33±4,91                                | 34,33±3,28 | 30,66±4,91 | 37,0±4,72    |
| через 1 сут.     | 10,33±0,88                                | 8,66±1,20  | 12,33±2,02 | 34,0±4,72    |
| через 7 сут.     | 13,66±0,88                                | 13,0±1,73  | 14,66±2,60 | 37,66±4,37   |
| через 14 сут.    | 17,66±1,45                                | 3,0±0,57   | 18,0±2,08  | 44,0±5,85    |
| через 21 сут.    | 19,0±2,51                                 | 4,0±0,57   | 3,33±0,88  | 46,0±3,78    |
| через 30 сут.    | 21,33±1,45                                | 16,33±2,40 | 5,66±1,20  | 42,33±3,52   |
| через 60 сут.    | 25,0±2,30                                 | 22,66±1,20 | 17,0±2,08  | 47,66±8,25   |

Таблица 6. Среднее количество мух до и после обработок на 1 м<sup>2</sup> поверхности

Примечание: ед/м<sup>2</sup> – единиц (количество) насекомых на м<sup>2</sup> помещения с учетом излюбленных мест локализаций

| Дни исследований | Экстенсэффективность, % |       |       |
|------------------|-------------------------|-------|-------|
|                  | 1                       | 2     | 3     |
| через 1 сутки    | 65,22                   | 72,54 | 56,23 |
| через 7 суток    | 58,48                   | 62,79 | 53,02 |
| через 14 суток   | 54,06                   | 92,65 | 50,63 |
| через 21 сутки   | 52,72                   | 90,62 | 91,26 |
| через 30 суток   | 42,33                   | 58,42 | 83,86 |
| через 60 суток   | 39,96                   | 48,75 | 56,95 |

Таблица 7. Экстенсэффективность экспериментального образца репеллентного средства, %

ствуется физиологической нормой. До применения репеллентного средства содержание лейкоцитов у кроликов 2-й группы составило  $12,2 \pm 0,65 \times 10^9$ , что на 20,79% ( $P < 0,05$ ) выше, чем в контроле, а количество гранулоцитов у животных 1-й группы до его использования на 42,45% ( $P < 0,05$ ) ниже показателей 3-й группы (табл. 3). Несмотря на уровень значимости по  $t$ -критерию Стьюдента, все данные соответствуют физиологической норме, в результате чего можно заключить, что средство не оказывает отрицательного воздействия на организм.

Содержание общего белка, альбумина, билирубина, глюкозы, холестерина, мочевины, активности ферментов, микро- и макроэлементов в сыворотке крови

(табл. 4, 5) не претерпевало статистически достоверных изменений и на протяжении периода наблюдений фиксировалось в пределах физиологической нормы, то есть разработанный образец средства в дозах 10 и 30 мл/гол не оказывает отрицательного влияния на изученные гематологические и биохимические показатели крови кроликов.

В ходе эксперимента по определению оптимальной схемы применения экспериментального образца репеллентного средства

проводили визуальный учет численности мух на 1 м<sup>2</sup> поверхности. В табл. 6 отражены результаты по среднему количеству мух до и после обработок.

При определении экстенсэффективности экспериментального образца репеллентного средства (табл. 7) было установлено, что в 1-й группе она составила 65,22% через 1 сутки после обработки помещений, во 2 группе – 92,65% через 14 суток от начала эксперимента или через 7 суток после последней обработки помещений, в 3 группе – 91,26% через 21 сутки опыта (спустя 7 суток после последней обработки помещений).

Репеллентное средство не оказывало влияния на гематологические показатели кроликов, а биохимические маркеры у опытных коррелировали с таковыми у контрольных животных и соответствовали физиологической норме, а значит, токсического воздействия не зарегистрировано. Наилучший результат (92,65%) после распыления репеллента получен во 2-й группе, где помещения обрабатывали один раз в сутки, двукратно, с интервалом 7 суток и 91,26% – в 3-й группе, где средство использовали один раз в сутки, двукратно, с интервалом 14 суток.

Репеллентное инсектицидное средство и лампы-ловушки при дальнейших положительных результатах исследований могут быть рекомендованы для активного применения ввиду их высокой эффективности и сравнительно низкой стоимости. ■

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- Акбаев Р.М. Метод оценки эффективности инсектоакарицидов в форме дуста в отношении эктопаразитов / Р.М. Акбаев // Ветеринария. 2017. №12. С. 33–36.
- Енгашев С.В. Методы борьбы с кровососущими насекомыми в животноводческих помещениях и на пастбище / С.В. Енгашев [и др.] // Ветеринария. 2013. №4. С. 32–34.



Хочешь  
жизнь  
прожить  
не даром —  
значит, будь  
ветеринаром!



**Ольга Горлова,**  
ректор Витебской  
государственной  
академии ветеринарной  
медицины, кандидат  
ветеринарных наук,  
доцент

Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины — признанная республиканская кузница кадров. 95% всех практикующих ветврачей в нашей стране — наши выпускники. Развить логическое мышление, отработать теоретические знания на фермах и в клиниках, научиться самостоятельности и ответственности — это те задачи, которые ставит перед собой руководство академии при подготовке специалистов для реального сектора экономики. Вопросы престижа сельскохозяйственных профессий, закрепляемости кадров с каждым годом стоят все острее.





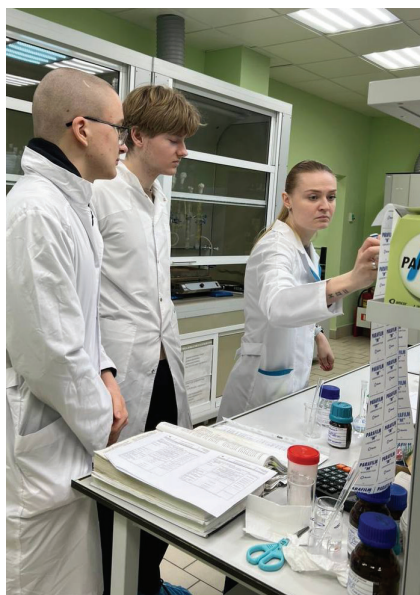
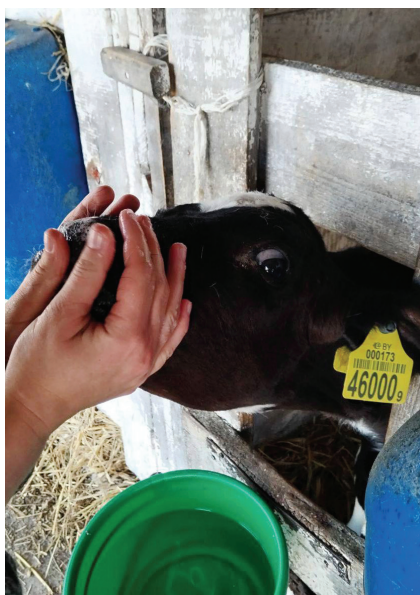
Ветеринарные мероприятия в агропромышленном комплексе в большинстве своем построены таким образом, что основные манипуляции, массовые обработки животных и даже отели проходят в зимне-стойловый период, когда все студенты находятся в аудиториях, а «набить руку» можно только ежедневно работая на производстве, осваивая современные методики. С целью качественной подготовки академия направляет студентов на практику во время учебного процесса путем перевода на так называемую управляемую самостоятельную работу в рамках соглашений о сотрудничестве с более чем 200 сельскохозяйственными предприятиями всех областей Беларуси. Дважды в год, в сентябре и марте, учащиеся на 4 недели отправляются в организации, которым нужны специалисты и которые могут обеспечить их работой, жильем, горячим питанием и компенсировать затраты на проезд. Одно из условий – на каждого ветврача

должно приходиться не более 2 практикантов. О востребованности данной практики свидетельствует тот факт, что на одного выпускника мы получаем до 15 заявок.

На обучение в течение учебного года направляются студенты третьего курса и старше, которые освоили общебиологические дисциплины и начали подготовку в рамках клинических и специальных дисциплин. Только в этом случае время, проведенное под патронажем опытных наставников, пройдет максимально результативно. Организации заинтересованы приглашать к себе слушателей академии еще и потому, что они оказывают существенную помощь. Фактически вместо одного ветврача хозяйство получает двоих или троих, а работа в команде экономит время, позволяя выполнять больше манипуляций, связанных с диспансеризацией поголовья. Немаловажно, что учащиеся пишут курсовые и дипломные работы, основываясь на результатах собственной практической деятельности, на реальных

историях болезней, приобретают необходимые навыки, стараются показать себя с лучшей стороны и получают первую заработную плату. Как правило, студенты очень стремятся зарекомендовать себя, ведь через две недели может приехать следующий однокурсник, потенциальный конкурент. Практиканты трудятся в полную силу, чтобы получить желаемое место, а распределившись, как правило, отлично представляют себе свои должностные обязанности, что резко повышает их конкурентоспособность.

Кроме того, помогая ветврачам, приобретая ценный опыт, студенты оценивают привлекательность будущих мест работы, получают возможность сравнить условия труда и проживания в различных уголках Беларуси. Со своей стороны предприятия также могут познакомиться с будущими сотрудниками, оценить их потенциал, навыки, аккуратность и желание совершенствоваться в выбранной профессии. Появились работодатели, которые изъявляют желание видеть в своем штате конкрет-





ных, хорошо зарекомендовавших себя студентов, равно как и последние часто хотят вернуться в понравившиеся хозяйства. Это очень важный результат нашей деятельности.

Наша первостепенная задача – обеспечить внутренний рынок ветеринарными специалистами. Подготовка каждого обходится государству в сумму около 60 тыс. руб., поэтому чрезвычайно важно не только обучить молодого человека, но и заинтересовать его профессией, закрепить на производстве, помочь с жильем. Когда юноши и девушки обосновываются по первому месту работы, создают семьи, растят детей, это по-настоящему способствует развитию общества и экономики страны.

Следует отметить перспективность такого направления, как сотрудничество вуза с учреждениями НАН Беларуси в части научных разработок и качественной подготовки кадров. Так, студенты факультета ветеринарной медицины получили возможность отработать практические навыки по дисциплинам «Микробиология» и «Вирусология» в Инсти-

туте микробиологии, Институте генетики и цитологии, познакомиться с уникальным оборудованием для получения биологических препаратов, которого в нашей академии нет, увидели, что образование открывает также широкие перспективы карьеры в науке.

Пилотный проект Витебской академии ветеринарной медицины вскоре покажет, в правильном ли направлении мы движемся. Впервые на такой серьезной системной основе организовано взаимодействие учреждения образования и предприятий реального сектора экономики. Однозначно это пришлось по душе студентам, что подтверждают их отзывы: «Врачи научили всему, что знали сами. Теперь не страшно идти на работу, появилась уверенность в своих силах. Больше всего понравилось лечить тяжелые случаи»; «За время работы в хозяйствах получил ценный опыт и знания, которые, несомненно, пригодятся в будущей профессии. Понравилась возможность поработать с разными видами животных, освоить работу на различном оборудо-

вании»; «Полученные навыки позволят избежать ошибок в дальнейшей работе»; «Ветеринарные врачи объясняют непонятные моменты. Ничто не изменит положительного мнения о данных стажировках»; «Практика помогает вникнуть в специфику будущей работы, осознать степень ответственности. Чем больше навыков приобретаешь, тем больше хочется узнавать что-то новое и интересное. Это своеобразный азарт».

Академия ветеринарной медицины дает энциклопедические знания по ветеринарии и биологии, ее выпускники получают поистине многопрофильное образование. Профессия ветеринара – одна из самых важных и востребованных в современном обществе. Заботясь о здоровье животных, специалист лечит болезни и помогает их предотвращать, воплощая в себе любовь к братьям нашим меньшим и глубокие знания в области биологии, фармакологии и медицины. Не зря бытует мнение: «Хочешь жизнь прожить не даром – знай, будь ветеринаром!». ■



## Рынок углеводородов и альтернативная энергетика



**Валерий Гончаров,**  
директор Центра системного  
анализа и стратегических  
исследований НАН Беларуси,  
кандидат экономических наук



**Наталья Янкевич,**  
заведующий отделом Центра  
системного анализа и стратегических  
исследований НАН Беларуси,  
кандидат технических наук

Перед многими странами сегодня стоит сложная задача: найти сбалансированное решение по декарбонизации, одновременно повысив конкурентоспособность экономики и стратегическую автономию промышленности. На фоне проблем последнего времени – от резких скачков цен на энергоносители до усиления геополитических рисков – требуется переосмысление энергетической политики в контексте продвижения «зеленого» курса, возможности которого, невзирая на применение новейших технологий, все чаще осознаются как ограниченные.

Согласно данным Международного энергетического агентства (МЭА), к 2030 г. глобальное потребление электричества может возрасти на 18%, а к 2050 г. – на 39% (прирост – более 1% в год) [1]. Важность этого фактора, определяющего рост экономики и технологического прогресса, все более очевидна: например, добыча и переработка редкоземельных металлов, используемых в автомобильной индустрии, требует значительных энергозатрат.

В мировом балансе потребления энергии среди ее источников лидируют нефть (31,2%), уголь (27,2%) и природный газ (24,7%). На возобновляемые источники энергии (ВИЭ) (ветровая, солнечная и гидроэнергетика) приходится около 12,6%, на атомную энергетику – 4,3% [2]. Именно распределение ресурсов выступает причиной экологических проблем и глобального неравенства.

### НЕФТЬ

Около 90 млн баррелей нефти ежедневно расходуют во всем мире транспорт (70,0%, в том числе автомобильный – 55,3%, авиация – 10%), промышленность (25%) и другие отрасли (5%). Наиболее важны производимые из нее топливо (бензин, дизельное, авиационное (керосин), судовое, мазут) и смазочные материалы.

Несмотря на ежегодный рост объемов производства и потребления, постепенно он замедляется. Если за 1950–1980 гг. использование сырой нефти в мире увеличилось в 6 раз (прирост более 6% в год), то за последние 3 года – всего на 3,1%: в 2019 г. – 100,7 млн баррелей в сутки, в 2024–2026 гг. – 103,8 млн баррелей в сутки (рис. 1).

Важно отметить, что кроме подтвержденных запасов существует значительное количество таких, извлечение которых невозможно или затруднено при нынешнем уровне развития технологий либо финансово неоправданно, а также есть неразведанные месторождения (неподтвержденные ресурсы).

Различные виды нефти отличаются по своим характеристикам, влияющим на их цену и востребованность, и классифицируются по плотности (легкая – ценится выше, так как ее проще перерабатывать, и тяжелая) и содержанию серы (sweet – низкое, sour – высокое).

Сорта нефти, на которые ориентируются при ценообразовании на мировом рынке:

- Brent – эталон для европейского и азиатского рынков;
- WTI (West Texas Intermediate) – американского;
- Dubai Crude – ближневосточного, азиатско-тихоокеанского.

В России добывают 7 сортов нефти, каждый из которых имеет свою специфику применения: Urals (70%), ESPO (около 25%, считается высококачественной), Sokol, Vityaz, Sahalin Blend (малосернистые и легкие сорта), Siberian Light (близка к WTI и Brent) и ARCO (нефть с шельфа Арктики).

Почти треть (29%) мировых доказанных запасов приходится на легкую нефть, основная их масса (57%) – среднетяжелые сорта и только 14% – тяжелые, близкие по свойствам к асфальту и содержащие серу. К последним относятся Urals, поставляемый в Европу, – основа для работы европейского нефтеперерабатывающего и химического производства (технологические процессы ориентированы на данную марку), а также близкая к нему по составу

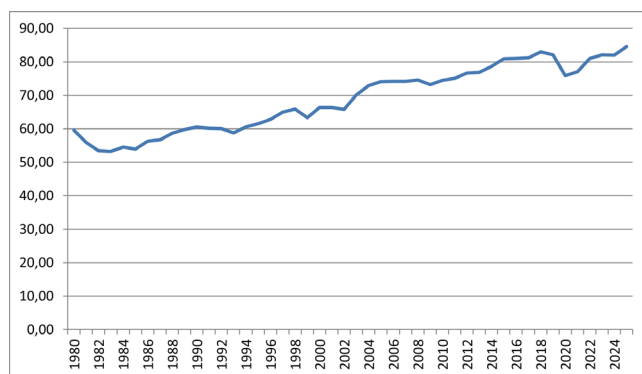


Рис. 1. Рост добычи нефти в мире, млн баррелей/сутки

| Наименование страны | Объем доказанных запасов, млрд бар [5,6] | Объем добычи в год, млрд бар/год [6] | Количество лет, на которые хватит доказанных запасов при установленном уровне добычи |
|---------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Венесуэла           | 303,01                                   | 0,438                                | 691,80                                                                               |
| Саудовская Аравия   | 267,23                                   | 3,460                                | 77,23                                                                                |
| Иран                | 208,60                                   | 1,191                                | 175,15                                                                               |
| Канада              | 163,12                                   | 1,241                                | 131,44                                                                               |
| Ирак                | 145,02                                   | 1,378                                | 105,24                                                                               |
| ОАЭ                 | 113,0                                    | 1,138                                | 99,30                                                                                |
| Кувейт              | 101,51                                   | 0,913                                | 111,18                                                                               |
| США                 | 83,73                                    | 4,959                                | 16,88                                                                                |
| Россия              | 80,0                                     | 3,332                                | 24,01                                                                                |
| Ливия               | 48,36                                    | 0,501                                | 96,53                                                                                |
| <b>Всего в мире</b> | <b>1572,459</b>                          | <b>27,321</b>                        | <b>57,55</b>                                                                         |

Таблица 1. Страны с крупнейшими доказанными запасами нефти (2025 г.)

нефть Венесуэлы BCF 17 (являясь конкурентами на рынке, обе марки испытывают ценовое давление из-за своих характеристик).

В России в 2022 г. более 95% нефти добывалось на месторождениях, эксплуатируемых свыше 5 лет. Многие из них прошли пик добычи, на большинстве наблюдалось естественное снижение коэффициента извлечения нефти (КИН). За последние 30 лет доля разрабатываемых трудноизвлекаемых запасов в структуре нефтяных ресурсов страны возросла с 10 до 45% [3].

По оценкам экспертов, хотя ежегодно обнаруживаются новые залежи нефти, их освоение значительно отстает от темпов истощения уже «работающих». Средний коэффициент замещения – всего 1 новый баррель на 2 использованных. Однако технологический прогресс позволяет расширять доступ к ресурсам даже в арктических регионах и глубоководных зонах. При этом стоимость освоения такой нефти будет значительно выше существующей. Согласно расчетам, если продолжатся нынешние тенденции, традиционные мировые запасы этого углеводорода обеспечат потребности человечества примерно до конца текущего столетия (табл. 1).



В 2024 г., по данным Energy Institute, мировой объем нефтедобычи достиг рекордных 96,9 млн баррелей в сутки; почти половина суммарно пришлась на 4 государства: США, Саудовскую Аравию, Россию и Канаду [4]. Лидером в отрасли остаются США (около 20% мировой добычи), чему способствовало активное развитие технологий по извлечению сланцевой нефти и применение горизонтального бурения. В последние годы наблюдается значительный рост интереса к сланцевой нефти, общий объем которой – примерно 345 млрд баррелей (табл. 2). Однако ее промышленная разработка становится выгодной лишь при определенных условиях: толщине слоя не менее 30 м и содержании нефти более 90 л на 1 т породы. Несмотря на первенство США по количеству потенциально пригодных месторождений, крупнейший резервуар сланцевой нефти находится в России.

| Тип ресурса        | Запасы, баррелей |
|--------------------|------------------|
| Традиционная нефть | 1,7 трлн         |
| Сланцевая нефть    | 345 млрд         |
| Битумные пески     | 170 млрд         |

Таблица 2. Доказанные объемы некоторых мировых ресурсов

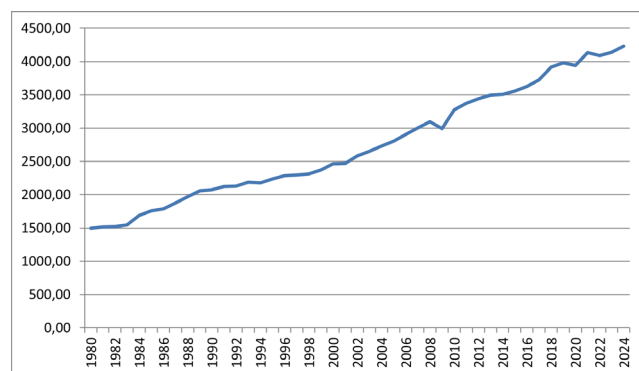


Рис. 2. Потребление природного газа в мире, млрд м³/год

При этом разработка сланцевых пластов сопровождается серьезными экологическими рисками, заставляющими задуматься о долгосрочной устойчивости такого подхода. Только ограниченность ресурсов и развитие технологий делают его привлекательной альтернативой. Современные оценки мировых запасов говорят о том, что при текущих темпах потребления традиционная нефть будет доступна человечеству примерно в течение ближайших 35–53 лет; более точный прогноз зависит от ряда факторов:

- открытия новых крупных месторождений, в том числе в труднодоступных регионах Арктики, Гренландии и Антарктиды;
- разработки инноваций в области добычи трудноизвлекаемых запасов углеводородов, расширяющих ресурсную базу;
- изменений в динамике глобального спроса на нефть, способных замедлить темпы истощения ресурсов.

Ряд экспертов полагает, что при реализации первых двух пунктов возможно продлить сроки доступности традиционной нефти вплоть до 80 лет. При этом ее доля в общемировом энергобалансе сокращается (за последние 50 лет – с 43 до 33%); основная причина – рост потребления природного газа. Большинство аналитиков сходятся во мнении, что эта тенденция сохранится и в дальнейшем.

## ПРИРОДНЫЙ ГАЗ

Для его освоения нужны особые технологии добычи и переработки, что сопряжено с определенными проблемами для экологии. Но снижение затрат на разработку месторождений и повышение эффективности эксплуатации делают этот ресурс не только востребованным (рис. 2), но и инвестиционно привлекательным. Мировые запасы природного газа – около 206,4 трлн м³, но они могут «закрыть»

| Наименование страны | Объем доказанных запасов, млрд м³ [7] | Объем добычи в год, млрд м³/год [8] | Количество лет, на которые хватит доказанных запасов при установленном уровне добычи |
|---------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Россия              | 47 800                                | 630,0                               | 75,87                                                                                |
| Иран                | 34 000                                | 262,0                               | 129,77                                                                               |
| Катар               | 23 800                                | 175,0                               | 136,0                                                                                |
| США                 | 13 400                                | 1033,0                              | 12,97                                                                                |
| Туркменистан        | 11 300                                | 76,5                                | 147,7                                                                                |
| Саудовская Аравия   | 9400                                  | 125,0                               | 75,2                                                                                 |
| ОАЭ                 | 6700                                  | 60,0                                | 111,67                                                                               |
| Нигерия             | 5900                                  | 43,0                                | 137,21                                                                               |
| Венесуэла           | 5700                                  | 22,0                                | 259,09                                                                               |
| Алжир               | 4500                                  | 106,0                               | 42,45                                                                                |
| <b>Всего в мире</b> | <b>202 969</b>                        | <b>4 230,0</b>                      | <b>47,98</b>                                                                         |

Таблица 3. Страны с крупнейшими доказанными запасами природного газа (2025 г.)

потребности человечества в топливе примерно на 50–60 лет (табл. 3).

Активное развитие новых способов извлечения газа, в том числе из сланцевых залежей, значительно увеличивает этот потенциал – от 130 до 250 лет. Однако методы добычи оказывают негативное воздействие на окружающую среду. Наиболее распространенная современная технология – гидроразрыв пласта – предполагает бурение глубоких вертикальных и горизонтальных скважин, куда под высоким давлением закачивают смесь воды, песка и специальных добавок, способствующих образованию мелких трещин в породе, что увеличивает площадь проникновения газа. Когда давление снижается, жидкость постепенно выходит обратно, оставляя трещины открытыми (песчаная смесь препятствует закрытию каналов). Обеспечивается эффективная эксплуатация месторождения, но при бурении газовых скважин возникают следующие трудности:

- недостаточная доступность водных ресурсов в районах разработки месторождений, высокий риск загрязнения водоемов и подземных вод;
- возможность безвозвратной утраты значительных участков земель сельскохозяйственного назначения;
- деформации земной поверхности, снижение устойчивости к землетрясениям;
- экологические последствия совместного действия ряда факторов: применение новых технологий разведки и добычи, деятельность добывающих и химических предприятий и глобальные изменения климата (увеличение интенсивности и частоты осадков, наводнений и т.д.);
- риск выхода газа (от 4 до 8% общего объема) в атмосферу в процессе строительства и эксплуатации скважин.

Кроме того, мировые эксперты указывают на угрозу попадания токсичных соединений в геосферу и интенсивное их распространение внутри горных пород.

## УГОЛЬ

Сегодня доля ископаемого угля в мировом энергобалансе составляет около 40%, а всемирная мощность работающих на нем электростанций превышает 2 ТВт. Более 3/4 его мировых доказанных запасов сосредоточены в США (248,9 млрд т), России (162,2 млрд т), Австралии (150,2 млрд т), Китае (143,2 млрд т) и Индии (порядка 111 млрд т). Ежегодное мировое производство угля – примерно 8,975 млрд т. Лидируют в нем Китай (4,83 млрд т,

| Наименование страны | Объем доказанных запасов, млн т | Объем добычи в год, млн т | Количество лет, на которые хватит доказанных запасов при установленном уровне добычи |
|---------------------|---------------------------------|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| США                 | 248 900                         | 479,0                     | 519,62                                                                               |
| Россия              | 162 200                         | 440,0                     | 368,64                                                                               |
| Австралия           | 150 200                         | 465,0                     | 323,01                                                                               |
| Китай               | 143 200                         | 4 830,0                   | 29,65                                                                                |
| Индия               | 111 100                         | 1 042,0                   | 106,62                                                                               |
| Германия            | 35 900                          | 790,0                     | 45,44                                                                                |
| Индонезия           | 34 900                          | 91,5                      | 381,42                                                                               |
| Украина             | 34 400                          | 19,7                      | 1746,19                                                                              |
| Польша              | 28 500                          | 80,8                      | 352,72                                                                               |
| Казахстан           | 28 500                          | 115,0                     | 247,82                                                                               |
| <b>Всего в мире</b> | <b>1 074 000</b>                | <b>8 975,0</b>            | <b>119,67</b>                                                                        |

Таблица 4. Страны с крупнейшими доказанными запасами антрацита, каменного и бурого угля и объем добычи (2025 г.)

более 40% мирового объема), Индия (1042 млн т), Индонезия (800 млн т), США (479 млн т), Австралия (465 млн т) и Россия (429 млн т) (табл. 4); список стран по доказанным запасам угля основан на данных «Статистического обзора мировой энергетики» (Statistical Review of World Energy), который ранее публиковался компанией British Petroleum, а с 2023 г. выпускается Energy Institute. Последние доступные полные данные по доказанным запасам угля по странам относятся к концу 2020 г., так как в последующих отчетах за 2024–2025 гг. эти таблицы не обновлялись.

Только 20% добытого угля поступает на международный рынок: основная масса направляется на внутренние нужды стран-производителей. Значительная его часть перерабатывается в кокс, используемый в металлургии (около 80% – в доменном производстве; почти 75% всей выплавляемой в мире стали выпускается с его помощью). Наиболее востребованы твердые марки: горят жарче и дольше, меньше воздействуют на металл и оставляют отходов. Важный компонент выплавки стали – пылеугольное топливо (ПУТ), применяемое для поддержания стабильности доменных процессов и снижения расхода кокса.

На долю крупнейших потребителей (Китая, Индии и США) приходится более 70% угля, России в общемировом объеме – 2,1% [8]. Сжигается же

основная часть в Азиатско-Тихоокеанском регионе. Для ТЭЦ, транспортного и жилищного хозяйства используются и длиннопламенные угли с антрацитами. Уголь служит сырьем для добычи ванадия, серы, свинца, цинка. Зола, получаемую при его сжигании, применяют в производстве строительных материалов. Уголь активно используется для улучшения качества нефти путем добавления углерода (3 кг на 1 т). Но основное его назначение остается традиционным – отопление и выработка электроэнергии (около 65%). Большая часть добываемого в мире угля (около 85%) представлена каменным углем различного типа (энергетическим и коксующимся). Бурый уголь занимает значительно меньшую долю рынка – всего 15% (основные производители – Германия, Россия, Турция и США).

Именно этот ресурс признан наиболее экологически неблагоприятным видом ископаемого топлива, негативно воздействующим на окружающую среду, здоровье людей и изменения климата [8]. Но, несмотря на экологические устремления ряда стран, многие предприятия продолжают зависеть от угля и нуждаются в его стабильных поставках (рис. 3). Красноречив пример Китая, руководство которого в 2022 г. утвердило проект строительства угольных электростанций общей мощностью 106 ГВт, что превысило аналогичный показатель предыдущего года почти в 4 раза и стало рекордным значением с 2015 г. Ранее заявлялось о намерении постепенно сокращать потребление угля, позиция была скорректирована из-за возникшего энергетического дефицита [9]. И этот пример не единственный. Так, президент США Дональд Трамп подписал 4 распоряжения, направленные на активизацию добычи и использования угля внутри страны, признав его важнейшим сырьевым источником для нужд промышленности и других сфер жизнедеятельности [10].

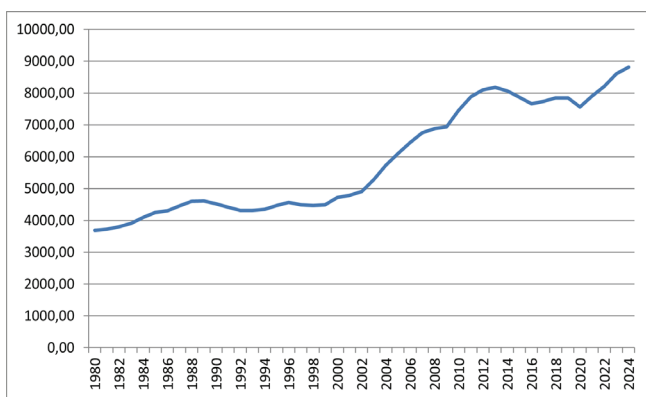


Рис. 3. Потребление угля в мире, млн т/год

Все это показывает, насколько важно развитие инновационных методов добычи трудноизвлекаемых ресурсов для глобального энергобаланса. Вместе с тем многие государства стремятся уменьшить зависимость от нефтепродуктов, природного газа и угля посредством увеличения доли атомной энергетики, условно относимой к «зеленой».

## УРАН

Отсутствуя в природе в чистом виде, он содержится в составе таких минералов, как настуран, уранинит, карнотит и др., и представлен несколькими изотопами (наиболее значимы U-238, U-235 и U-234; особенность второго – способность к расщеплению).

Процесс переработки и выделения чистого урана, весьма трудоемкий и дорогостоящий, требует применения современных технологий и особых условий производства. Обогащение значительно расширяет его потенциальное использование, превращая в стратегический ресурс, от которого зависят энергетическая безопасность и обороноспособность государств. В энергетике уран применяется в качестве топлива атомных электростанций, обеспечивающих около 4,3% мировой электроэнергии.

Несмотря на широкое распространение в земной коре, концентрация элемента незначительна, а разведанные месторождения сосредоточены в отдельных регионах мира. Общее его количество можно оценить лишь приблизительно ввиду закрытого характера стратегической статистической информации (табл. 5). Наиболее распространенные типы месторождений включают песчаники и породы, содержащие уран и ванадий. Объем ежегодной добычи урана определяется спросом со стороны предприятий атомной отрасли и соответствующими решениями правительств разных стран, оказывая влияние на стоимость уранового сырья. Особую актуальность атомная энергетика приобрела в связи с развитием электромобильности и «зеленого» курса.

Среди основных производителей выделяются Казахстан, Канада, Австралия и Россия, обеспечивающие значительную долю глобального рынка урана. Страны с высокоразвитыми ядерными программами, несмотря на высокую потребность в этом элементе, предпочитают закупать его извне. Например, Китай ведет активную политику накопления его стратегических запасов, заключая длительные соглашения с такими поставщиками, как Казахстан и Узбекистан [11].



| Наименование страны | Объем доказанных запасов, тыс т [6] | Объем добычи в год, тыс. т/год [6] | Количество лет, на которые хватит доказанных запасов при установленном уровне добычи |
|---------------------|-------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Австралия           | 3 600                               | 4,598                              | 782,9                                                                                |
| Казахстан           | 2 900                               | 25,839                             | 112,23                                                                               |
| Канада              | 1 700                               | 14,309                             | 118,81                                                                               |
| Россия              | 490                                 | 2,738                              | 178,96                                                                               |
| Намибия             | 470                                 | 7,333                              | 64,09                                                                                |
| Нигер               | 450                                 | 1,0                                | 450,0                                                                                |
| ЮАР                 | 320                                 | 0,313                              | 1022,36                                                                              |
| Китай               | 190                                 | 1,65                               | 115,15                                                                               |
| Бразилия            | 210                                 | 0,043                              | 4883,72                                                                              |
| <b>Всего в мире</b> | <b>7 900</b>                        | <b>61,0</b>                        | <b>129,51</b>                                                                        |

Таблица 5. Страны с крупнейшими доказанными запасами урана (2025 г.)

Основными потребителями урана для ядерной энергетики выступают:

- **США:** атомные станции обеспечивают примерно 1/5 всего объема производимой в стране электроэнергии, что выводит ее в лидеры мирового потребления. Большая часть сырья импортируется, включая поставки из Канады, Австралии, Казахстана и России (в 2024 г. временно ограничила экспорт обогащенного урана в США);
- **Франция:** почти 70% электричества генерируется на АЭС. Французские компании, такие как EDF (Électricité de France, более 57 ядерных реакторов), Orano (добыча, обогащение и переработка урана, производство топливных сборок) осуществляют закупки как для внутреннего рынка, так и для экспорта. Источниками традиционно были месторождения Нигерии, позже ключевое значение приобрела Россия – основной поставщик в 2023–2024 гг.; помимо нее это Казахстан, Канада, Австралия и др., а диверсификация стратегии закупок предполагает разработку новых месторождений в Африке (например, Чаде) и Азии (Монголии);
- **Китай:** в 2024 г. китайские АЭС выработали порядка 444–451 млрд кВт-ч электричества (приблизительно 4,6–4,7% от общегосударственного объема); их установленная мощность достигла 61 ГВт – страна стала мировым лидером по мощностям действующих и строящихся реакторов.

К 2035 г. китайское правительство намерено существенно нарастить показатели отрасли, превращаясь, таким образом, в привлекательного покупателя урана, который импортирует преимущественно из России и Казахстана;

- **Россия:** атомная отрасль требует постоянного снабжения природным ураном, необходимым как для отечественных атомных объектов, так и для зарубежных проектов (в Турции, Венгрии, Египте и ряде других государств). Поэтому корпорация «Росатом» занимается производством уранового топлива не только для внутренних нужд, но и для международного сотрудничества с партнерами по всему миру;
- **Индия:** власти наращивают импорт природного урана, основная масса которого поступает из Казахстана, Канады и России.

Казахстан в последние годы стабильно удерживает позицию лидера добычи (около 40% мирового рынка) и вместе с Канадой и Австралией занимает доминирующее положение, контролируя при этом большую часть мировых поставок. Россия обладает не только значительными запасами урана, но и технологиями его обогащения, активно используя их в том числе в политических интересах. Поставляя обогащенный уран ряду стран, она при этом активно развивает свою атомную инфраструктуру. Важнейшими его импортерами остаются Индия и Южная Корея (около 50% рынка в 2024 г.), которые в значительной степени зависят от импорта и стремятся снизить риски путем диверсификации поставщиков и наращивания собственных перерабатывающих мощностей. Доля российских поставок низкообогащенного урана в Европейский союз значительно сократилась, составив в 2024 г. лишь 15% (достигала более 50% в отдельные периоды до 2022 г.). После отказа ключевых европейских покупателей от закупок российского сырья в 2023 г. основными его потребителями стали США и Китай. При этом первые заняли лидирующую позицию, увеличив объем импорта на 19%. Но несмотря на существенный рост зависимости американского энергетического сектора от российских поставок (около 20%), Палата представителей Конгресса США в конце декабря 2023 г. утвердила проект закона, вводящего ограничения на импорт низкообогащенного урана из РФ до 2040 г. И вместе с тем он предусматривает гибкость: министр энергетики вправе временно отменить запреты, если альтернативные источники станут недоступны либо поставки будут признаны соответствующими американским национальным интересам.

Таким образом, Россия остается ключевым игроком на мировом рынке ядерного топлива, обеспечивая

значительную долю потребностей зарубежных покупателей, несмотря на политические ограничения и изменения структуры спроса. Страна поддерживает тесные экономические связи и укрепляет свое положение на глобальном рынке энергоресурсов. Поскольку Китай активно совершенствует собственную атомную энергетику, сотрудничество с РФ становится критически важным фактором для поддержания энергетической безопасности и основной участия в международных проектах по добыче и обогащению, что также укрепляет его влияние на рынке.

Зависимость от импортного урана заставляет государства искать пути снижения рисков, связанных с перебоями поставок, например, инвестировать в переработку и хранение ядерных отходов. Это создает дополнительные преимущества в условиях возможного обострения геополитического напряжения и введения санкций против ключевых производителей урана. Так, Китай, наряду с Индией, Южной Кореей и Японией являющийся крупным потребителем урана, необходимого для стабильного функционирования АЭС, развивает международные проекты его добычи и обогащения, стремясь повысить уровень своей автономии и расширить цепочки поставок.

Интересным решением является использование урана-238 в реакторах на быстрых нейтронах и тория-232, запасы которого в несколько раз превышают запасы урана. Однако ториевое топливо нуждается в расщепляющемся материале для поддержания цепной реакции (обычно в качестве него выступают U-233, U-235 или Pu-239). Возможно разработать ториевое топливо, которое производит больше U-233 в тепловых реакторах, чем потребляет расщепляющегося материала (бридинг).

В мире нет промышленных атомных электростанций, работающих полностью на тории. Но действующие и строящиеся экспериментальные объекты, использующие данный элемент, имеются в некоторых странах:

- **Китае (провинция Ганьсу, пустыня Гоби):** в Увэйском районе работает экспериментальный жидкосолевой реактор (TMSR-LF1) тепловой мощностью 2 МВт. В 2025 г. ученые успешно подтвердили реакцию превращения тория в уран-233 в рабочем цикле. На базе этого опыта разрабатывается более крупная промышленная установка;
- **Индии (Калпаккам):** в эксплуатации находится исследовательский мини-реактор

KAMINI. Кроме того, страна развивает масштабную ядерную программу, используя собственные запасы тория для тяжелых реакторов (AHWR).

Несмотря на растущую популярность возобновляемых источников энергии, важность урана в обеспечении человечества электроэнергией сохраняется: он остается не только наиболее эффективным топливом, но и ресурсом, доступным в наиболее продолжительной временной перспективе (табл. 1, 2, 5). Многие государства наращивают производственные мощности для обработки ядерного топлива, осознавая возможные угрозы глобального масштаба, такие как конфликты и санкции.

## ВОЗМОЖНЫЕ АЛЬТЕРНАТИВЫ И ПЕРЕХОД НА ВИЭ

Несмотря на относительно большие запасы урана по сравнению с углеводородами, энергетический сектор будущего может быть значительно преобразован. Уже сейчас можно выделить следующие ключевые тенденции:

- **альтернативная энергетика:** прогресс в технологиях, применяемых при разработке, производстве и установке солнечных панелей и ветряков, способен сделать их экономически выгодными источниками экологически чистой энергии;
- **водородная энергетика:** нуждается в строительстве необходимой инфраструктуры, с которой возможно превращение водорода в перспективный ресурс для промышленных предприятий и транспортных сетей. Однако только поддерживаемые государством инициативы могут сделать его альтернативой традиционной энергетике;
- **энергия термоядерного синтеза:** если технологии по созданию термоядерных реакторов окажутся успешными, это приведет к значительному изменению структуры энергетики;
- **геотермальные ресурсы:** многообещающее решение для надежного и экологичного снабжения энергией, особенно в регионах с активным вулканизмом;
- **биотопливо для транспорта:** хотя электрификация и стала основой декарбонизации для большинства стран, альтернативное решение – применение возобновляемых видов горючего, способных снизить выбросы парниковых газов и одновременно достичь

экологических и экономических целей. Ряд исследователей подчеркивает необходимость оценки потенциала такого топлива (например, биоэтанола) посредством строгого научного анализа полного цикла его производства и использования.

Динамика развития альтернативной энергетики весьма противоречива: в условиях постоянного совершенствования технологий и быстро меняющейся социополитической обстановки обеспечить устойчивый прогресс весьма непросто. Так или иначе, пока она занимает незначительный объем в общем балансе потребления энергии, уступая традиционным видам топлива. Этому способствуют следующие причины:

- **экологическая неопределенность:** некоторые технологии могут нанести больший вред экологии, чем предполагалось изначально, включая загрязнение почв, водоемов и атмосферы токсичными материалами (например, широкое внедрение электромобильности оказалось сопряжено с рядом рисков [12–15]);
- **высокая стоимость имплементации:** инвестиции в инфраструктуру и оборудование для альтернативной энергетики остаются значительными, особенно учитывая трудности с хранением и передачей энергии;
- **политическое давление и неэффективное распределение ресурсов:** государственное вмешательство в поддержку альтернативной энергетики иногда приводит к неравномерному распределению средств, что может создать экономические диспропорции;
- **поиск новых источников ископаемого топлива:** открытие крупных месторождений углеводородов и технологий их эффективного извлечения и эксплуатации способны привлечь к ним внимание инвесторов и правительств, отвлекая от развития ВИЭ.

В то же время ряд факторов свидетельствует об актуальности использования альтернативных источников энергии, а именно:

- **Четвертая промышленная революция:** совершенствование цифровых технологий, ИИ, умные сети и IoT создают условия для эффективного управления ВИЭ;
- **новые достижения в хранении энергии:** прогресс в создании аккумуляторов позволит устранить проблему нестабильности поставок энергии от солнечных панелей и ветрогенераторов;
- **интеграция альтернативной энергетики в культурный и общественный контексты:**

рост числа проектов в этой сфере, связанных с экологически чистой энергией, способствует популяризации ее идей и расширению социальной базы сторонников;

- **идеологическое обоснование:** энергоэффективность, защита окружающей среды и желание сохранить природу становятся важными компонентами мировоззрения;
- **научно-технические прорывы:** ожидается появление новых типов генераторов и хранилищ энергии, таких как термо-ядерные установки, способных решить многие существующие проблемы отрасли.

При этом альтернативная (возобновляемая) и «зеленая» (экологичная) энергетики представляют собой близкие, но не тождественные понятия. Несмотря на их схожесть, существует различие в акцентах: термин «альтернативная» подчеркивает инновационность технологий добычи энергии (солнечная, ветровая, геотермальная), а «зеленая» – безопасность для природы, снижение уровня загрязнений. При этом возобновляемая энергетика ориентирована на отказ от традиционных видов топлива (уголь, нефть, природный газ) и охватывает солнечные панели, ветряные и геотермальные установки, использование энергии морских волн и биоэнергетику. «Зеленая» же предполагает получение электроэнергии исключительно из ВИЭ, практически не загрязняющих окружающую среду. Вместе с тем отнесение тех или иных энергетических объектов к экологичным во многих случаях происходит условно. Так, хотя крупные гидроустановки служат достойной заменой работающим на углеродном сырье, они редко попадают в категорию «зеленых» из-за негативного воздействия на природные экосистемы. Да и атомная энергетика часто остается вне категории экологически чистых решений, поскольку требует особых мер утилизации отходов.

Так или иначе, ограниченные запасы углеводородов уже сейчас заставляют задуматься о приемлемом балансе между традиционной и альтернативной энергетикой. Германия уже генерирует более 46% электричества от ВИЭ (стремясь к полному отказу от ископаемого топлива к 2030 г.), однако в целом по Евросоюзу данный показатель – только 22%. Страны ЕС планируют довести эту долю до 45% к 2030 г., а к 2050 г. создать углеродно-нейтральную экономику. Китай также ставит амбициозные цели по увеличению своей энергетической базы на основе солнечных панелей и ветровых турбин, пытаясь упразднить угольную промышленность к середине XXI в.



США намерены удвоить мощность ВИЭ к 2030 г. В 2024 г. зафиксирован рост рынка возобновляемой энергетики на 25% (она уже составляет 40,9% мировой). Согласно отчету International Renewable Energy Agency (IRENA), по итогам 2025 г. ВИЭ приблизились к рубежу почти половины мировой установленной мощности электроэнергетики – до 49,4% (в 2024 г. – 46,3%) [16].

Эти процессы сопровождаются резким увеличением расходов на инфраструктуру: строительство линий электропередачи, расширение сетей хранения энергии, модернизацию распределительных систем – некоторые аналитики считают, что затраты на обеспечение энергией будут расти быстрее, чем сама потребность в ней.

В действительности вся «зеленая» энергетика в целом глубоко убыточна, причем правительства субсидируют около половины расходов на нее за счет налогоплательщиков. Идея остается востребованной, однако внедрение ее принципов носит ограниченный характер.

На этом фоне все большую вероятность приобретает признание того факта, что ни одна технология не может адекватно и эффективно решить проблему безуглероживания транспортного сектора. Хотя электрификация остается краеугольным камнем стратегии многих стран по декарбонизации, возобновляемые виды топлива – вариант, который может обеспечить сокращение выбросов парниковых газов при одновременном достижении более широких экологических и экономических целей. Но, как утверждают некоторые эксперты, они должны оцениваться по объективным, научно обоснованным критериям потенциального вклада в снижение уровня выбросов за весь жизненный цикл.

Внедрение экологичных видов энергии – не преграда для дальнейшего использования машин с двигателями внутреннего сгорания. Такой подход отражает практическую реальность автомобильного парка и поможет избежать преждевременного устаревания существующих активов, что было бы особенно актуально для семей с низким уровнем дохода и малого бизнеса. Производство биоэтанола также представляет собой важный рынок для сельскохозяйственного сектора. Более высокий уровень внедрения возобновляемых видов топлива отечественного производства укрепил бы стратегическую автономию во многих аспектах: снижение зависимости от импорта энергоносителей, усиление продовольственной безопасности за счет производства сопутствующих продуктов, под-

держка конкурентоспособности сельского хозяйства и промышленности.

Хотя перспектива быстрого сокращения выбросов парниковых газов выглядит привлекательной, реальная ситуация требует комплексного подхода. Таким образом, будущее энергетики представляется сбалансированным сочетанием инновационных решений и традиционного опыта эксплуатации существующих ресурсов. Важнейшим условием устойчивого развития станет интеграция современных технологий и постепенный отказ от чрезмерного использования невозобновляемых источников энергии. ■

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Electricity 2026 // <https://www.iea.org/reports/electricity-2026>.
2. Energy Institute Statistical Review of World Energy // <https://kpmg.com/be/en/insights/industries/energy-natural-resources-insights/energy-institute-statistical-review-of-world-energy.html>.
3. Роль нефти в жизни разных стран (Россия) // <https://status-arms.ru/blog/rol-nefti-v-zhizni-raznykh-stran-rossiya>.
4. Мировой объем добычи нефти бьет рекорды: названы топ-10 стран // <https://turantimes.kz/ekonomika/62307-mirovoj-obem-dobychi-nefti-bet-rekordy-nazvany-top-10-stran.html>.
5. Запасы нефти по странам (2025) // <https://www.worldometers.info/ru/%D0%B%D0%B5%D1%84%D1%82%D1%8C/%D0%B7%D0%B0%D0%BF%D0%B0%D1%81%D1%8B-%D0%BD%D0%B5%D1%84%D1%82%D0%B8-%D0%BF%D0%BE-%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B0%D0%BC/>.
6. ASB от ОПЕК. Добыча нефти в мире в 2025 г. выросла на 2,2 млн барр./сутки, доля ОПЕК+ составила почти 56% // <https://nangs.org/news/upstream/asb-ot-opek-dobycha-nefti-v-mire-v-2025-g-vyroslo-na-2-2-mln-barr-sutki-dolya-opek-sostavila-pochti-56>.
7. Мировые запасы природного газа // [https://ru.ruwiki.ru/wiki/%D0%9C%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D1%8B%D0%B5\\_%D0%B7%D0%B0%D0%BF%D0%B0%D1%81%D1%8B\\_%D0%BF%D1%80%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE\\_%D0%B3%D0%B0%D0%B7%D0%B0](https://ru.ruwiki.ru/wiki/%D0%9C%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D1%8B%D0%B5_%D0%B7%D0%B0%D0%BF%D0%B0%D1%81%D1%8B_%D0%BF%D1%80%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE_%D0%B3%D0%B0%D0%B7%D0%B0).
8. Как устроен мировой рынок угля // <https://gazprombank.investments/blog/market/coal-market/>.
9. Уголь в мире: добыча, экспорт, импорт, запасы, применение, перспективы // <https://lindeal.com/trends/ugol-v-mire-dobycha-ehksport-import-zapasy-primenenie-perspektivy>.
10. Trump Signs Orders to Expand Coal Power, Invoking AI Boom // <https://www.bloomberg.com/news/articles/2025-04-08/trump-order-seeks-to-tap-coal-power-in-quest-to-dominate-ai>.
11. Настоящая «зеленая энергетика»: расклад сил на рынке урана // [https://roscongress.org/materials/nastoyashchaya-zelenaya-energetika-rasklad-sil-na-rynke-urana/?utm\\_referrer=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F](https://roscongress.org/materials/nastoyashchaya-zelenaya-energetika-rasklad-sil-na-rynke-urana/?utm_referrer=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F).
12. Гончаров В.В., Янкевич Н.С. Технологические аспекты электромобильности. Ч. 1 // Наука и инновации. 2024. №3. С. 45–49.
13. Гончаров В.В., Янкевич Н.С. Технологические аспекты электротромобильности. Ч. 2 // Наука и инновации. 2024. №4. С. 67–73.
14. Гончаров В.В., Янкевич Н.С. Риски для развития электромобильности // Наука и инновации. 2024. №12. С. 61–66.
15. Гончаров В.В., Янкевич Н.С. Экономика электромобильности: исследование будущего // Наука и инновации. 2025. №8. С. 42–47.
16. Доля возобновляемой энергетики в мире достигла почти 50% в 2025 году // <https://hightech.plus/2026/04/01/dolya-vozobnovlyaemoi-energetiki-v-mire-dostigla-pochti-50-v-2025-godu>.



В Беларуси более года действует стандарт СТБ 2672-2025, изменяющий парадигму развития современной экономики. Его основная идея заключается в том, что для технологического рывка и роста доходов предприятиям не всегда нужны огромные инвестиции, закупка дорогостоящего оборудования или расширение штата. Почти все необходимые ресурсы есть внутри субъектов хозяйствования, но они остаются заблокированными организационным хаосом, скрытым браком и управленческими недочетами. Можно сказать, что новый документ фокусирует внимание на поиске внутренних резервов и заставляет руководство переоценить эффективность каждого процесса и сотрудника. О ключевых аспектах внедрения бережливого менеджмента мы беседуем с ведущим инженером научно-методического отдела методологии качества и системного менеджмента Белорусского государственного института стандартизации и сертификации Игорем ШКАДРЕЦОВЫМ.

# Синергия бережливого менеджмента

– Появление СТБ 2672-2025 – это во многом тектонический сдвиг в философии управления. Главная парадигма, которую закрепляет стандарт, можно сформулировать просто, но для многих она звучит почти революционно: повысить эффективность производств без капитальных вложений. Ведь долгое время у нас господствовало убеждение, что для технологического рывка нужно обязательно купить новое оборудование, построить цех или привлечь миллионные инвестиции. Новый документ ломает этот стереотип. Он показывает, что необходимые ресурсы находятся внутри предприятия. Задача бережливого менеджмента – найти и заставить работать эти скрытые резервы путем оптимизации самих процессов, изменения логики потока и вовлечения персонала. Особенно ярко эта парадигма раскрывается на предприятиях, которые прошли через так называемую хаотичную, или лоскутную, модернизацию.

**Что вы имеете в виду? Какой эффект стандарт может дать в таких условиях?**

– Представьте предприятие, которое закупило дорогое, современное, высокотехнологичное оборудование, но установило его в рамки старой системы управления и логистики. Получается дисбаланс: новый робот или «суперстанок» работает на высокой скорости, но половину времени простаивает, потому что заготовительный цех не успевает обеспечивать его сырьем. Или он настолько производительный, что склады затовариваются мгновенно, замораживая оборотные средства. Примечательно и то, что персонал при этом работает по старым регламентам, совершает массу

лишних перемещений, а качество на выходе по-прежнему контролируется «дедовским» методом в самом конце конвейера, когда брак уже допущен и исправить ничего нельзя. Это и есть хаотично модернизированное производство. Внедрение СТБ 2672-2025 на него действует как стабилизатор. Инструменты, прописанные в стандарте, позволяют связать разрозненные, «лоскутные» технологические операции в единый, идеально сбалансированный процесс, когда сводятся к минимуму межоперационные ожидания, наводится порядок на рабочих местах, выстраивается логистика по принципу «точно вовремя», а контроль качества переносится непосредственно в точку создания ценности. Мировая практика показывает, что за счет устранения этих не всегда видимых потерь и синхронизации производственных операций рост эффективности, производительности и достижение стабильных, измеримых результатов на таких площадках может достигать десятки процентов. И повторяюсь, для этого предприятию не нужны «мегасредства». Просто следует включить управленческую логику бережливого подхода.

*Как вы оцениваете готовность отечественных предприятий к переходу на СТБ 2672-2025? Насколько и госсектор, и бизнес созрели для системного бережливого менеджмента?*

– Знаете, «созревание бизнеса» – понятие относительное. Если судить по количеству попыток организаций внедрить подобные системы, то опыт у наших предприятий есть. Многие из них внедряли бережливый менеджмент по несколько раз, загорались идеей, проводили обучение, даже получали первые результаты, но затем интерес руководства угасал, система лишалась поддержки, и все постепенно возвращалось на круги своя. Этот маятник «от энтузиазма к откату» прошли очень многие. Если же анализировать текущее состояние, то я бы разделил его на два уровня. Первый – это внедрение локальных инструментов. Здесь готовность очень высокая. Предприятия с удовольствием и пониманием используют технические и даже организационные элементы бережливого производства. Навести порядок на рабочих местах по системе 5S, сделать визуализацию, запустить картирование потока или внедрить быструю переналадку – это их командам понятно и осязаемо. И это вещи, которые дают быстрый локальный эффект. Но вот второй уровень – системность и устойчивость перехода на принципы

бережливого менеджмента, который как раз и заложен в СТБ 2672-2025, требует иного подхода. Речь идет о глубокой модернизации самой культуры организации производства и коренного пересмотра всей философии менеджмента с целью исключения отката назад.

■ *Почему буксует именно системный подход?*

– Потому что инструменты бережливого менеджмента – всего лишь верхушка айсберга. Основное препятствие кроется в мышлении людей, от генерального директора до оператора станка, уборщицы. Новый стандарт требует смены управленческой парадигмы. Например, перейти от поиска и наказания виновных в браке к выявлению системных ошибок в самом процессе, на что направлен, например, метод «5 Почему». Или делегировать право останковки конвейера при обнаружении дефекта обычному рабочему (принцип Jidoka), к чему многие руководители ментально не готовы, так как боятся потери контроля. Наконец, внедрение принципов бережливого менеджмента в производство – это не разовая кампания по улучшению, а постоянный, бесконечный процесс улучшения (Кайдзен).

Пока руководство предприятия видит в СТБ 2672-2025 просто очередной сертификат, который нужно «повесить на стену» для отчетности или тендеров, система работать не будет. Настоящая готовность начнется тогда, когда топ-менеджмент примет и поймет, что бережливое производство – новая бизнес-модель и личная ответственность каждого руководителя. Хочу сказать, что технически они к этому готовы, теперь осталось дозреть ментально.

■ *Если заглянуть внутрь стандарта, то какие практические инструменты контроля потерь он регламентирует? На что предприятие ориентироваться в первую очередь?*

– Никаких эффективных инструментов контроля не существует, ведь уже его наличие – это потери. Контроль не создает ценности для конечного потребителя, он лишь фиксирует уже совершенные ошибки и требует содержания штата проверяющих. В общем, это устаревшая, неэффективная модель. Новый стандарт предлагает отказаться от этой логики. Он регламентирует совершенно другие механизмы: вовлечение, мотивацию конкретного специалиста, коллектива и кросс-функциональной команды. Суть бережливого менеджмента



в том, чтобы сделать процесс прозрачным, а каждого сотрудника – ответственным за качество на своем рабочем месте, делегировав ему максимум возможных полномочий. Потерями и качеством нельзя «управлять» из кабинета с помощью отчетов и проверок. Процесс должен быть организован так, чтобы брак и потери были физически невозможны или явно видны каждому участнику потока.

*Но ведь руководству все равно нужно принимать управленческие решения. Как быть без привычных контрольных точек?*

– Вот мы и подходим к ключевому моменту. Смысл имеет не сам контроль, а то, что происходит после него. Концентрироваться следует исключительно на принятии решений и оперативной реакции на отклонения, а инструмент контроля всегда будет второстепенным. Вместо традиционных проверок стандарт предлагает внедрять инструменты оперативного управления и визуального менеджмента. Например, когда любое отклонение от стандарта или появление дефекта мгновенно визуализируется в цехе. Если на линии произошел сбой, команда не ждет конца месяца или плановой проверки – решение принимается здесь и сейчас, на месте возникновения проблемы. То есть фокус переносится с поиска виновных по итогам контроля на немедленное устранение первопричины проблемы силами самой команды. Только когда контроль растворяется в самом процессе производства и предприятие избавляется от затрат на контроль для контроля, тогда оно и получает ту самую стабильность, о которой мы говорили.

*Можете ли вы привести примеры успешных практик отечественных предприятий, которые уже доказали эффективность такого подхода на деле?*

– Если говорить откровенно, то, как мы уже отмечали, на ограниченный период времени успеха добились многие. Но обеспечить стабильное, устойчивое и самовоспроизводимое внедрение на протяжении многих лет удается пока единицам. Тем не менее в Беларуси есть признанные флагманы, на опыт которых во многом и опирается СТБ 2672-2025. Среди промышленных предприятий – это брестское машиностроительное предприятие «Компо». Они одними из первых сделали бережливое производство своей философией, внедрили его даже на уровне эргономики рабочих мест и быстрой переналадки. Прекрасные результаты системной работы

показывают «Ивацевичдрев» в деревообработке и гомельский «ГЗЛиН» в машиностроении. Если взять пищевую и перерабатывающую промышленность, то мощные системы выстроены на Брестском мясокомбинате, в компании «Лидское пиво» (где с 2017 г. глубоко укоренились инструменты Kaizen, SW и Asaichi), а также на Минском заводе игристых вин. Эти предприятия доказали, что бережливый менеджмент одинаково эффективно работает как в машиностроении, так и в пищевой отрасли промышленности. Все эти организации являются ведущими в своих областях и практикуют лидерство как технологию менеджмента, а бережливость для них – естественная потребность и механизм повышения эффективности.

*Но как сделать так, чтобы эти примеры перестали быть единичными «островками эффективности» и масштабировались на всю страну?*

– Чтобы сдвинуть процесс с мертвой точки, используется сплав рыночных стимулов и точечного административного давления со стороны Министерства экономики и Госстандарта. На государственном уровне идет активная популяризация методов бережливого менеджмента. Сейчас Госстандарт совместно с отраслевыми министерствами формирует пилотные перечни предприятий для проведения сертификации по новому стандарту. Более того, для мотивации бизнеса учреждена специальная награда «Бережливый подход» в рамках Премии Правительства за достижения в области качества, а также прорабатываются механизмы прямой государственной поддержки для тех, кто сертифицировал свои лин-системы (термин «лин» и «бережливость» будем считать эквивалентными). Только соединив низовую готовность передовых заводов с системной государственной поддержкой и четкими требованиями стандарта, мы сможем достичь синергетического эффекта. Тогда бережливый менеджмент из модной теории превратится в главный драйвер белорусской экономики.

*Бережливое производство часто спотыкается о саботаж на местах. Рабочие видят в нем угрозу увольнений или увеличения нагрузки. Как СТБ 2672-2025 предлагает преодолевать сопротивление персонала?*

– Это, пожалуй, самый болезненный вопрос. Разработчики стандарта предвидели эти страхи, поэтому пошли на беспрецедентный шаг. В СТБ 2672-2025

был намеренно включен революционный пункт 7.3.3. Он в обязательном порядке требует от предприятия наличия документированного подтверждения, гарантирующего защиту сотрудников от риска потери работы при внедрении проектов улучшений. То есть согласно стандарту, если рабочий предложил, как оптимизировать процесс и высвободить ресурсы (рабочее время, излишние запасы и др.), руководство не имеет права его уволить, а должно переориентировать на другие задачи, на развитие. Уверен, что именно этот жесткий пункт останавливает некоторых руководителей старой формации от внедрения системы. Они привыкли сокращать издержки простым способом – увольнениями. Стандарт же заставляет относиться к людям, работающим в организации, как к главной ценности.

*Но ведь бывает, что сотрудники сопротивляются и не хотят работать по-новому, выходить из своей зоны комфорта. С этим как бороться?*

– Недовольство в первую очередь возникает там, где руководитель просто спускает директиву сверху, дает указание «внедрить к такому-то числу», а сам абсолютно не вовлечен в процесс. Если он сидит в кабинете и ждет отчетов, а мастера и рабочие в цеху отдуваются за очередное нововведение, не всегда адекватное с их точки зрения, то система мертва изначально. Персонал моментально считывает формализм и начинает тихое сопротивление. А вот если начальство вовлечено и участвует в процессах лично – ходит на производственные площадки, вместе с рабочими разбирает проблемы, первым берет на вооружение инструменты бережливого менеджмента – сопротивление сходит на нет само собой. Когда коллектив видит, что бережливое производство – не очередная блажь администрации, а личный приоритет первого лица, отношение меняется. На смену безразличию или страху приходит вовлеченность. Сотрудники понимают, что к их мнению прислушиваются, что их труд становится легче и эффективнее. Без личного лидерства директора ни один пункт стандарта работать не будет, без вовлеченности каждого специалиста на каждом рабочем месте стабильного системного улучшения добиться невозможно.

*Работодатели регулярно отмечают разрыв между квалификацией выпускников и реальными запросами рынка. Каким образом СТБ 2672-2025 может повлиять на модернизацию учебных планов вузов, особенно инженерно-экономического профиля?*

– Учить тому, что востребовано, это извечная классическая проблема любой высшей школы. Но сегодня, в эпоху стремительных изменений в обществе, науке и технологиях, она становится наиболее острой. Если говорить честно, то подходы бережливого менеджмента в вопросах трансформации образования мало выделяются среди других современных систем менеджмента. СТБ 2672-2025 не является волшебной таблеткой для вузов. Наибольшее влияние на образовательный процесс могут оказать совершенно другие методологии, к примеру внедрение аджайл-подходов, интеграция учебного процесса и производств, а также явная и результативная обратная связь – классический цикл Деминга – Шухарта, суть которого: планируй – делай – проверяй – корректируй. Лично я в новой системе образования ставил бы на опережающую обратную связь. Но, как ни парадоксально, эффект дает классическая образовательная школа с «насилием» над учеником путем навязывания и усвоения элементарных знаний, которые позволяют ориентироваться в профессии. Стандарт СТБ 2672-2025 должен приходиться в вузы не вместо базовых дисциплин, а как надстройка. Сначала необходимо дать сильную классическую базу, а уже затем, через интеграцию с передовыми предприятиями вроде «Компо» или «Ивацевичдрев», учить студентов бережливому инструментарию на практике. Будет ли такая гибридная модель эффективно работать далее – жизнь покажет, но это единственный жизнеспособный путь, на мой взгляд.

*Как бережливый менеджмент соотносится с внедрением цифровых платформ? Согласны ли вы с тезисом о том, что нельзя автоматизировать хаос, и сначала в процессы нужно внедрить лин-методологии?*

– Рискну заметить, что все работает с точностью до наоборот. Сначала идет попытка автоматизации хаоса через цифровую систему, и только затем – устранение потерь. Но давайте разберемся. Автоматизировать хаос и упорядочить его на верхнем уровне как раз и пытаются технологии классического системного менеджмента, такие как ISO 9001, TQM или «Шесть сигм». Бережливый же менеджмент устроен иначе. Он нацелен на поиск скрытых резервов внутри процесса и устранение потерь в изначально идеальной, но уже немного поработавшей платформе. Ведь как возникает хаос на производстве? Он появляется из-за разной скорости внедрения улучшений в различных точках потока

создания ценности. Изначально спроектированная линия, регламент или цифровая платформа не содержат явных изъянов – они логичны. Но время идет, возникают новые технологические подходы, накапливаются изменения. В итоге отдельные шаги процесса становятся более эффективными, чем другие, возникает дисбаланс, узкие места и те самые потери. Это и есть зона работы бережливого менеджмента – настроить и сбалансировать систему заново. И вот здесь цифровые платформы оказывают колоссальную помощь лин-менеджменту, поскольку позволяют получать огромные объемы информации мгновенно, точно и очень дешево.

*А если применить классическую «бережливость» в обратную сторону, например непосредственно в процессе разработки самого программного обеспечения и цифровых платформ?*

– На этот вопрос мне ответить сложно. Наверное, время чистой «бережливости» в IT-секторе еще придет. Но прямо сейчас там безраздельно «рулят» Скрам (Scrum), Аджайл (Agile) и Девопс (DevOps). Надо признать, что это не менее, а может, даже и более продвинутые технологии проектирования и разработки, чем классический производственный лин. Думаю, в будущем они неизбежно будут глубоко интегрированы с бережливым менеджментом – прежде всего в части подходов бережливого проектирования. Но подробно данное направление в СТБ 2672-2025, к сожалению, не прорабатывалось. Это сфера завтрашнего дня, слишком продвинутый уровень для нашего текущего этапа. Сейчас задача стандарта – навести базовый порядок на производственных площадках страны, заставить IT-инструменты и физические процессы работать без сбоев, а уже следующим шагом мы будем синхронизировать бережливое производство с гибкими методологиями цифрового мира.

*Игорь Викторович, если развернуть этот вектор в сторону науки: как измерить потери в ней? В экономике качества есть понятие «стоимость плохого качества». Какова цена «брака» в академической науке, как сократить время от появления научной идеи до внедрения опытной технологии в реальный сектор экономики? Может ли СТБ 2672-2025 помочь в этом?*

– Потери в науке и цена академического «брака» – это издержки от неверно выбранных и годами финансируемых тупиковых направлений иссле-

дований до написания диссертаций, которые после защиты мертвым грузом ложатся на полки архивов. Это и есть чистая «стоимость плохого качества» в сфере умов. Но в академическом секторе есть и свои эффективные инструменты, которые перенимает бережливый менеджмент, включая планирование экспериментов, командную работу, метод Дельфи для экспертных оценок, и, конечно же, отечественная теория решения изобретательских задач (ТРИЗ). Оптимальным направлением внедрения бережливого менеджмента, по моему мнению, является дебюрократизация (аджайл), эффективный обмен информацией (асаичи) и улучшение связей с производством уже внедрившим бережливые подходы (DevOps, прогулка по производственным участкам – гемба). Наука сама по себе глубоко методологична.

Прикладная, которая работает непосредственно на заказы промышленности, без сомнения, может и должна почерпнуть многое из нового стандарта. А вот с фундаментальной, академической наукой нужно быть предельно осторожными. Жесткая стандартизация и избыточная упорядоченность могут серьезно навредить там, где рождаются прорывные идеи. Творческий хаос в голове ученого – это не потеря, это питательная среда для открытий. Если загнать исследователя в жесткие рамки конвейерного регламента, мы убьем инновации в зародыше.

На мой взгляд, науке нужно больше интегрироваться с теми производствами, которые уже внедрились у себя бережливые подходы, перенимать их лучшие практики, например, концепцию DevOps из IT-индустрии – для непрерывного сквозного управления (когда разработчик и заказчик действуют в единой связке), а также классическую прогулку на рабочие места. Ученые должны регулярно выходить непосредственно на производственные площадки заводов, видеть реальные проблемы и вместе с заводчанами внедрять свои разработки в поток создания ценности.

Только так – убирая бюрократический мусор вокруг исследователя и выстраивая его прямую, бесшовную связь с производством – можно конвертировать академический интеллект в реальный экономический эффект. ■

Ирина СТИГАЙЛО



# Определяющие условия перехода сельского хозяйства

## на инновационный путь развития

УДК 338.43:001.895

**Аннотация.** В ходе исследования изучена роль и значение инноваций, обобщены имеющиеся наработки в этой области и дана современная научная интерпретация как самой дефиниции «инновации», так и актуальности непрерывного внедрения в АПК новейших достижений науки. Показано, что рассмотрение проблематики инноваций в контексте системы управления дает возможность более предметно оценить эффективность инновационной деятельности (от идеи до продукта), определить возникающие проблемы и найти их целесообразное решение, подобрать средства и методы управления для достижения целевого результата. Сделан вывод, что в перспективе именно продуктовая кооперация и интеграция на основе кластерной организации станет основным направлением устойчивости сельского хозяйства, перевода его на инновационно-инвестиционную модель, которая обеспечит отрасли опережающий рост и самофинансирование.

**Ключевые слова:** АПК, сельское хозяйство, инвестиции, инновации, управление, эффективность, кластеры.

**Для цитирования:** Гусаков Е. Определяющие условия перехода сельского хозяйства на инновационный путь развития // Наука и инновации. 2026. №8. С. 46–51. <https://doi.org/10.29235/1818-9857-2026-08-46-51>



Агропромышленный комплекс Республики Беларусь приобрел устойчивую прогрессивную динамику благодаря реализации крупномасштабной Программы возрождения и развития села на 2005–2010 гг. В результате удалось преодолеть многолетнюю деградацию сельскохозяйственного производства и вывести отечественный агропром на устойчивую траекторию роста, решить продовольственную проблему в стране, обеспечить формирование крупных экспортных фондов продовольствия и достичь целевых критериев эффективности функционирования всех сфер сельского хозяйства. За 6 лет претворения программы в жизнь практически полностью обновилась материальная база АПК, внедрены интенсивные технологии, создана современная социальная инфраструктура села, образовано почти 1,5 тыс. агрогородков, имеющих все необходимое для жизни в шаговой доступности.



**Егор Гусаков,**  
проректор по научно-методической работе  
Университета Национальной  
академии наук Беларуси,  
доктор экономических наук;  
[ego-6@mail.ru](mailto:ego-6@mail.ru)

**С**ледует подчеркнуть, что созидательная роль данного документа состоит не в самом по себе факте его разработки, а в первую очередь – в большой совокупности мероприятий по реорганизации, реконструкции, обновлению и формированию актуальных объектов во всех сферах агропромышленного комплекса. Это, безусловно, потребовало крупных государственных инвестиций (как правило, безвозвратных), но не «вообще», а в опережающие инновации. Следовательно, можно безошибочно утверждать, что именно инвестиции и инновации стали основными исходными «инстанциями» для достижения всего перечня целей и задач. Кроме того, налицо ситуация, когда конструктивный государственный подход подтверждает следующий постулат: сельское хозяйство нуждается в постоянном государственном финансировании, оно не может быть исключительно рыночной сферой, а централизованные инвестиции должны возрастать по мере увеличения уровня и объемов агропромышленного производства.

Осуществление программы позволило обеспечить рост выпуска и сбыта сельскохозяйственной продукции. Однако к 2020–2022 гг. стали наблюдаться новые проблемы. Техника и технологии, основные и оборотные средства производства, предприятия и социальные объекты потребовали модернизации и обновления. При этом последующие программы развития АПК, принятые после 2010 г., не содержали механизма привлечения адекватных инвестиций в инновации. Многие предприятия стали накапливать долги, кредитные и финансовые обязательства и оказались неспособными работать на условиях самоокупаемости и самофинансирования.

В последние годы стало очевидно, что стране необходим новый кардинальный план, по анало-

гии с известной Программой возрождения и развития села на 2005–2010 гг., который способен был бы решить накопившиеся финансовые, экономические и технико-технологические проблемы и создать мощный потенциал для динамичного прогресса агропромышленного комплекса на долгосрочный период.

Известно, что элементы такой глубокой программы отрабатываются на примере Шкловского р-на Могилевской обл. Надо полагать, что положительный опыт данного эксперимента будет в скором времени распространен на всю республику. Примечательно, что в его основу также закладываются сквозные инновации, основанные на соответствующих инвестициях.

Поэтому нами сделана попытка изучить роль и значение инноваций, обобщить имеющиеся разработки в этой области и дать современную научную интерпретацию как самой дефиниции «инновации», так и актуальной необходимости непрерывного внедрения в АПК новейших достижений науки (что может быть возможным только на основе взаимосвязанного финансирования и инвестирования). Здесь, как выясняется, существует прямая корреляционная зависимость темпов и объемов инноваций от размера инвестиций и, следовательно, объемов производства продукции и уровня конкурентоспособности экономики [1–4].

Важность детального научного рассмотрения проблематики инноваций проистекает из того, что в настоящее время не существует однозначного понимания учеными и практиками как природы данной терминологии, так и результатов реализации инновационных подходов (методов, форм, видов, типов) в различных сферах производственно-сбытовой деятельности.

Следует обратить внимание, что термин «инновация» происходит от латинского «*novatio*», что означает «обновление (или изменение)», а приставка «*in*» показывает, в каком направлении должно быть движение; в данном случае – «в направлении изменений».

Понятие «инновация» имеет весьма широкое значение. В современной экономической литературе встречается множество трактовок, что свидетельствует об отсутствии единства и схожести понимания. Нередко авторы вкладывают в это понятие разный смысл, что является следствием концентрации внимания на разных аспектах как самой природы понятия, так и подходов его применения в разных сферах и отраслях. К примеру, в публикациях можно встретить следующие определения

инновации: это конечный результат внедрения новшества; новшество плюс достигнутая эффективность; новшество и эффективность продвижения этого новшества; введение в употребление какого-либо нового или значительно улучшенного продукта; конечный результат инновационной деятельности, получивший форму нового или усовершенствованного продукта (или нового или усовершенствованного технологического процесса); процесс реализации новой идеи в любой области; вовлечение в экономический оборот результатов интеллектуальной деятельности; оригинальное решение, обладающее опережающей новизной и получившее воплощение в доступных потребительских продуктах и пр.

Конечно, все перечисленные определения имеют смысл и применимы к практическому использованию в разных сферах, но ни одно из них нельзя назвать уникальным или универсальным.

Следовательно, в современной интерпретации наиболее целесообразно под инновационным развитием понимать вид деятельности, связанный с трансформацией идеи и хода ее реализации в новый или усовершенствованный продукт, новый или модернизированный технологический процесс, адаптированный к практике и особенностям отрасли, например сельскому хозяйству.

Вместе с тем упомянутая сфера объективно имеет немало специфических черт, которые существенно влияют на характер инноваций в ней. Так, во-первых, сельское хозяйство как биосистема (работа с живыми организмами – растениями и животными, влияние природных факторов и пр.) может значительно снижать инвестиционную привлекательность. Здесь не всегда можно применить серийные технологии, необходим строго адаптивный подход к выбору методов хозяйствования исходя из почвенно-климатических факторов. А это, как известно, ограничивает потенциальные возможности разного рода инноваций. Во-вторых, более длительный цикл создания и освоения инновационного продукта в сельском хозяйстве по сравнению с другими отраслями намного сокращает отдачу от реализации инновационных процессов, растягивает ее во времени. В-третьих, сельское хозяйство в силу своего характера привержено к использованию сравнительно консервативных подходов и методов его организации и ведения и намного реже, в отличие от других сфер, применяет прорывные способы. В связи с этим инновационные идеи и проекты могут попросту превратиться в избыточные затраты без должной их

окупаемости. Кроме того, недостаток собственных средств у большинства хозяйствующих субъектов, слабая волатильность продовольственных рынков и относительная стабильность продовольственного снабжения, сложность наращивания объемов производства и продаж значительно сдерживают реализацию и распространение инноваций.

Следовательно, на основе приведенных подходов к толкованию понятия «инновация» можно утверждать, что это сложная и многомерная категория. В связи с этим следует признать, что формулировка комплексного определения инновации является непростой задачей, особенно для сельского хозяйства категория.

Однако с целью более глубокого понимания сущности категории «инновация» можно систематизировать содержащиеся в литературе определения и конкретизировать ряд важных для науки и практики выводов:

- *многозначность толкования понятия «инновация» происходит в силу многомерности терминологического поля в связи с разной интерпретацией целей, задач, процессов и результатов реализации инновационной деятельности (от гипотетической идеи до готового продукта);*
- *инновации в различных областях должны иметь более жесткие (конкретные) правила или нормы толкования, которые можно сопоставить либо свести к единству. Иными словами, инновация предполагает практическое внедрение новшества;*
- *важно четко дифференцировать или классифицировать определения: так, инновационная идея не может быть равнозначной инновационному процессу, а инновационная технология – инновационному продукту. Поэтому, говоря об инновации, надо четко представлять ее семантику, то есть форму, вид, суть, процесс и результат образования и реализации. А вернее, в каждой сфере должны быть свои количественные и качественные критерии оценки и сравнения;*
- *целевой функцией или конечной точкой должна быть возможность качественного или количественного выражения и измерения, которое будет четко характеризовать новизну, целесообразность и результативность;*
- *эффект, который обеспечивает инновация, может быть как экономическим, так и научным, образовательным и пр.*



Следовательно, диапазон системы показателей оценки инноваций довольно широк, что усложняет, но и придает дополнительные возможности принятия рациональных решений.

К этому следует добавить, что важными признаками инноваций в области экономики являются: непрерывность и сквозной характер, масштабность и определяющая роль, вспомогательное или ведущее значение, возможность формирования инновационного потенциала, новизна и опережающая суть.

В данной связи многие функции инноваций – производственная, техническая, технологическая, экономическая, социальная, научная и другие – переплетаются и тесно взаимодействуют друг с другом как единая система и становятся задачами управления и принятия решений.

Это говорит о том, что все виды инноваций в сфере производства можно свести к управленческой деятельности, где, как известно, действуют свои правила (принципы, методы, функции т.п.) – она хорошо поддается регламентации и типизации. Следовательно, вполне возможна градация инноваций по признакам администрирования, и это важно для выбора методов руководства инновационным процессом, так как позволяет регламентировать требования, через которые реализуются механизмы разработки и внедрения инноваций в производство.

| Целесообразность                                        | Содержание                                                                                                                                                                             |
|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Управленческая организация инновационного процесса      | Управленческие службы каждой сельскохозяйственной организации призваны инициировать и обеспечить внедрение инновационных идей и предложений                                            |
| Принятие управленческих решений                         | Управленческие решения являются главным фактором реализации инновационной деятельности в сельхозорганизациях                                                                           |
| Формирование материальных ресурсов и финансовых средств | Имплементация новшеств напрямую зависит от наличия ресурсов и средств, которые призваны аккумулировать управленческие службы                                                           |
| Единство интересов и действий                           | Руководители и специалисты аграрных предприятий призваны обеспечить эффективную организацию инновационного производства, где должно быть единство интересов и действий всех работников |

Таблица. Признаки организационно-управленческих инноваций в сельском хозяйстве

Примечание: разработка автора

Рассмотрение инноваций в контексте системы управления дает возможность более предметно оценить их результаты, определить проблемы и найти их решение, подобрать средства и методы руководства для достижения поставленных целей. Можно с уверенностью сказать, что на текущем этапе развития науки и практики вполне приемлемо введение такого понятия, как организационно-управленческие инновации. Их можно характеризовать как особый вид новшеств, объединяющий в единую систему весь процесс их создания и реализации посредством управленческих решений.

Целесообразность такой конгломерации объясняется тем, что без заинтересованности и адекватных действий (решений) системы управления практическое воплощение инноваций почти нереально. Это можно назвать первым главнейшим условием перехода сельского хозяйства на инновационный путь развития.

Нами сделана попытка продемонстрировать сказанное на примере указанной отрасли (таблица).

Представленная таблица наглядно убеждает, что инновации в сельском хозяйстве – это результат согласованных действий всей управленческой системы. Внедрение в производство новых технологий, пород животных, средств защиты растений, удобрений и прочих научных разработок напрямую связано с инновационной деятельностью административных работников и имеющих в их распоряжении ресурсы. Поэтому организационно-управленческие решения производственного, экономического, коммерческого и иного характера, нацеленные на освоение новейших научных достижений, представляют собой не что иное, как организационно-управленческие инновации.

Вместе с тем, как уже отмечалось, инновационная деятельность в сельском хозяйстве отличается немалой сложностью. Она должна иметь комплексный характер, основываться на использовании многих факторов; важно также повысить роль ее государственной поддержки. Именно аграрная отрасль выполняет важнейшую функцию снабжения страны сельскохозяйственным сырьем и готовым продовольствием. Это дает основание рассматривать государственное участие и централизованную поддержку аграрного производства в ряду детерминант его инновационного развития.

Более того, перевод всего сельского хозяйства страны на инновационный путь возможен исключительно после решения ряда основополагающих задач при прямом участии государства. К ним прежде всего следует отнести:

- формирование в отрасли (в том числе в регионах) развитой многоцелевой информационной сети (инфраструктуры) инновационного комплекса, без которой невозможна реализация многих научно-технических разработок и достижений. Мало полагаться только на активную имплементацию результатов своей работы самими учеными. Необходима система заинтересованных внедренческих структур, нацеленных на интенсификацию производства и окупаемость инновационных технологий и методов хозяйствования;
- наращивание доли расходов на прикладные, в том числе инновационные, исследования и разработки в общих бюджетных и централизованных вложениях в аграрную науку. Такие финансовые затраты государства пока крайне недостаточны. В экономически развитых странах инвестиции в науку во много раз выше и продолжают быстро расти для поддержания инновационной независимости в ответ на обострение и осложнение мировых экономических отношений;
- развитие государственно-сельскохозяйственного партнерства в инновационной сфере (здесь имеются в виду все виды агропромышленных организаций – кооперативные, акционерные, унитарные, фермерские и пр.). При этом государству важно вкладывать свои средства в формирование разветвленной инновационной инфраструктуры, контролировать качество и эффективность инноваций, а также стимулировать востребованность научных разработок в аграрной среде;
- поддержание эффективной системы подготовки и переподготовки специалистов и руководителей сельскохозяйственного производства. Кадровое обеспечение хозяйствующих субъектов должно стать одним из государственных приоритетов. Это требует более действенного участия государства в решении задач закрепления кадров на селе. Например, в случае, когда целевую подготовку оплачивают сами студенты, хозяйствующие субъекты (или государство) могут взять на себя возврат этих средств – по договору, через определенный период работы в сельском хозяйстве, скажем, через 1–2 года;
- создание совместными усилиями государства и сельскохозяйственных организаций своеобразных «точек конкурентоспособности», то есть таких научно-производственных объектов,

*в рамках которых работают пункты или центры высокоинтенсивного производства под кураторством научно-исследовательских и учебных учреждений.*

Таким образом, партнерство государства и аграрных организаций и централизованная поддержка сельского хозяйства представляют собой второе главнейшее условие его перехода на интенсивный путь.

Исследование показывает, что многие разрозненные меры по обновлению данной отрасли должны быть консолидированы и на их базе разработаны целевые критерии общереспубликанской программы, подкрепленные стабильными государственными мерами, рассчитанными на длительную перспективу. Данная программа, как показывает опыт, должна иметь мультипликативный эффект и задействовать следующие основные группы факторов: экономические и технологические, законодательные и политические, организационно-управленческие, социальные и культурные.

Третье главнейшее условие перехода сельского хозяйства на инновационный путь сводится к организационному переформатированию всей системы хозяйствования, и прежде всего – к перестройке действующей организации сельскохозяйственного производства на кластерной основе.

Кластеры представляют собой производственно-сбытовые объединения товаропроизводителей и других участников в целях реализации их экономических интересов (внедрение инноваций, использование рациональных подходов, применение ресурсосберегающих технологий, достижение заданных критериев продуктивности и т.п.). Правда, в Беларуси кластерная организация сельского хозяйства пока не нашла широкого распространения и только еще проходит первые этапы своего становления. Поэтому в неотложном порядке предстоит теоретически, методологически и методически обосновать целесообразность и механизмы реализации кластерного подхода на практике, а также выполнить комплексную оценку позитивных признаков и реальных результатов, сдерживающих факторов и возможных рисков.

Нами установлено, что основными мотивами повышенного интереса к созданию и развитию кластеров и кластерных объединений в аграрной сфере экономики являются: относительно более высокая эффективность функционирования различных кластерных структур, которые по своей экономической сущности нацелены на рост объемов и качества производства; получение востребованной конечной

продукции, требуемой конкурентоспособности продаж, дополнительных доходов; использование новейших технологий; снижение транзакционных издержек товарообращения; взаимодействие с научными структурами и проведение совместных научных исследований.

Это связано с тем, что кластерная структура сельскохозяйственного производства основана на строгом применении ряда обязательных принципов, среди которых – территориальный (географический), базирующийся на учете положительных эффектов взаимодействия различных предприятий и организаций, выполняющих разные функции, но объединенных одним технологическим процессом выпуска конечной продукции; принцип налаживания устойчивых организационных и экономических связей между всеми участниками кластера; добровольного участия в его формировании и деятельности; выделения «ядра», или «главного звена» кластера, что предполагает наличие основной специализации; принцип государственно-сельскохозяйственного партнерства, предусматривающий программно-целевой метод взаимодействия государства и товаропроизводителей; паритетности экономических отношений, подразумевающий обеспечение сравнительно равных экономических условий хозяйствования и равновыгодность сотрудничества всех участников кластера; принцип социальной справедливости при определении степени мотивации и заинтересованности занятых работников.

Таким образом, создание и развитие в стране продуктовых аграрных кластеров позволит:

- *повысить эффективность, инвестиционную активность и инновационную направленность сельского хозяйства, усилить продовольственную безопасность страны и нарастить ресурсы для экспорта с высокой добавленной стоимостью;*
- *актуализировать методы оперативного и стратегического планирования аграрной сферы и государственного регулирования рынка сельхозпродукции на основе прямого государственно-сельскохозяйственного партнерства;*
- *обеспечить повышение эффективности с учетом последовательной реализации механизмов кластерной организации сельского хозяйства и формирования «точек роста» – или, по-иному, специализированных зон по получению наиболее качественной и востребованной продукции;*
- *целенаправленно проводить экономическую, инвестиционную, инновационную политику,*

*реализовать принцип производственной кооперации и агропромышленной интеграции для образования синергетического эффекта в процессе выпуска, обмена, распределения и потребления сельскохозяйственной продукции;*

- *наладить тесное взаимодействие науки и производства, тем самым существенно оптимизировав процесс перехода перспективных разработок от проекта к практической реализации.*

Полагаем, что в перспективе именно производственная кооперация и интеграция на основе кластерной структуры станет основным фактором устойчивости сельского хозяйства, механизмом перевода его на инновационно-инвестиционную модель, которая обеспечит отрасли опережающий рост и самофинансирование. ■

■ **Summary.** This research examines the role and importance of innovation, summarizes existing developments in this area and provides a modern scientific interpretation of both the definition of «innovation» and the pressing need for the continuous implementation of the latest scientific advances in the Agro-Industrial Complex. It's shown that examining innovation within the context of a management system allows for a more focused assessment of the effectiveness of innovation activities (from concept to product), identifying challenges and finding appropriate solutions, as well as selecting management tools and methods to achieve the desired outcome. It's concluded that, in the future, product cooperation and integration based on cluster organization will become the primary focus of agricultural sustainability, transitioning it to an innovation-investment model that will ensure the industry's accelerated growth and self-sufficiency.

■ **Keywords:** AIC, agriculture, investments, innovations, management, efficiency, clusters.

■ <https://doi.org/10.29235/1818-9857-2026-08-46-51>

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Гусаков В.Г. Каким быть кооперативно-интеграционным объединениям в АПК Беларуси // Белорусское сельское хозяйство. 2010. №2. С. 4–11.
2. Гусаков В.Г. Научные основы создания продуктовых компаний / В.Г. Гусаков, М.И. Запольский. – Мн., 2012.
3. Гусаков Е. Научная концепция эффективности кластерообразования агропромышленного комплекса // Аграрная экономика. 2019. №12. С. 18–24.
4. Гусаков Е. Перспективная модель функционирования организационно-экономического механизма кластерных объединений в АПК // Аграрная экономика. 2020. №8. С. 29–35.
5. Печенкина В.В. Воспроизводство и повышение эффективности использования земельных ресурсов сельского хозяйства: теория, методология, практика : автореф. дис. ... д-ра экон. наук : 08.00.05 / Моск. с.-х. акад. им. К.А. Тимирязева. – М., 2005.
6. Сулин М.А. Землеустройство : учеб. пособие / М.А. Сулин. – СПб., 2005.

Статья поступила в редакцию  
17.02.2026 г.



# Отраслевая лаборатория шинной промышленности

**Отраслевые лаборатории – это связующее звено между наукой и реальным сектором экономики, ориентированное на решение прикладных задач конкретных сфер народного хозяйства. Такие структуры разрабатывают технологии, технику, нормативно-техническую документацию, рекомендации и методы, необходимые для развития производства.**



**Ольга Кротова,**  
заведующий отраслевой  
лабораторией шинной  
промышленности  
Белорусского  
государственного  
технологического  
университета, кандидат  
технических наук, доцент

В советское время одним из флагманов отраслевой науки был научно-исследовательский институт шинной промышленности, который занимался конструированием шин, разработкой технологий и рецептур резин, теоретическими и поисковыми исследованиями в этих направлениях. Однако с развалом СССР белорусские шинники остались без научного сопровождения. Восполнить этот пробел было решено за счет создания научной отраслевой лаборатории шинной промышленности. Она была образована в 2014 г. БГТУ совместно с открытым акционерным обществом «Белшина» в целях формирования отраслевого образовательно-научно-производственного пространства с заинтересованными организациями и ведомствами и в рамках реализации постановления

Совета Министров Республики Беларусь от 30.03.2013 г. №240 «О повышении эффективности взаимодействия организаций – заказчиков кадров и учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет» и реорганизации отдельных учреждений образования», а в 2017 г. переименована в отраслевую лабораторию шинной промышленности (ОЛШП).

В ней выполняются научно-исследовательские, опытно-конструкторские и опытно-технологические работы в интересах ОАО «Белшина»; комплексно решаются технико-экономические задачи, совершенствуются системы конструирования шин и формующих инструментов и технологии переработки эластомеров, исследуется влияние рецептурных и конструктивных факторов на технологические параметры выпуска полуфабрикатов и готовой продукции; создаются высокоэффективные технологии и совершенствуются действующие производства для изготовления конкурентоспособной продукции, не уступающей по качеству лучшим зарубежным аналогам. Это достигается за счет установления зависимостей химических превращений ингредиентов эластомерных композиций на раз-

личных стадиях технологического процесса производства шин, создания и внедрения на ОАО «Белшина» инновационных технологий переработки эластомеров. К тому же в лаборатории разрабатываются практические рекомендации по повышению эффективности действующих производств объединения путем комплексного решения существующих технико-экономических и экологических проблем на основе изучения причинно-следственных связей в существующих химико-технологических системах «конструкция – сырье – технология переработки эластомеров – качество полуфабрикатов – производительность – себестоимость продукции – экология», апробируются и вводятся в эксплуатацию наукоемкие технологии и технологические решения ученых БГТУ. Значительна роль ОЛШП во внедрении в образовательный процесс инновационных технологий и в усилении практико-ориентированной направленности интегрированной системы подготовки специалистов для ОАО «Белшина». В лаборатории выполняется программа научного сопровождения по обеспечению создания новых типоразмеров шин ОАО «Белшина».

В августе 2017 г. концерном «Белнефтехим», Министерством образования Республики Беларусь и Национальной академией наук Беларуси была утверждена Программа научного сопровождения по обеспечению создания новых типоразмеров шин в ОАО «Белшина». Для реализации задач требовалось существенное обновление материально-технической базы. Усилиями руководства БГТУ и ОАО «Белшина» ОЛШП была оснащена современным технологическим оборудованием – лабораторными вальцами для разработки резиновых смесей и лабораторным штифтовым экструдером (Rubicon, Германия) для изучения процессов профилирования резиновых полуфабрикатов, сформирован и тщательно проработан перечень испытательного и аналитического оборудования.

В 2017 г. по предложению объединения началась подготовка к открытию филиала отраслевой лаборатории на площадях инженерно-технического центра предприятия. И уже в 2019 г. была подана совместная заявка на финансирование ОЛШП из средств республиканского централизованного инновационного фонда, которая включала 7 единиц исследовательского оборудования, предназначенного для решения комплекса исследовательских задач. В результате были поставлены новейшие установки и оборудование, обеспечившие новый уровень научного сопровождения шинного производства.

Лабораторный прибор для испытаний на истирание и проскальзывание LAT-100 с программным обеспечением (VMI, Нидерланды) необходим по причине повышенных требований, касающихся безопасности и экологичности современных шин. Выпуск их опытных образцов и

проведение дорожных испытаний дорогостоящи, а лабораторный прибор LAT-100 позволяет в значительной степени сократить расходы. Кроме того, еще на стадии составления рецептур появилась возможность определения таких эксплуатационных характеристик, как сопротивление истиранию, качению, сцепление с дорогой (сухое и влажное покрытие).

Комплексная термоаналитическая лаборатория, в составе которой динамический механический анализатор, дифференциальный сканирующий калориметр, синхронный анализатор (ДСК/ТГА), интерфейс переноса выделяющихся газов для соединения ТГА анализатора и ИК-Фурье спектрометра, решает целый ряд задач.

Динамический механический анализатор предназначен для изучения самых различных образцов: полимеров, эластомеров, композиционных материалов, порошков. С его помощью возможно исследование различных свойств материалов и протекающих в них процессов: температуры стеклования, интенсивности демпфирования, теплосопrotivления, возможен анализ порошкообразных образцов.

Дифференциальный сканирующий калориметр по тепловому потоку позволяет реализовать все возможности измерения количества теплоты, в том числе модулированный ДСК (МТ-ДСК).

Термогравиметрический / дифференциально термический анализатор предназначен для одновременного выполнения термогравиметрического и дифференциального термического анализа одного и того же прототипа в режиме реального времени. Благодаря инновационной конструкции сенсорного элемента и компактному дизайну измерительной ячейки прибор идеально

подходит как для научных исследований, так и для проведения простых регулярных анализов.

В оснащение лаборатории входит установка для определения удельной поверхности и сорбционного объема наполнителей резиновых смесей, абсортометр в комплекте с гидравлическим прессом для сжатия образца с поставкой дибутилфталата, универсальный анализатор полимеров на основе геля-проникающей хроматографии, прибор для автоматического измерения температуры плавления капиллярным методом.

Следует отметить, что изменения, вносимые в рецептуру, в лучшем случае позволяют повысить износостойкость на 10% в лабораторных условиях. В реальной ситуации эта цифра нивелируется факторами эксплуатации: маршрутом, манерой вождения и т.д. Тем более, что до получения результата проходит не менее года, и зачастую по вышеупомянутым причинам они носят противоречивый характер. Лабораторный прибор LAT-100 совместно с DMA GABO EPLEXOR позволяет в значительной степени сократить этот отрезок времени. Кроме того, еще на стадии составления рецептур появляется возможность спрогнозировать эксплуатационные характеристики и топливную экономичность шин и проанализировать до 10 различных вариантов композиций.

Одна из задач отраслевой лаборатории – оказание технической и научной помощи действующему производству ОАО «Белшина» с целью обеспечения выпуска продукции высокого качества. Решению данных вопросов напрямую способствует применение термоаналитических приборов, в числе которых дифференциальный сканирующий калориметр и термогравиметрический анализатор (ДСК/ТГА), а также ИК-Фурье

микроскоп, установка для определения удельной поверхности и сорбционного объема наполнителей, абсортометр, прибор для автоматического определения температуры плавления. Этот арсенал позволяет расширить перечень проводимых испытаний, в том числе по международным методикам ASTM и ISO, усилить контроль качества поступающего для одобрения сырья от различных производителей и поставщиков, более грамотно подходить к разработке новых рецептур резиновых смесей, исследовать состав резин конкурентов.

ОЛШП имеет также универсальный анализатор полимеров на основе гелипроникающей хроматографии. Данный прибор очень важен для определения молекулярной массы и молекулярно-массового распределения каучука, в том числе натурального, потребление которого составляет не менее 50%. Наличие подобной информации дает возможность подбирать полимеры по их характеристикам в зависимости от назначения резин.

Отличительной особенностью приборов является их безоговорочная надежность, подтвержденная пользователями всего мира. Оборудование закупалось у таких мировых лидеров, как, например, VMI HOLLAND B.V. и Netzsch-Geratebau GmbH, и позволяет заниматься разработками новых рецептур с использованием наиболее подходящих ингредиентов с учетом технологии производства и специфики сырья.

В 2024–2025 гг. перечень оборудования значительно расширился. Его дополнили:

- **анализатор порезов и проколов**, обеспечивающий проведение исследовательских работ с целью оценки стойкости резин к таким повреждениям при циклических удар-

ных нагрузках, получения характеристик, коррелирующих с фактическими результатами полевых испытаний шин;

- **динамический флексометр**, испытания на котором дают данные о повышении температуры или об усталостной долговечности резины в заданных условиях. Анализ полученной информации позволит прогнозировать теплообразование в шинах в зависимости от рецептурных изменений;
- **машина для испытания резины на многократное растяжение при повышенных температурах**,



LAT-100



Абсортометр в комплекте с гидравлическим прессом для сжатия образца Absorptometer C



Динамический механический анализатор DMA GABO Eplexor

предоставляющая возможность определять усталостную выносливость резин при многократных деформациях – одно из важнейших испытаний, результаты которого позволяют судить о качестве готовых изделий, их поведении в процессе эксплуатации. Наличие температурной камеры не только значительно ужесточает условия тестирования, но и создает температурный режим реальной эксплуатации. Современная шина включает в себя более 15 различных деталей, состоящих из более чем 10 резин, каждая из которых проходит цикл испытаний на стойкость к действию многократных деформаций;

- **озоновая испытательная камера**, применяемая для оценки стойкости резин к растрескиванию под действием статической или динамической растягивающей нагрузки стандартных образцов либо технических изделий из резин или термоэластопластов. Прибор имеет возможность регулирования концентрации озона и скорости его потока, температуры и относительной влажности в соответствии с международными стандартами;
- **прибор для определения газопроницаемости резин** методом дифференциального и равного давления, используемый для проверки различных материалов: пластиковых, листовых пленок, высокопрочных соединений, листов, алюминиевой фольги, бутылок, мешков, банок, упаковки из пластика, резины, бумаги, стекла, металла и др. Тестирование дает возможность получить значения газопроницаемости, коэффициента растворимости, коэффициента диффузии и коэффициента проницаемости.

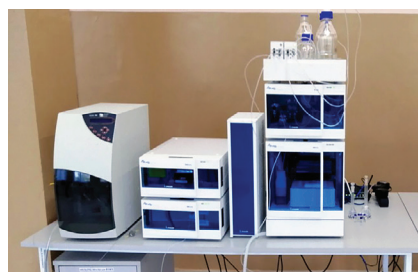


Взаимодействие ОЛШП с ОАО «Белшина» осуществляется в рамках заключенных договоров на проведение научно-исследовательских работ. С 2019 г. разработаны и внедрены:

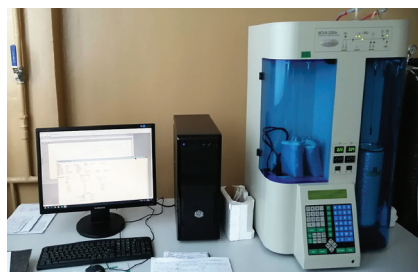
- **рецептура профилированных деталей каркаса, брекера, борта для цельнометаллокордных сверхкрупногабаритных шин (ЦМК СКГШ) 35–63 дюйма.** По испытаниям на динамо-механическом анализаторе на образцах резин из шин выявлено снижение уровня гистерезисных потерь на 30% при сохранении характеристик жесткости, что приводит к снижению теплообразования в нагруженном состоянии шины в указанной зоне;
- **рецептура протектора для ЦМК СКГШ 49–51 и 57 дюймов со сниженным теплообразованием.** Стеновыми испытаниями шин 46/90R57 модели BEL-232 с применением указанных рецептур было зафиксировано стабильное повышение уровня эксплуатационной производительности ТКВЧ на 25% и снижение температуры на 15 °С;
- **рецептура протектора ЦМК грузовых шин типоразмера 315/70R22,5 модели BEL-148M для проведения эксплуатационных испытаний в условиях УТП «БелшинаТранс».** Оценка мониторинга их состояния показала, что средняя интенсивность износа опытных изделий на 21,7% ниже, чем у серийных;
- **рецептуры для беговой части протектора легковых шин для повышения топливной экономичности.** Удалось расширить «магический треугольник», то есть снизить коэффициент сопротивления качению опытной резины в сравнении с серийной при сохранении ее сцепных характеристик и износостойкости;



Интегрированный ИК-Фурье микроскоп, включающий 2 модуля



Универсальный анализатор полимеров на основе гель-проникающей хроматографии Knauer Azura System



Установка для определения удельной поверхности и сорбционного объема наполнителей резиновых смесей NOVA 2200e

- **выпуск диафрагм собственного производства** с увеличением ходимости на отдельных типоразмерах на 30%;
- **новые режимы**, позволяющие сократить продолжительность вулканизации диафрагм более чем на 40%, повысив тем самым производительность оборудования и производственную безопасность предприятия;
- **ликвидация выцветания на поверхности вулканизатов ЦМК СКГШ химических ингредиентов.** Методом ИК-спек-

трометрии проанализирован серый налет на срезе ЦМК СКГШ и установлено, что искомым веществом является N',N'-дифенил-p-парафенилендиамин (DOX-1). В рецептуру резиновой смеси были внесены корректировки, учитывающие предел растворимости данного вещества;

- **улучшение конфекционных свойств обрезаемых металлокордных каркасов и брекеров ЦМК шин в 99,5% случаев.** Следует отметить, что мероприятия, учитывающие конъюнктуру рынка сырья, обеспечили экономический эффект по легковым протекторам на 1,5 млн руб., по ЦМК СКГШ – на более чем 3,0 млн руб.

В ОЛШП особое внимание уделяется подготовке кадров высшей квалификации для предприятия, направленной на профессиональное обучение специалистов, владеющих навыками планирования и самостоятельного проведения научных исследований, глубокими теоретическими знаниями. За период работы лаборатории выполнены и успешно защищены две диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.06 – «технология и переработка полимеров и композитов». В ближайшие 2–3 года к защите планируется еще 3 работы.

\*\*\*

Таким образом, деятельность отраслевой лаборатории шинной промышленности демонстрирует высокую эффективность и хороший инновационный потенциал. Ее работа основывается на четком реагировании науки на производственные запросы ОАО «Белшина», что позволяет создавать конкурентоспособную продукцию с повышенными эксплуатационными характеристиками. ■

# Постчернобыльские экосистемы:

## трансформации и перспективы

**Аннотация.** Приводятся данные разработанного прогноза изменения природно-растительных комплексов на чернобыльских землях для подкрепления принятия решений о сроках, перспективных направлениях и социально-экономической эффективности возврата их в оборот после снижения плотности загрязнения радионуклидами до приемлемых уровней. Анализ полученных результатов показывает, что более 85% участков, выведенных из сельскохозяйственного использования после аварии на Чернобыльской АЭС, в течение последующих 30 лет продемонстрируют увеличение уровня заболаченности, вызванное постепенным ухудшением дренажных характеристик почв и климатическими изменениями, и рост закустаренности в связи с естественным процессом сукцессии и практически полным отсутствием антропогенной деятельности, распашки земель и выпаса скота. Суммарная площадь всех участков, покрытых древесно-кустарниковой растительностью, к 2050 г. составит около 72% от общей площади земель, исключенных из оборота после катастрофы на ЧАЭС.

**Ключевые слова:** радиационно опасные земли, экосистема, сукцессии, зона отчуждения, природно-растительные комплексы, прогноз.

**Для цитирования:** Ласько Т., Никитин А., Танкевич Е., Симончик Ю., Куликова Е. Постчернобыльские экосистемы: трансформации и перспективы // Наука и инновации. 2026. №8. С. 56–62.

<https://doi.org/10.29235/1818-9857-2026-08-56-62>

### Тамара Ласько,

старший научный сотрудник  
лаборатории радиоэкологии Института  
радиобиологии НАН Беларуси;  
[t-lasko@yandex.by](mailto:t-lasko@yandex.by)

### Александр Никитин,

директор Института леса НАН Беларуси,  
кандидат сельскохозяйственных наук

### Елена Танкевич,

и.о. заведующего лабораторией  
радиоэкологии Института радиобиологии  
НАН Беларуси

### Юлия Симончик,

научный сотрудник лаборатории  
радиоэкологии Института радиобиологии  
НАН Беларуси

### Елена Куликова,

ведущий научный сотрудник  
лаборатории геоботаники и  
картографии растительности Института  
экспериментальной ботаники  
им. В.Ф. Купревича НАН Беларуси, кандидат  
биологических наук, доцент

Трагедия 1986 г., несомненно, оставила неизгладимый след в истории Беларуси. Но отечественная наука движется вперед и работает над тем, чтобы эта печальная страница не стала преградой на пути развития страны. Более 40 лет в Беларуси существуют территории, утратившие вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС свое хозяйственное значение как для агропромышленного комплекса, ведения лесного хозяйства, так и для проживания людей. Одновременно на состояние сельскохозяйственной отрасли оказывают существенное влияние глобальные изменения климата. Отмечен рост повторяемости засух, особенно на почвах легкого гранулометрического состава (песчаных и супесчаных), характерных для южных регионов Беларуси. Какие из этих земельных массивов можно будет вернуть в оборот в ближайшие десятилетия, а, главное, как их задействовать с пользой и безопасно для здоровья населения? Чтобы ответить на эти вопросы, необходимо рассмотреть складывающиеся тенденции комплексно. Рациональное использование, улучшение и охрана естественных кормовых угодий, в том числе пойменных, играет важнейшую роль в экономике республики. С увеличением поголовья крупного рогатого скота в районах, подвергшихся загрязнению, возрастает потребность в травяных кормах. В связи с тем, что почвы Гомельщины представлены в основном песками и легкими супесями, а также торфяниками, отмечается возврат к более интенсивной эксплуатации пойменных лугов.



Рис. 1. Заготовка сена на пойменных лугах прирусловой поймы р. Сож (а), выпас скота на пойменных лугах (б)

## Богатство, затопленное половодьем: почему оно так важно

Луга в Республике Беларусь занимают более 3,2 млн га (из них 5,2% приходится на долю пойменных); в Гомельской области всего 0,6 млн га, но пойменных – 92,1 тыс. га, или более половины (54,6%) всех таких лугов страны. Значительные их площади связаны с поймами крупных рек: Днепра, Сожа, Припяти и их притоков.

В Гомельской области 75% (в Могилевской – 28%) потенциально пригодных для сельского хозяйства земель расположены в затопляемых речных долинах. Данные участки можно задействовать только в качестве луговых угодий. Природные луга в пойме р. Сож – важные природно-ландшафтные комплексы и ценные естественные кормовые базы. Кроме того, многие здешние растения обладают лекарственными, эфиромасличными, пищевыми, медоносными и декоративными свойствами. Таким образом, луга имеют важное эстетическое и рекреационное значение. Но с развитием животноводческой отрасли роль этих зеленых пространств у берегов рек – Сожа в Гомельском, Ветковском, Чечер-

ском районах, Припяти в Мозырском и Петриковском и Днепра – в Жлобинском, Речицком, Лоевском и Брагинском – еще более возросла.

Пойменные земли используются в сельскохозяйственном производстве для выпаса скота и заготовки кормов (сено, сенаж, зеленая масса): условия на таких луговых участках мало пригодны для возделывания культур, но зато благоприятны для естественного выгула животных. На значительных площадях поймы (вся прирусловая и часть высокого уровня центральной зоны) размещаются постоянные пастбища. Данная тенденция усиливается в связи с наличием сухих лугов: здесь в основном проводится одноразовое скашивание травостоя, а во вторую половину лета эти площади задействованы как выгоны (рис. 1) [1].

Возможность использования данных территорий по мере снижения уровней радиоактивного загрязнения вследствие радиоактивного распада  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  во многом обусловлена происходящими процессами изменения природно-растительных комплексов.

В постчернобыльский период происходит естественный распад радионуклидов, за счет чего

убыль  $^{90}\text{Sr}$  составляет 2,35% в год,  $^{137}\text{Cs}$  – 2,27%. Благодаря этому все сельскохозяйственные угодья, в том числе и выведенные из оборота, из года в год все больше очищаются [2]. Однако вопрос о более активном возврате данных земель в оборот ставится еще и по другой причине: их культуртехническое состояние год за годом все более существенно ухудшается.

## Что происходит с лугами чернобыльской зоны

Изучение лугов всегда имело большое прикладное значение и было направлено на выработку практических рекомендаций по достижению их максимальной продуктивности и высоких питательных качеств сена. Важным моментом в работе с пойменными лугами выступают стационарные исследования функционирования экосистем, их популяционно-онтогенетическая характеристика, динамика урожайности, изменение соотношения агроботанических групп, агрохимическая характеристика почв. Объективная оценка продуктивности луговых травостоев наиболее достоверна на основании результатов долготлетних изысканий.



Растительный покров формируется на почве в соответствии с ее плодородием, физическим состоянием и водно-воздушным режимом. При отсутствии обработки грунт постепенно уплотняется, на нем развивается дернина, меняется состав трав, поселяются кустарниковые и древесные растения.

Ранее отсутствовали инструменты и методы, позволяющие с приемлемым уровнем неопределенности дать прогноз дальнейшему изменению почвенно-растительных комплексов на землях после резкой и продолжительной отмены интенсивного использования в аграрном производстве в природно-климатических условиях нашей страны.

Для решения задач по прогнозированию изменения природно-растительных комплексов, формирующихся на выведенных из сельскохозяйственного оборота землях, сотрудниками лаборатории радиоэкологии Института радиобиологии НАН Беларуси совместно с коллегами из Института экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купровича НАН Беларуси в рамках Государственной программы по преодолению последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС на 2021–2025 гг. были проведены исследования по изучению влияния временного фактора на изменение растительных ассоциаций на неиспользуемых радиационно опасных землях.

В ходе этих работ была создана компьютерная модель прогнозирования динамики природно-растительных комплексов на исключенных из производственных процессов агрогенных участках с применением информации аэрокосмической съемки, других доступных геопространственных данных и методов машинного

обучения. Такая модель позволяет увидеть динамику изменений в любой временной отрезок, вплоть до 2050 г., по заболоченности, закустаренности, видовому составу растений.

Опасность зарастания площади кустарником проявляется особенно сильно на суходольных сенокосах и пастбищах, где имеются условия для разрастания ивняков и формирования березово-черноольховых редин. Если до чернобыльской аварии на сенокосах и пастбищах не фиксировалось наличие кустарников



Рис. 2. Современное состояние луговых земель, выведенных из сельскохозяйственного оборота

и на них были лишь единичные сеянцы ивы, березы и ольхи черной, то со временем они переросли травяной покров, начали разрастаться и захватывать площадь. Наиболее интенсивно процесс зарастания древесно-кустарниковой растительностью идет возле одиночно растущих деревьев ольхи черной на понижениях пастбищ.

Современное состояние луговых земель, не используемых для нужд сельского хозяйства, представлено на рис. 2.

При прекращении сенокосения и выпаса, в особенности при отсутствии разливов рек, настоящие (эумезофитные) луга постепенно начнут зарастать древесно-кустарниковой растительностью, в основном ивами: остролистной (*Salix acutifolia* Willd.), пепельной (*Salix cinerea* L.), белой (*Salix alba* L.), трехтычинковой (*Salix triandra* L.), а также березой повислой, или бородавчатой (*Betula pendula* Roth.), осинкой обыкновенной (*Populus tremula* L.) и другими видами рода Тополь (*Populus* spp.), сосной обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), дубом черешчатым (*Quercus robur* L.).

Суходолы постепенно будут заняты березой повислой (*Betula pendula* Roth.) и сосной обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.). На влажных лугах верховых местоположений произойдет восстановление дубрав через предшествующий ему березняк, низинные луга с течением времени превратятся в леса из березы пушистой (*Betula pubescens* Ehrh.), осины обыкновенной (*Populus tremula* L.) или ольхи черной (*Alnus glutinosa* L.), которые в дальнейшем сменятся коренными типами из дуба черешчатого (*Quercus robur* L.) с примесью вяза гладкого (*Ulmus glabra* Pall.) и ясеня обыкновенного (*Fraxinus excelsior* L.).

Прогнозируется увеличение площадей, занятых формациями производных березовых и осиновых лесов. Снижение участия основной лесообразующей породы региона – сосны – может быть связано с тем, что естественное возобновление сосняков идет очень медленно. В этих условиях основное преимущество получают пионерные виды листовых пород. В так называемой лигнозной стадии деградации будут доминировать в зависимости от трофности почв береза повислая либо осина обыкновенная, а также образовываться заросли ивы (*Salix* spp.) [3].

Затем тенденция роста вторичных березовых и осиновых лесов должна будет замедлиться, поскольку данные сообщества являются предвестниками формирования типичных коренных ценозов с доминированием сосны обыкновенной и дуба черешчатого, однако темп таких изменений чрезвычайно низкий [4].

На антропогенно преобразованных местообитаниях, в том числе осушенных землях, возможно зарастание кленом ясенелистным (*Acer negundo* L.), робинией ложноакациевой (*Robinia pseudoacacia* L.), облепихой крушиновидной (*Hippophae rhamnoides* L.), рябиником рябинолистным (*Sorbaria sorbifolia* L.), грушей обыкновенной (*Pyrus communis* L.), вязом малым или полевым (*Ulmus minor* L.), видами яблонь (*Malus* spp.) и боярышника (*Crataegus* spp.) [5].

Остепненные луговые сообщества, которые в отсутствие сенокоса уже начали зарастать, будут трансформироваться в сплошные заросли древесно-кустарниковой растительности с небольшими «окнами» луговых растений. Заселение будет проис-

ходить в основном следующими видами: сосной обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), яблоней лесной (*Malus sylvestris* L.) и яблоней домашней (*Malus domestica* L.), грушей обыкновенной (*Pyrus communis* L.), ивой козьею или древовидной (*Salix caprea* L.), березой повислой (*Betula pendula* L.). Из кустарников будут преобладать: ива остролистная (*Salix acutifolia* Willd.) и белая (*Salix alba* L.), крушина ломкая (*Frangula alnus* L.), жостер слабительный (*Rhamnus cathartica* L.), а также виды рода Роза (*Rosa* spp.) и рода Боярышник (*Crataegus* spp.). Из инвазивных древесных растений в данные фитоценозы может внедряться робиния ложноакациевая (*Robinia pseudoacacia* L.), которая способна образовывать сплошные труднопроходимые заросли, а также клен ясенелистный (*Acer negundo* L.).

Для более чем 85% участков закустаренность увеличивается с течением времени, что связано с естественным процессом сукцессии и практически полным отсутствием антропогенной деятельности, распахки земель и выпаса скота. Средний рост этого показателя – 2–4% за десятилетие, в зависимости от начальных условий. Суммарная площадь всех участков, покрытых деревьями и кустарниками, к 2050 г. составит около 72% от общей площади неиспользуемых земель. Болота, флора которых на исследуемой территории, согласно прогнозам, займет 4563,9 га, будут занимать лишь на 1,8% меньше территории за счет формирования древесно-кустарниковых массивов (те, в свою очередь, расширятся на 6,7% – до 22 842,4 га).

На участках с закустаренностью более 80% в настоящее время наблюдается стабилизация процессов зарастания. К 2050 г.

они достигнут значений, близких к максимальным (95–100%). Поэтому такие земли нецелесообразно вводить в сельскохозяйственный оборот с экономической позиции. Эти территории рациональнее перевести в гослесфонд.

При реабилитации лесопокровных площадей речь должна идти не только о древесном сырье, но и о многочисленных составляющих лесного фитоценоза – кустарниковых и травянистых растениях, которые способны не только накапливать в себе значительные запасы радионуклидов, но и оказывать заметное воздействие на процессы в корнеобитаемых горизонтах лесных почв [6].

При прогнозировании изменения природно-растительных комплексов, формирующихся на выведенных из сельскохозяйственного оборота землях, были разработаны модели сукцессионных процессов в основных типах растительности с учетом данных дистанционного зондирования Земли и результатов наземных обследований. Созданный инструментальный был применен для подготовки прогноза изменения растительности на радиационно опасных землях, пустующих после аварии на Чернобыльской АЭС, что важно для адекватной оценки перспектив и направлений их использования, а также затрат на возврат подобных территорий в хозяйственный оборот в различные сроки после прекращения хозяйственной деятельности.

На основе подготовленной технологии тематического дешифрирования материалов космической съемки для оценки текущего состояния природной флоры и наземных характеристик разработаны цифровые карты растительности (как существующей, так и ожидаемой в будущем), позволяющие получить



среднесрочный прогноз изменения природно-растительных комплексов на выведенных из сельскохозяйственного оборота землях. Благодаря этой работе созданы цифровые геоботанические карты этих территорий по 19 районам Гомельской и 11 районам Могилевской областей.

Современные виды космической съемки и технологии их обработки позволяют проводить глубокий анализ структуры и пространственных взаимосвязей объектов флоры, что помогает извлекать подробную информацию об их характеристиках в пространственном и временном аспектах. Это делает возможным выполнение детального картографирования и ресурсной оценки природных растительных сообществ [7].

С учетом знаний о сукцессионных сменах зеленого покрова были составлены цифровые карты современной и прогнозной растительности (до 2050 г.), формирующейся на участках, исключенных из перечня безопасных по радиационному фактору. Фрагменты этих цифровых ресурсов представлены на рис. 3.

На пойменных заливных лугах распространены следующие виды травянистой растительности: мятлик луговой (*Poa pratensis* L.), полевица белая (*Agrostis alba* L.), лисохвост луговой (*Alopecurus pratensis* L.), из разнотравья – лютик ползучий (*Ranunculus repens* L.), лапчатка гусиная (*Potentilla anserina* L.) и др. На пониженных участках поймы преобладает мятлик болотный (*Poa palustris* L.), канареечник тростниковидный (*Phalaris arundinacea* L.), щучка дернистая (*Deschampsia cespitosa* L.), осоки (*Carex* spp.), вейник наземный (*Calamagrostis epigejos* L.), полевица тонкая (*Agrostis capillaris* L.), вер-

бейник обыкновенный (*Lysimachia vulgaris* L.), лютик ползучий (*Ranunculus repens* L.), дербенник иволистный (*Lythrum salicaria* L.).

На суходольных лугах растительность бедная и состоит в основном из разнотравья: тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium* L.), подорожник большой (*Plantago major* L.), щавель кислый (*Rumex acetosa* L.), кульбаба осенняя (*Scorzonera autumnalis* L.), погребок (*Rhinanthus minor* L.), черноголовка обыкновенная (*Prunella vulgaris* L.), мелко-

пестник канадский (*Erigeron canadensis* L.), крапива двудомная (*Urtica dioica* L.), ежовник обыкновенный, или куриное просо (*Echinochloa crus-galli* L.); из злаков встречаются белоус торчащий (*Natschia stricta* L.), щучка дернистая (*Deschampsia cespitosa* L.), пырей ползучий (*Elytrigia repens* L.). Растительный покров низинных и пойменных болот характеризуется преобладанием различного рода злаковых трав с большой примесью крупных осок (*Carex* spp.), тростника (*Phragmites communis* Trin.),

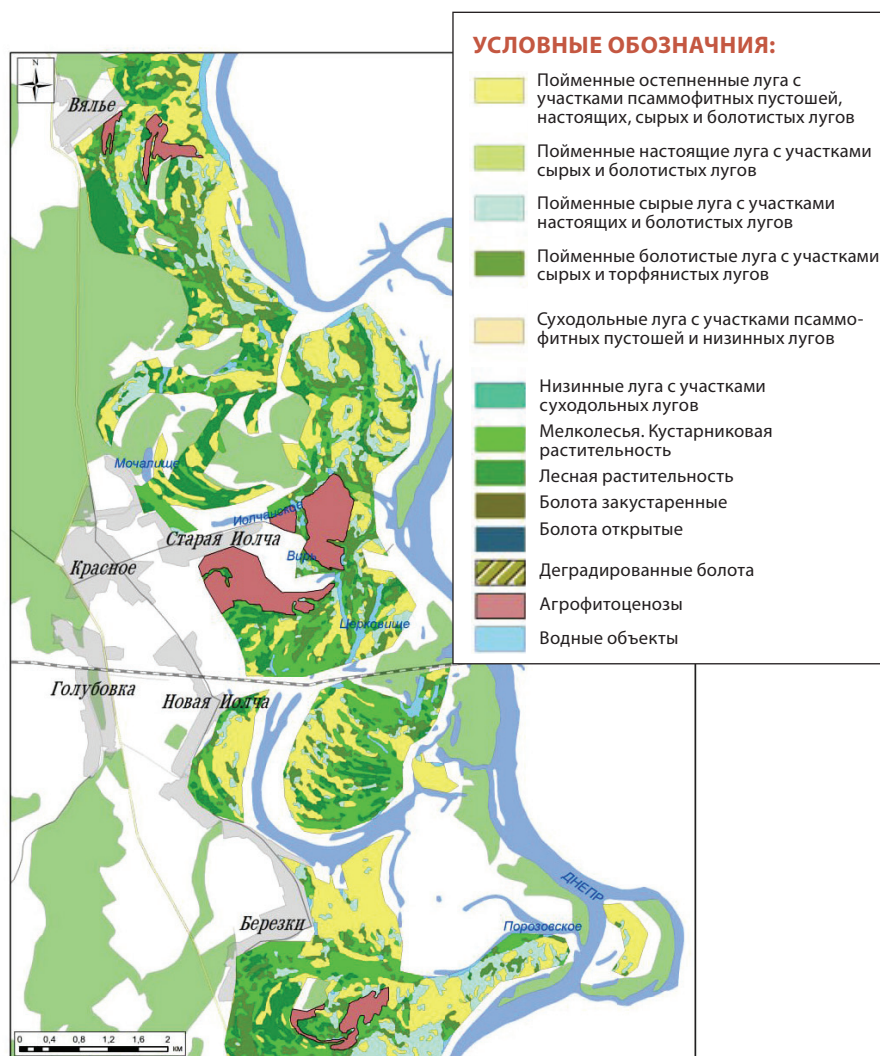


Рис. 3. Цифровая карта современной растительности на землях, выведенных из сельскохозяйственного оборота после аварии на Чернобыльской АЭС



рогоза широколистного (*Typha angustifolia* L.), сабельника болотного (*Comarum palustre* L.), хвоща болотного (*Equisetum palustre* L.) и хвоща топяного (*Equisetum fluviatile* L.).

На пониженных участках покрытие почвы травами сплошное – 90–100%, на суходолах – 60–70%. Леса и кустарники представлены в основном следующими лесными породами: береза, осина, ольха, ель, сосна, реже дуб, ива, крушина и т.д. Травянистый покров в лесу состоит из мятлика лугового, белоуса, чабреца, вереска, папоротника и других растений. В заболоченных лесах встречаются осоки, ситник, лютик ползучий, щучка дернистая и др., на болотах произрастают кустарнички, осоки.

Суходольные сенокосы при отсутствии деревьев-обсеменителей зарастают преимущественно ивняками, на которых формируются березово-черноольховые редины. Более интенсивно данные процессы идут на повышенных вейниковых участках сенокосов, где наблюдается до 1800 шт/га кустов ив со средней высотой около 120 см. Площадь их крон занимает около 12,4% всего пространства почвы, и тенденция превращения таких сенокосов в ивняки очевидна.

## Перспективы пустующих земель

В целом процессы смен растительности на сенокосах и пастбищах после прекращения пользования ими в определенной мере настораживают. Вместо продуцирующей сельскохозяйственной площади можно получить не продуцирующую закусаренную, что вынудит при реабилитации этих земель начинать с куль-

туртехнических мероприятий. На значительной части таких участков не будут получены и полноценные насаждения, если ориентироваться на естественное их облесение. При передаче этих земель в лесфонд они попадут в категорию безлесных или закусаренных, что равноценно выбытию их из категории продуцирующих. Следовательно, с учетом имеющегося естественного возобновления такие участки необходимо искусственно облесить, то есть засаживать способными здесь произрастать древесными породами.

По прогнозам, ареал естественной луговой растительности сократится на 1358 га, или на 7% (по сравнению с современной оценкой). Предполагается, что площадь пойменных лугов составит 16 118,1 га (–3,4%), внепойменных – 967,8 га (–45,1 %). Так как вторая категория лугов сформировалась и поддерживается в открытом состоянии благодаря традиционной хозяйственной деятельности человека – сенокосению и выпасу скота, то тенденция их зарастания при неиспользовании сохранится.

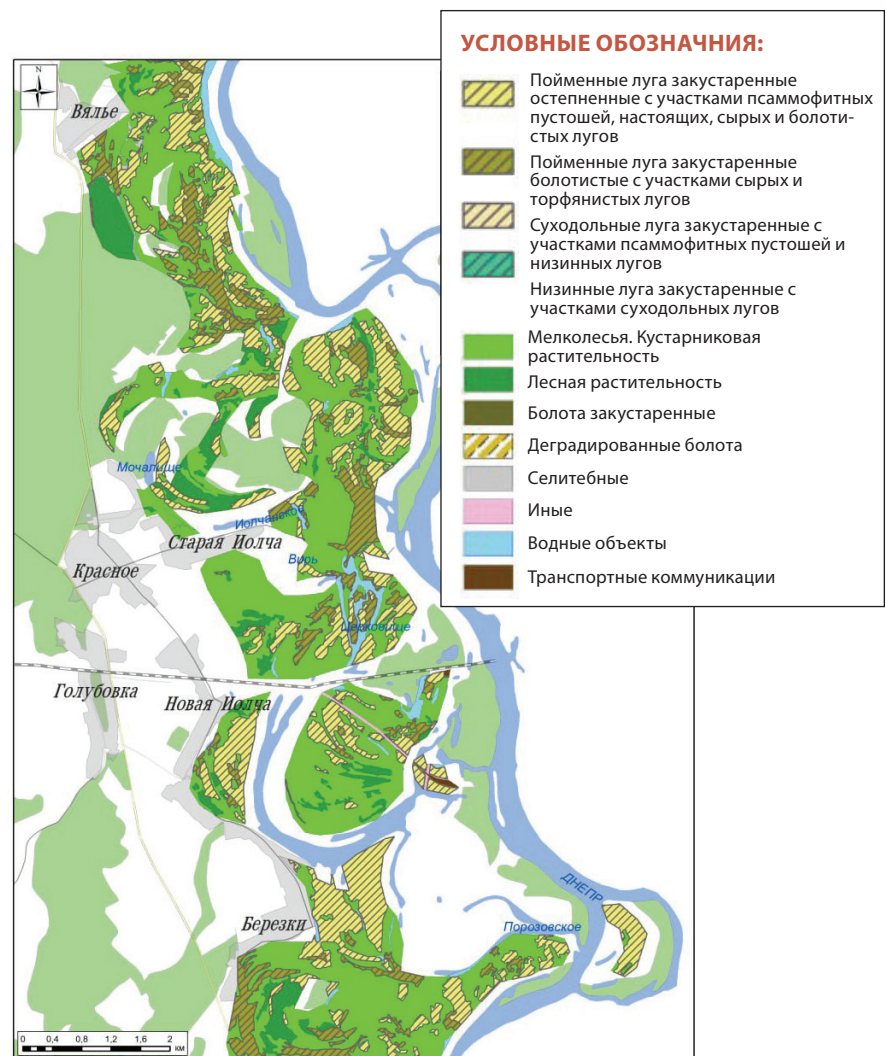


Рис. 4. Цифровые карты прогнозной растительности, формирующейся на землях, выведенных из сельскохозяйственного оборота после аварии на Чернобыльской АЭС

Остепненные пойменные луга будут занимать 3785,2 га. На коси- мых остепненных пространствах травостои сообществ будут сохра- няться, так как развитию древес- но-кустарникового яруса будет препятствовать сенокосение и легкий гранулометрический состав почв, при котором прои- сходит быстрый сход полых вод; некоторые участки некосимых остепненных лугов также оста- нутся стабильными.

В большинстве случаев темп зарастания равняется 1–2% за десятилетие при средней заку- старенности выше 80%. Макси- мальное значение этого показате- ля (>90% к 2050 г.) ожидается на участках, расположенных в непо- средственной близости к водое- мам в поймах рек, а также на забо- лоченных территориях.

Полученные результаты позво- ляют оценить возможность и эко- номическую целесообразность возврата данных земель в сель- скохозяйственное пользование. Для основной доли выведенных из хозяйственного оборота уго- дий препятствием для их рекуль- тивации является очень длитель- ный период окупаемости необхо- димых затрат.

Созданы и активно задействи- ваются в исследованиях чернобыль- ских территорий такие новые тех- нологии, как:

- компьютерная модель прогнозирования динамики природно-растительных комплексов на исключенных из пользования агрогенных участках с учетом данных аэрокосмической съемки, других доступных гео- пространственных све- дений и методов машин- ного обучения;
- методика полевого этало- нирования материалов дис- танционного зондирования

■ **Summary.** Decision-making on the timing, prospective trends and socio-economic efficiency of recultivated lands after reducing the levels of radionuclides contamination to acceptable levels should be supported by the results of the proposed forecast on changes in natural plant complexes. Analysis of the achieved results shows that more than 85% of the areas withdrawn from agricultural usage after the Chernobyl accident will result in an increase in the level of swampiness over the next 30 years. This is mostly due to the gradual deterioration of soil drainage characteristics and climate change. For more than 85% of the plots, the bushiness increases over time, which is associated with the natural process of succession and the almost complete absence of anthropogenic activity, plowing of land and grazing of livestock. The average growth of bushiness for all plots is 2–4% of the current state per decade, depend- ing on the initial conditions. The total area of all plots covered with trees and shrubs by 2050 will be about 72% of the total area of land excluded from agricultural usage after the Chernobyl catastrophe.

■ **Keywords:** radiation hazardous lands, ecosystem, successions, exclusion zone, natural plant complexes, forecast.

■ <https://doi.org/10.29235/1818-9857-2026-08-56-62>

*земли природных расти- тельных сообществ;*

- *прогноз изменения природ- но-растительных комплек- сов на землях, выведенных из сельскохозяйственного обо- рота, до 2050 г. (Гомельская и Могилевская области).*

С их использованием сформи- рованы цифровые карты расти- тельности (современной и про- гнозной), позволяющие получить среднесрочный прогноз изме- нения природно-растительных сообществ на указанных земель- ных массивах, с применением результатов наземных обследо- ваний и дистанционного зонди- рования до 2050 г. (рис. 4).

Разработки, предназначенные для повышения эффективно-

сти планирования и реализации мероприятий, направленных на преодоление последствий аварии на ЧАЭС с учетом естественных процессов изменения территорий, переданы на безвозмездной основе специалистам, непосредственно проводящим такую работу: в Глав- ное управление по проблемам лик- видации последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС Гомель- ского областного исполнитель- ного комитета и Управление по преодолению последствий ката- строфы на Чернобыльской АЭС и чрезвычайным ситуациям Могилев- ского областного исполнитель- ного комитета. ■

Статья поступила в редакцию  
07.07.2026 г.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ласько Т.В. Пойменные земли – резерв кормов для животноводства на загрязненной радионуклидами территории / Т.В. Ласько // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства: сборник научных трудов / гл. ред. В.В. Великанов. – Горки, 2022. Вып. 25. В 2 ч. Ч. 1. С. 150–157.
2. Рекомендации по использованию возвращаемых в оборот загрязненных радионуклидами сельскохозяй- ственных земель / А.Г. Подоляк, Т.В. Ласько, С.А. Тагай. РНИУП «Институт радиологии» – Мн., 2015.
3. Козубов Г.М. Радиобиологические исследования хвойных в районе чернобыльской катастрофы / Г.М. Козу- бов, А.И. Таскаев. – М., 2002.
4. Фитоценотический и цитогенетический мониторинг в условиях хронического облучения в зоне ЧАЭС. Экологический статус загрязненных территорий / Я.П. Дидух [и др.]. – Мн., 1995.
5. Послеаварийная динамика флоры и растительности в районе белорусского сектора зоны отчуждения Чернобыльской атомной электростанции / Д.Г. Груммо [и др.] // Вестник СПбГУ. Науки о Земле. 2023. Т. 68, №3. С. 505–527.
6. Ипатьев В.А. Лес. Человек. Чернобыль. Основы радиэкологического лесоводства / В.А. Ипатьев [и др.]. – Гомель, 2005.
7. Груммо Д.Г. Наземные и дистанционные методы оценки состояния экосистем особо охраняемых природных территорий / Д.Г. Груммо [и др.]; под общ. ред. Д.Г. Груммо, А.В. Судника. – Мн., 2023.



Фото Елизаветы Юшко-Садовской

**Татьяна Тетеринец,**  
ученый секретарь Института экономики НАН  
Беларуси, кандидат экономических наук, доцент

# Когда далекое становится близким

## Формирование собственного человеческого капитала

В экономике есть понятие «инвестиции в человеческий капитал», но в реальной жизни эти инвестиции часто начинаются неосознанно. Понимала ли я в начале пути, что моим призванием станет наука? Вовсе нет. При поступлении в вуз я выбрала экономическую специальность отчасти потому, что это направление на тот момент было наиболее востребованным и распространенным. Я видела себя экономистом, бухгалтером, возможно, банковским работником, но точно не исследователем. Звания «доцент», «профессор» казались чем-то далеким, слабо достижимым, может, из-за того, что на тот момент я имела очень расплывчатое представление о деятельности ученого. И когда уже на 3-м курсе университета я приняла решение поступать в аспирантуру, оно было обусловлено не стремлением погрузиться в научные изыскания, не жадой открытий, а совсем другими причинами. Мне очень нравилось учиться. Жизнь казалась прекрасной, учеба давалась легко, и я думала, что аспирантура – это такая же череда лекционных, семинарских и практических занятий

в период семестров, зачеты и экзамены «автоматом», а потом ты кандидат наук. Сегодня сложно ответить на вопрос, какую роль сыграло в моей жизни это незнание, ведь история не имеет сослагательного наклонения. Но именно этот выбор в итоге стал основным вектором в моей судьбе.

Окончив с отличием университет, получив рекомендацию, собрав весь пакет необходимых документов, сдав вступительные экзамены и пройдя конкурсный отбор, я была зачислена в аспирантуру на заочное отделение при Научно-исследовательском экономическом институте Министерства экономики Республики Беларусь (НИЭИ) и принята на должность младшего научного сотрудника отдела воспроизводства основных фондов и амортизационной политики. Место работы и наименование структурного подразделения определило направление моих исследований и тему кандидатской диссертации.

По мере вхождения в исследовательский процесс и осмысления сути своей работы я ожидала привычного учебного алгоритма. Хотелось четкого плана



действий, очерченного круга задач, которые я буду добросовестно решать для достижения своей цели – получения степени кандидата наук. По ассоциации с университетом мне казалось, что главное дело сделано: я поступила, а остальное, в том числе заветный диплом, – дело техники. Статусность, авторитет докторов и кандидатов наук просто витали в воздухе, и мне хотелось скорее оказаться в кругу этих людей.

Иллюзии рассеялись быстро. Я осознала, что подготовка диссертации – это долгий, трудоемкий процесс, успех которого зависит исключительно от собственной организованности, самостоятельности и целеустремленности. Я взялась за дело с огромным рвением. И это при том, что дома не было понимания со стороны мужа, а сама я уже готовилась стать мамой.

И тут неожиданный удар. Руководство структурного подразделения, в котором я работала, а также некоторые коллеги по цеху не разделили моих стремлений, недвусмысленно намекая: лучше уйти. И я ушла. В декрет.

Но эта пауза подарила мне главное интуитивное открытие. Научное исследование – не отрезок времени, а непрерывный жизненный процесс. Каждая написанная глава диссертации – это этапы моей жизни, оппоненты – мои сомнения и вызовы, а научный руководитель – мой собственный опыт.

## Эффективность управления внутренними ресурсами

Я стала мамой. Дочурка Виктория – моя первая победа над бесконечной чередой больничных коек и стационаров. Но она открыла для меня окно в совершенно другой мир. Диссертация отодвинулась на второй план. Тот период жизни сложно назвать безоблачным: распалась семья, ушел из жизни папа. Мое возвращение в институт оставалось под вопросом, но все изменил один телефонный звонок заведующего аспирантурой Галины Ивановны Никитенко, которую я до сих пор вспоминаю с теплотой и уважением: «Освободилось место в аспирантуре на очное отделение». Это был судьбоносный сигнал в моей жизни.

Передо мной встал жесткий выбор: продолжать ли обучение, возвращаться ли в институт, стоит ли вообще бороться за диссертацию? С совсем не риторическим вопросом «Что делать?» я пришла за советом к своему научному руководителю, директору института Степану Степановичу Полонику. Ведь мне действительно нравилось исследовать, хотелось завершить начатое. Дилемма была одно-

временно проста и сложна, как закон единства и борьбы противоположностей: если оставаться в науке, то только здесь. Если уходить – значит, полностью менять сферу и искать себя заново.

Я благодарна Степану Степановичу за поддержку и понимание. Он сказал: «Твоя задача – завершить диссертацию». Меня перевели в отдел экономико-математического моделирования. Возглавлял его Михаил Константинович Кравцов – человек, чей профессиональный авторитет в институте был непререкаем. Здесь царила строгая дисциплина: поручения не обсуждались, замечания принимались безоговорочно, а любые рекомендации были аксиомой, не требующей доказательств.

Сказать, что это было «золотое» время – не сказать ничего. Наш отдел состоял из молодых, инициативных, творческих людей, объединенных атмосферой взаимопонимания и поддержки. Подготовка и сдача отчетов, написание научных статей, участие в конференциях удивительным образом переплетались с турслетами, совместными праздниками, поездками выходного дня. Были успехи и поражения, жаркие дискуссии и компромиссы, а главное – абсолютная взаимовыручка. В это сложно поверить, но мы с нетерпением ждали окончания отпуска, чтобы поскорее вернуться на работу, в нашу общую семью. Такая яркая жизнь ничуть не мешала исследованиям, генерации идей и саморазвитию. Весомое доказательство значимости авторских разработок – их внедрение в реальный сектор экономики, работу органов государственного управления, коммерческих организаций, учреждений образования. Когда видишь, что твои научные результаты нашли эмпирический отклик в деятельности Министерства экономики Республики Беларусь, Минского тракторного завода, ГПО «Белтопгаз», приходит осознание, что ты на правильном пути, твой труд нужен, он приносит осязаемую пользу. Это вдохновляет и дает силы идти вперед. Время, конечно, внесло свои коррективы. Кто-то из нашей команды до сих пор работает в институте, кто-то кардинально сменил вектор и ушел в другую сферу деятельности, а кого-то, к огромному сожалению, уже нет с нами. Но то наше единство осталось навсегда.

В этой прекрасной суете упорядоченного хаоса научного познания и родилась моя диссертация. Отнеся в очередной раз свои материалы Степану Степановичу, я привычно ждала, когда он вызовет меня и опять укажет на недочеты, скорректирует направление, и я займусь работой над ошибками. Хорошо помню тот день, когда услышала от него

важные для меня слова: «Татьяна, пределов совершенству нет. Пора заканчивать с диссертацией. Ты готова к защите».

И опять завертелось: вычитка, подготовка документов, предварительная экспертиза, оппонирование, защита и... заветная открытка в почтовом ящике. Все как у всех. Вроде бы стандартный путь, через который проходят все, но в то же время для каждого он уникален. Трудоемко, тяжело, но важно и нужно. Мне необходимо было успеть довести дело до логического завершения. Для себя я определила такие временные границы: дочурка идет в первый класс, нужно справиться до школы. И успела! Успела потому, что за моей спиной стояли самые близкие люди – бабушка, мама и дочь. Мой незыблемый тыл, моя опора и моя бесценная поддержка.

## Новая глава

Со стороны может показаться – все, свершилось, можно передохнуть. Но в действительности присвоение ученой степени открыло новые горизонты в профессиональной деятельности. Закипела работа над проектами, началась преподавательская практика. Рецензирование научных работ и государственная экспертиза расширяли кругозор, заставляли глубоко погружаться не только в свою тему, но и в смежные направления. Руководство выполнением НИР требовало жесткой самодисциплины и принципиально нового уровня организации научной деятельности. Все это стремительно двигало карьеру: всего за год после защиты я прошла путь от научного сотрудника до заведующего отделом и ученого секретаря института. Эта должность потребовала полной самоотдачи, максимальной концентрации, быстрого реагирования и готовности ежеминутно принимать сложные решения и отвечать за них. Вдобавок ко всему на меня были возложены функции ответственного секретаря ежемесячного научного журнала «Экономический бюллетень НИЭИ». Времени на раскачку не было. Издание имело статус ВАК, поэтому должно было выходить строго по графику, и отправка тиража на почту стала моей личной ответственностью.

Работа ученого секретаря – это организация, координация и менеджмент исследовательской среды. Планы, отчеты, проведение конференций, семинаров и круглых столов, подготовка аналитики для вышестоящих инстанций – и это только вершина айсберга. Несомненно, такая многозадачность позволяла набирать уникальный опыт,

расширять круг персональных контактов, раздвигать границы познания и укреплять социальный статус. Однако и у этой медали была обратная сторона.

Мой муж, как и я, – исследователь, кандидат наук, доцент. Мы вместе работали в НИЭИ, где градус напряженности зашкаливал настолько, что времени на семью и дочурку практически не оставалось. Поэтому было принято важное решение о смене моей работы. Оно далось нелегко. Институт был родным, в нем я выросла и как личность, и как исследователь, своими были люди и даже стены. В нем я нашла друзей, с которыми до сих пор иду по жизни, встретила человека, с которым создала семью, приобрела богатый опыт профессиональной деятельности. Но семья – мой главный приоритет. Это константа.

Новым вызовом стало преподавание – искусство учить других. И будни обрели долгожданный баланс: семья, внутреннее спокойствие, вдохновляющая работа и дети (к этому моменту у нас родился еще и сыночек). Появилось время для простых житейских радостей: алмазной вышивки, походов в театр. Меня тепло принял коллектив Белорусского государственного аграрного технического университета. Это был интересный и важный период. Руководство вуза всегда поддерживало



С мужем



мои начинания, а я ими фонтанировала. Здесь тоже были свои успехи. В этот период я была удостоена гранта Президента Республики Беларусь в области образования, а мои студенты громко заявляли о себе, становясь призерами республиканских научных конкурсов. Десять лет в университете пролетели как один яркий миг.

## Резильентность ученого

Однако стремление к глубокому научному познанию никуда не исчезло. В 2020 г. я поступила в докторантуру при Институте экономики НАН Беларуси, куда и распределилась после ее окончания. И колесо жизни снова завертелось: подготовка докторской диссертации, серьезнейший пост ученого секретаря института, бесконечные планы и отчеты, международные конференции, семинары, а также координация выполнения подпрограммы «Экономика» в рамках ГПНИ на 2021–2025 гг. Для меня все это гораздо больше, чем просто работа. Это мощный источник познания, постоянное наращивание научного потенциала, сохранение и непрерывное воспроизводство моего собственного человеческого капитала.

Я тружусь среди настоящих профессионалов. Наш сплоченный коллектив и накопленный опыт позволяют эффективно выстраивать масштабные научные процессы. Конечно, по-прежнему катастрофически не хватает времени. Но для меня это лишь дополнительный стимул расти, искать баланс и бесконечно совершенствовать то, что я делаю.



Научно-организационный отдел Института экономики НАН Беларуси

Совсем недавно состоялось празднование знакового юбилея Института экономики – 95 лет со дня основания. Мы сумели организовать незабываемый, по-настоящему яркий, красивый праздник. И пусть мой стаж в стенах института пока небольшой, я горжусь тем, что смогла разделить этот момент со всеми коллегами. Впереди – новые амбициозные вызовы. Уже не за горами международная конференция, которую ежегодно проводит наше учреждение. На данном этапе мы успешно запустили новый цикл подпрограммы «Экономика» в рамках ГПНИ на 2026–2030 гг. Параллельно нужно закончить очередной важный проект, финансируемый БРФФИ, где я выступаю руководителем. И, конечно, моей главной личной вершиной остается докторская диссертация.

Как получается все это совмещать? Каждый раз я ищу оптимальное решение. Задачи дифференцируются по сложности, оперативности принятия решений, срокам исполнения, что определяет и алгоритм действий. Но это лишь техника. Главное – люди, твой коллектив, единая команда. Генри Форд когда-то сказал: «Заберите у меня мои деньги, заводы, станки и фабрики, но оставьте мне моих людей – и вскоре мы создадим заводы лучше прежних». Для меня это аксиома управления.

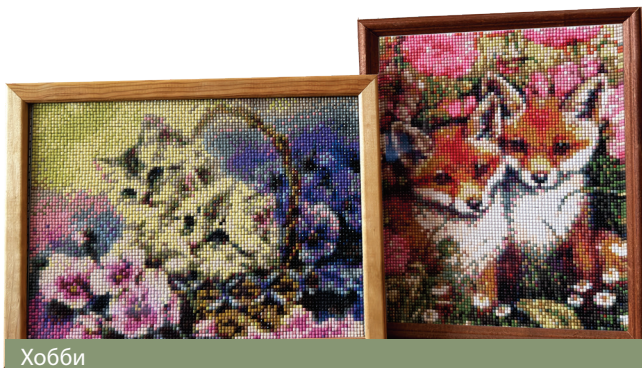
Тот же принцип работает и дома. В нашей семье нет слов «я» и «мое», а есть только «мы» и «наше»: наш дом, наши дети, наша мама, которая осталась у нас одна, наши общие радости и успехи. И если в дом приходит беда, она тоже одна на всех. Все общее, единое, целое...

## Рурализация как теория и практика

Являясь сторонником концепции рурализации – процесса, обратного урбанизации, развивая научные идеи сохранения и накопления сельского человеческого капитала, исследуя проблемы повышения эффективности экономики сельских территорий, я стараюсь реализовывать свои убеждения и научные подходы в собственной повседневной жизни. Наш загородный участок стал идеальным пространством, на котором мы обустроили дом, заложили фруктовый сад, выращиваем овощи. У меня огромный цветник. Весь сезон, сменяя друг друга, там цветут тюльпаны, ирисы, гортензии, флоксы, георгины, гладиолусы и хризантемы.

В течение недели накапливается усталость, стресс, напряжение. Интеллектуальный труд все-





объемлющ, а работа в академической сфере никогда не ограничивается установленным графиком. Ты постоянно думаешь о проектах, статьях, докторской. Но в конце этого рабочего марафона... всегда пятница. А это значит – малая родина, мамочка, наш мейн-кун Федор, любимый цветущий «огород» и обязательно баня. Все то, что помогает перезагрузиться и вернуть душевное равновесие.

## Сердце моей диссертации

Ученая степень кандидата наук, звание доцента, более 300 научных публикаций, в том числе несколько единоличных монографий, руководство проектами, участие в крупнейших форумах и конференциях, а теперь и стремление к защите докторской диссертации – все это колоссальный потенциал, который предстоит трансформировать в человеческий капитал.

Казалось бы, как на все хватает сил? Откуда черпается энергия, что вдохновляет? Ответ прост: все,



что меня окружает! И прежде всего – моя семья. Любящий и заботливый муж, ставший для меня и надежной опорой, и главным критиком, и мудрым советчиком. Доченька, которая давно выросла из роли просто ребенка и стала верной подругой, готовой всегда выслушать, теперь уже дипломированный психолог, который учит меня лучше «видеть» людей. Сынок, отдушина – его успехи в английском языке, теннисе для меня многократно дороже любых собственных достижений. И, конечно, мамочка. Пусть она не всегда рядом, но она есть, и для меня это самое ценное.

Наука сама по себе умеет заряжать. Исследовательский процесс – это вечный генератор. Подтвердилась гипотеза? Отлично. Опровергнута? Тоже результат, опыт и вклад в копилку человеческого капитала. Наука держит в состоянии постоянного поиска, а значит – непрерывного движения. Рабочие будни – это тоже источник вдохновения: когда загораются глаза девчат-коллег, когда получается то, что казалось невозможным, когда рецензент авторитетного журнала присылает положительный отзыв, когда утверждается новый проект. Из этих маленьких и больших «когда» складывается та самая энергия, которая заставляет расти и развиваться дальше. ■

## Правила жизни

- *Человек – не ресурс, а ценность. Взаимопонимание и уважение – основа всех взаимоотношений. Только при правильном использовании человеческий потенциал трансформируется в капитал.*
- *Отрицательный результат – тоже результат. Главное – работа над ошибками. Найди причину, проанализируй и двигайся дальше.*
- *Расставлять приоритеты не означает отодвигать на второй план. Иерархия задач оптимизирует способы достижения поставленных целей.*
- *Движение – это жизнь. Искать, познавать, изучать, творить. Основная задача – определить темп и направление. Иногда шаг назад – это старт для нового взлета.*
- *Самые главные достижения – это успехи моих детей. Все остальное вторично по отношению к этому.*

# ОЗИМАЯ РОЖЬ: сорта или гибриды F1?



**Эрома Урбан,**  
первый заместитель генерального  
директора по научной работе НПЦ  
НАН Беларуси по земледелию



**Станислав Гордей,**  
заведующий отделом озимых  
зерновых культур НПЦ  
НАН Беларуси по земледелию,  
кандидат биологических наук,  
доцент

Озимая рожь – традиционная для Беларуси культура. Она лучше других зерновых приспособлена к почвам с невысоким естественным плодородием. Ее сильно развитая корневая система обеспечивает хорошее усвоение питательных веществ, эффективное использование запасов влаги, способность противостоять засухе. Она устойчива к болезням, сорнякам, меньше чувствительна к предшественникам, типу почвы, кислотности, более пригодна к бессменному культивированию. Тем не менее в нашей стране, как и во всем мире, несмотря на рост урожайности, наблюдается уменьшение ее посевных площадей. Если в 1913 г. в Беларуси озимая рожь с урожайностью 6–8 ц/га занимала 2 млн га, то в 1980–1990 гг. прошлого века – 0,9–1,0 млн га [1], а в 2026 г. – 231 тыс. га.

**Т**акое сокращение обусловлено в основном расширением площадей озимых пшеницы и тритикале, рапса и в последнее время – озимого ячменя, продукция которых пользуется большим спросом. В итоге озимая рожь была вытеснена на самые низкоплодородные почвы и размещается по худшим предшественникам. Негативное влияние оказывает и частое несоблюдение основных элементов технологии ее возделывания. Как показало Государственное сортоиспытание (ГСИ), потенциал урожайности современных сортов этой культуры достаточно высок [2], однако в производственных

условиях реализуется менее чем на 50% [3] (рис. 1).

В связи с этим важную роль играет не только соблюдение технологии возделывания, но и проблема выбора сортов или гибридов F1 ржи в сельскохозяйственном производстве.

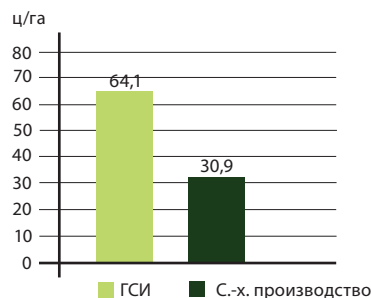


Рис. 1. Средняя урожайность озимой ржи в Госсортоиспытании и производстве, 2025 г.

## Сорта и гибриды F1: преимущества и недостатки

За последние годы создан ряд сортов и гибридов F1 ржи с высокой продуктивностью, зимостойкостью, устойчивостью к полеганию и предуборочному прорастанию зерна в колосе. В Государственный реестр сортов сельскохозяйственных растений на 2026 г. включено: 23 популяционных сорта и 4 гибрида F1 белорусской селекции; 3 популяционных сорта польской селекции и 24 гибрида F1 немецкой [4, 5].

Новые из тетраплоидных отечественных сортов – Камея 16, Росана, Залесная, Купалинка; из



диплоидных – Улисса, Жалейка, Ризона, Ветразь, Жниво. Они имеют достаточно высокий потенциал урожайности и пригодны для возделывания на всех типах почв. Так, максимальная урожайность сортов Ризона, Ветразь, Жниво в ГСИ (2025 г.) составила 107,0; 116,0; 123,0 ц/га соответственно. Также гибрид F1 Белги характеризуется высоким генетическим потенциалом урожайности (более 100 ц/га) – на уровне иностранных гибридов F1, что подтверждают результаты сравнительного изучения гибридного сорта Ризона и гибрида F1 Белги с тремя гибридами F1 немецкой селекции (табл. 1).

Как показано в табл. 1, сорт Ризона и гибрид F1 Белги находятся практически на одном уровне по урожайности и по качественным показателям с немецкими гибридами F1. При этом самый высокий показатель – у F1 Белги.

Результаты сравнительного изучения трех распространенных в сельскохозяйственном производстве диплоидных популяционных сортов и двух гетерозисных гибридов F1 ржи на опытном поле Научно-практического центра НАН Беларуси по земледелию показали, что при соблюдении всех элементов технологии гибриды F1 превосходят по урожайности популяционные сорта (табл. 2). В среднем по опыту такое превышение составило 18,4 ц/га.

В других, ранее проводимых нами исследованиях, а также в испытаниях Государственной инспекцией по испытанию и охране сортов растений [2] гибриды F1 превосходят по урожайности сорта на 10–20 ц/га. Однако в реальных условиях имеет место ряд факторов, ограничивающих ареал их возделывания.

По сравнению с предыдущими годами удельный вес белорусских

сортов в сельскохозяйственном производстве увеличился с 87% (2023–2025 гг.) до 91% (2026 г.), а иностранных гибридов F1 за 1 год сократился с 13% до 9% (рис. 2).

Около 34% посевов ржи в Республике Беларусь в настоящее время представлено тетраплоидными сортами (данные Минсельхозпрода). Акцент на такую рожь обусловлен ее высокой, доходящей до 90 ц/га продуктивностью, повышенной устойчивостью к полеганию, а также способностью формировать крупное зерно. В то же время эти сорта отличаются повышенной чувствительностью к неблагоприятным факторам внешней среды, имеют на 10–15% меньшую озерненность колоса, повышенную склонность к прорастанию, более требовательны к плодородию почвы, ее гранулометрическому составу, уровню минерального питания [6].

На легких почвах урожайность диплоидных сортов ржи по сравнению с тетраплоидными выше на 4,5–9,0 ц/га. Диплоидные меньше подвержены выпре-



Рис. 2. Удельный вес сортов и гибридов F1 в сельскохозяйственном производстве Беларуси в 2026 г.

ванию и вымерзанию, характеризуются высокой озерненностью колоса, имеют более развитую корневую систему, менее требовательны к условиям возделывания, более засухоустойчивы. В среднем по Госсортучасткам Беларуси диплоидная рожь превышает по урожайности тетраплоидную, исключение – Горецкая СС (рис. 3).

Несмотря на то что сорта диплоидной ржи в среднем по Беларуси показывают более

| Гибрид F1, сорт         | Страна происхождения | Средняя урожайность, ц/га | Качественные показатели |                     |
|-------------------------|----------------------|---------------------------|-------------------------|---------------------|
|                         |                      |                           | Содержание белка, %     | Число падения, сек. |
| Ризона                  | Беларусь             | 88,3                      | 11,9                    | 232                 |
| Белги                   | Беларусь             | 92,0                      | 12,4                    | 225                 |
| КВС Тайо                | Германия             | 79,8                      | 12,6                    | 241                 |
| КВС Серафино            | Германия             | 90,1                      | 12,0                    | 210                 |
| ЗУ Перформер            | Германия             | 91,3                      | 11,2                    | 235                 |
| <b>Среднее по опыту</b> |                      | <b>88,3</b>               | <b>12,0</b>             | <b>228</b>          |

Таблица 1. Характеристика гибридов F1 белорусской и немецкой селекции

| x              | Популяционные сорта |         |        | Гибриды F1  |          |
|----------------|---------------------|---------|--------|-------------|----------|
|                | Голубка             | Жалейка | Улисса | Белги       | КВС Тайо |
| x              | 63,5                | 66,2    | 72,7   | 92,0        | 79,8     |
| <b>Среднее</b> | <b>67,5</b>         |         |        | <b>85,9</b> |          |

Таблица 2. Урожайность сортов и гибридов F1 ржи, ц/га, 2025 г.



| Сорт        | Продуктивный стеблестой на 1 м <sup>2</sup> | Масса зерна с колоса, г | Биологическая урожайность, ц/га | Фактическая урожайность, ц/га | Поражение спорыньей (кол-во склероц/м <sup>2</sup> ) |
|-------------|---------------------------------------------|-------------------------|---------------------------------|-------------------------------|------------------------------------------------------|
| Голубка     | 672                                         | 1,85                    | 61,0                            | 52,5                          | -                                                    |
| КВС Боно F1 | 587                                         | 2,01                    | 54,6                            | 48,9                          | 36,5                                                 |
| КВС Боно F2 | 505                                         | 1,67                    | 44,3                            | 38,2                          | 493,7                                                |

Таблица 3. Биологическая и фактическая урожайность озимой ржи в ОАО «Александрийское»

высокую урожайность, полностью исключать из производства тетраплоидную рожь нецелесообразно. Многие хозяйства имеют высокоплодородные земли, которых достаточно для возделывания и пшеницы, и тритикале, и ржи. На таких почвах лучше выращивать тетраплоидные сорта; они также содержат меньшее количество антипитательных веществ (пентозаны, алкилрезорценолы), что делает их более пригодными для комбикормовой промышленности. В развитых странах – производителях ржи более 50% всего урожая используется именно на эти цели.

При незначительном превышении урожайности в условиях сельскохозяйственного производства иностранных гибридов F1 над популяционными сортами их возделывание экономически нецелесообразно из-за более высокой стоимости семян и необходимости ежегодной их покупки. В 2025 г. семена иностранных гибридов стоили более 8000 руб/т, а белорусских сортов питомника размножения 2-го года – 1650 руб/т (включая протравливание), то есть были в 4,8 раза дешевле импортных. Кроме того, далеко не всегда гибриды F1 в хозяйствах превосходят по урожайности популяционные сорта.

В производственном опыте ОАО «Александрийское» Шклов-

ского района на площади 52 гектара испытывались отечественный популяционный сорт озимой ржи Голубка и гибрид F1 иностранной селекции КВС Боно (Германия). Одновременно изучалась возможность использования семян гибридов первого поколения (F1) озимой ржи КВС Боно для пересева на второе поколение (F2).

По итогам уборки урожайность сорта Голубка составила 52,5 ц/га, а гибрида F1 КВС Боно – 48,9 ц/га (табл. 3).

Снижение урожайности гибрида КВС Боно в F2 составило 10,7 ц/га по сравнению с поколением F1 и существенно увеличилось поражение спорыньей из-за нехватки пыльцы во время цветения.

Следует особо отметить, что все гибриды F1 ржи требовательны к почвенному плодородию и строгому соблюдению всех

элементов технологии возделывания. Поэтому преимущество при выращивании на бедных супесчаных и песчаных почвах с нестабильным водным режимом следует отдавать не им, даже при соблюдении всех технологических приемов, а популяционным диплоидным сортам.

## Гибридная рожь F2 и проблемы ее возделывания

Выращивание гибридной ржи F2 связано с рядом значительных сложностей, в связи с чем делать выбор в пользу этой культуры нецелесообразно. Перечислим главные.

**Снижение урожайности на 30–50% из-за расщепления гибрида.** Как известно, он состоит из мужски стерильной материнской формы (≈90%) и фертильной отцовской формы опылителя (≈10%). В F1 все растения находятся в гетерозиготном состоянии. Во втором поколении происходит расщепление компонентов гибрида в разном соотношении вследствие переопыления между собой гетерозиготных растений F1, то есть появляются растения с разным уровнем фертильности пыльцы, и среди них много полностью стерильных.

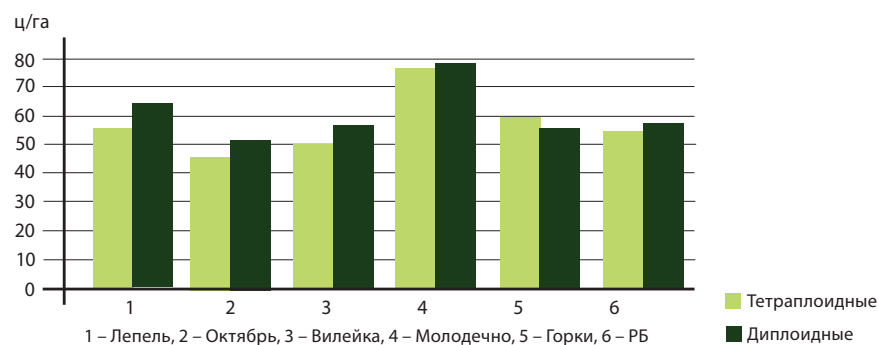


Рис. 3. Урожайность тетраплоидных и диплоидных сортов ржи в Госсортиспытании Республики Беларусь, ц/га

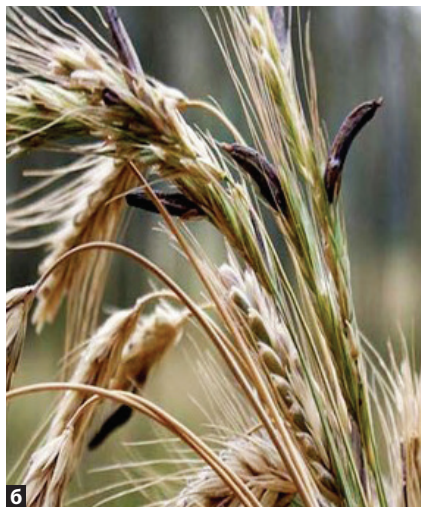


Рис. 4. Разница по высоте растений (а) и поражение спорыньей поколения F2 гибридной ржи (б)

**Риск сильного поражения спорыньей (*Claviceps purpurea*),** одной из самых вредоносных болезней ржи как ветроопыляемой культуры. Заражение спорами гриба происходит в период цветения. При влажной дождливой погоде воздух не содержит достаточного количества пыльцы, поэтому цветки остаются неопыленными длительный период времени. Это дает возможность спорам рожек попасть на цветок и прорасти. Также большое количество склеротий образуется на подгонах. Они начинают цвести позже основного массива, и в этот период пыльцы недостаточно, чтобы быстро опылить цветки ржи. Посевы F2 крайне не выровнены – разница по высоте растений достигает 50–60 см (рис. 4а), цветут они не одновременно, что приводит к ситуации, идентичной с подгонами. Как следствие, гибриды F2 намного интенсивнее поражаются спорыньей (рис. 4б). Итак, при выращивании гибридов F2 ржи возникает риск получения низкого урожая с большим содержанием склеротий, что делает невозможным использование такого зерна даже в кормлении свиней или КРС.

**Снижение устойчивости к болезням, в частности к бурой листовой ржавчине (*Puccinia recondita*),** может уменьшить урожайность до 30%. Увеличение восприимчивости происходит в результате расщепления по гену устойчивости и выщепления рецессивных гомозигот и, как результат, – растения с таким генотипом подвержены бурой ржавчине. В свою очередь это ведет к снижению урожайности или к дополнительным финансовым затратам на использование фунгицидов. Подобная ситуация и с мучнистой росой (*Erysiphe graminis*). Гибриды ржи F1 устойчивы против этой болезни, однако у F2 есть риск поражения, что может сказаться на урожайности.

\*\*\*

В Республике Беларусь создана система сортов и гибридов F1 ржи, кроме того, в Государственный реестр сортов сельскохозяйственных растений включен ряд гибридов F1 иностранной селекции. Диплоидные сорта могут выращиваться на бедных песчаных и супесчаных почвах, где в состоянии обеспечить урожай зерна.

В связи с более высоким содержанием в их зерне крахмала и большей активностью  $\alpha$ -амилазы их рекомендуется использовать в хлебопекарных целях и для спиртовой промышленности. Тетраплоидные сорта лучше подходят для более плодородных минеральных и торфяно-болотных почв; применять их наиболее целесообразно для производства кормов.

Гибриды F1 ржи можно возделывать в хозяйствах, имеющих плодородные почвы, полностью обеспеченные минеральными удобрениями, средствами защиты растений, комплексом сельхозтехники для качественной обработки почвы и посева со строгим соблюдением глубины заделки и равномерности распределения семян.

Сельхозпроизводителям важно правильно подходить к выбору того или иного сорта и (или) гибрида F1 ржи, исходя из почвенно-климатических условий конкретного хозяйства, структуры посевных площадей и материально-технической базы. ■

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Урбан Э.П. Озимая рожь в Беларуси: селекция, семеноводство, технология возделывания / Э.П. Урбан. – Мн., 2009.
2. Результаты испытаний сортов озимых, яровых зерновых, зернобобовых и крупяных культур на хозяйственную полезность Республики Беларусь за 2023–2025 г. – Мн., 2026.
3. Валовой сбор и урожайность сельскохозяйственных культур в Республике Беларусь за 2025 г. / Национальный статистический комитет Республики Беларусь, – Мн., 2026.
4. Государственный реестр сортов сельскохозяйственных растений / Отв. ред. В.А. Бейня. – Мн., 2025.
5. Приказ №87 от 31.12.2025 г. «О внесении дополнений и изменений в Государственный реестр сортов сельскохозяйственных растений» / Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений» // [www.sorttest.by](http://www.sorttest.by).
6. Урбан Э.П. Озимая рожь / Э.П. Урбан, С.И. Гордей, И.А. Гордей // Генетические основы селекции растений : в 4 т. / Нац. акад. наук Беларуси, Институт генетики и цитологии; науч. ред.: А.В. Кильчевский, Л.В. Хотылева. – Мн., 2010. – Т. 2 : Частная генетика растений, гл. 3. – С. 120–155.



# Влияние регуляторов роста растений на урожайность и качество табака обыкновенного в условиях северо-востока Беларуси

УДК 633.8:633.71:547.992:631.559:658.56

**Аннотация.** В ходе проведенных в условиях северо-востока Беларуси полевых опытов установлено положительное влияние применения регуляторов роста растений (РРР) на основе гуминовых кислот Фитогумин, Ж и Гумилэнд, Ж на урожайность и качество белорусских сортов табака обыкновенного. Наибольшая урожайность сухих листьев этой культуры получена от применения РРР в дозе 1,5 л/га; также было показано улучшение их качественных характеристик: содержания никотина, углеводов, белка. Число Шмука (соотношение содержания углеводов к белкам) сорта Белорусский сигаретный составило 1,6 (высший сорт), Белорусский сигарный – 0,8–1,0 (1–2 сорт).

**Ключевые слова:** эфирно-масличные растения, табак обыкновенный, регуляторы роста растений на основе гуминовых веществ, урожайность, качество.

**Для цитирования:** Сатишур В., Шелюто Б. Влияние регуляторов роста растений на урожайность и качество табака обыкновенного в условиях северо-востока Беларуси // Наука и инновации. 2026. №8. С. 72–78.

<https://doi.org/10.29235/1818-9857-2026-08-72-78>



Табак – растение, которое еще до нашей эры выращивали и применяли коренные народы Центральной Америки, а после открытия европейцами Нового Света его стали возделывать и других странах. Его активное вещество – «никотин» – было названо в честь Жана Нико де Вильмен (1530–1600 гг.), французского посланника при португальском дворе, способствовавшего распространению этой культуры в Европе [8, 12].





**Виктор Сатишур,**  
старший научный сотрудник  
Витебского зонального института  
сельского хозяйства НАН Беларуси;  
[satsichurviktor@mail.ru](mailto:satsichurviktor@mail.ru)



**Бронислава Шелюто,**  
профессор кафедры  
кормопроизводства  
Белорусской государственной  
сельскохозяйственной академии,  
доктор сельскохозяйственных наук;  
[a.sheliuta@mail.ru](mailto:a.sheliuta@mail.ru)

**В** промышленности используют табак обыкновенный (*Nicotiana tabacum*) – это представитель семейства пасленовых высотой до 3 м с розовыми цветками и продолговатыми листьями, в которых содержатся алкалоиды (органические щелочи), в малых количествах возбуждающие нервную систему, а в больших – подавляющие.

Объем табачного рынка в 2020 г. оценивался в 932,1 млрд долл. при ожидаемом среднегодовом темпе роста 1,8% до 2028 г. [7]. Мировое его производство составляет около 6–8 млн т в год. Лидерами по возделыванию считаются Китай, Индия, Бразилия и США. Распространен он на Кубе, в африканских странах (Зимбабве, Малави, Мозамбик, Уганда и др.), в Узбекистане и Казахстане [8, 12]. Выращенный из одних и тех же семян, но в разных регионах, табак сильно отличается по вкусовым характеристикам [18].

Собранные листья сначала сушат, а затем ферментируют для получения более насыщенного вкуса, приятного аромата и цвета, улучшения курительных свойств, равномерного горения, снижения уровня вредных веществ [13].

Табак достаточно требователен к условиям произрастания: свету, влаге и умеренному плодородию почвы. Его с давних пор подвергали селекции, чтобы добиться разнообразия вкусовых и ароматических свойств. Сегодня особой популярностью пользуются три сорта: Вирджиния – светлый, с низким содержанием никотина, мягким и сладковатым вкусом; Берли – крепкий, с ореховыми нотками; Ориентал – с тонким цветочным ароматом и сладковатыми, пряными нотами [4, 9].

На территории Беларуси эта культура появилась в начале XIX в. и сразу стала востребованной и прибыльной. В 1960-х гг. только в Гродненской области ей было занято 1,5 тыс. га. Урожайность сухих листьев составляла от 15 ц/га в колхозе им. Вороного Берестовицкого р-на (Берлей) до 23 ц/га в коллекционном питомнике Гродненского СХИ (Юбилейный) [14].

Несмотря на это считалось, что наши условия не подходят для выращивания необходимых объемов табака требуемого качества. Однако ситуация улучшается в связи с изменением климата и совершенствованием технологии культивирования теплолюбивых растений.

В лаборатории биохимии Полесского аграрно-экологического института НАН Беларуси с помощью гибридизации получены перспективные высокоурожайные сорта табака обыкновенного Белорусский сигаретный и Белорусский сигарный. В 2015 г. они успешно прошли регистрационные испытания в Брестской области, в 2024 г. – на севере, в Витебской области, а с 2025 г. рекомендованы для промышленного возделывания на всей территории республики. Они обладают хорошими характеристиками табачного сырья, устойчивы к пероноспорозу, табачному трипсу и тле [9, 11–13].

Количество и качество урожая в значительной степени варьируются под влиянием почвенно-климатических условий. На опытных полях в Брестском р-не в 2015–2018 гг. Белорусский сигарный показал урожайность сухих листьев 22 ц/га, а Белорусский сигаретный – 25 ц/га, в то время как в 2024 г. на опытном поле Витебского зонального института сельского хозяйства НАН Беларуси эти цифры составили 27 ц/га и 23,4 ц/га соответственно [17].

Актуальное значение в настоящее время приобретает управление посевами с помощью регуляторов роста – физиологически активных веществ, оказывающих положительное воздействие на развитие растений. В их качестве широко используются гуминовые препараты – гуматы. Это специфическая группа высокомолекулярных темноокрашенных веществ, образующихся в процессе разложения органических остатков в почве путем синтеза из продуктов распада отмерших растительных и животных тканей, то есть в процессе их гумификации [2, 6, 10, 11, 15, 16].

Цель данной работы – изучить влияние применения РРР на основе гуминовых кислот на урожайность и качество белорусских сортов табака обыкновенного в условиях северо-востока Беларуси.

## Материалы и методы исследования

Витебским зональным институтом сельского хозяйства НАН Беларуси в 2024–2025 гг. проведен полевой опыт по изучению применения РРР на основе гуминовых кислот при возделывании сортов табака Белорусского сигаретного [17] и Белорусского сигарного [18] на дерново-подзолистой супесчаной почве.

Площадь деланки составляла 28 м<sup>2</sup>. В опыте были использованы жидкие гуминовые удобрения Фитогумин, Ж (из вытяжки низинного торфа и сапропеля, массовая доля гуминовых веществ не менее 40 г/л) и Гумилэнд, Ж (массовая доля гуминовых веществ не менее 20 г/л) [12, 15]. Ими проводили внекорневую обработку рассады табака в пленочной теплице в дозах: 0,5 л/га (в фазу «всходы»); 1,0 л/га (0,5 в фазу «всходы» + 0,5 в фазу «крестик»); 1,5 л/га (0,5 в фазу «всходы» + 0,5 в фазу «крестик» + 0,5 в фазу «ушки»); 2,0 л/га (0,5 в фазу «всходы» + 0,5 в фазу «крестик» + 0,5 в фазу «ушки» + 0,5 в фазу «готовая к высадке рассада»).

Опыт проведен в 4-кратной повторности. Срок высадки 45-дневной рассады поле – III декада мая. Уборка листьев табака – с 1 августа по 25 сентября.

Качество полученного сырья изучали в научно-исследовательской лаборатории РУП «ВЗИСХ-НАНБ» и испытательном центре ФГБНУ «ВНИИ табака, махорки и табачных изделий» (Россия). Применялись методы анализа, принятые в табачной отрасли. Агрохимический анализ почвенных образцов выполнен аналитическим отделом КУПП

«Витебская ОПИСХ» по общепринятым алгоритмам. Статистическую обработку данных осуществляли по методике полевого опыта Б.А. Доспехова (1985) [1].

## Результаты и обсуждение

Табак – теплолюбивая культура, поэтому технология его возделывания предусматривает выращивание 45-дневной рассады и полевой период 120 дней. Минимальная среднесуточная температура воздуха, достаточная для высадки рассады, – 10–12 °С. Сумма активных температур более 10 °С за вегетационный период табака должна быть более 2200 °С. В 2025 г. температурные условия (2235 °С) позволили сформировать высокий урожай хорошего качества (табл. 1).

За счет плодородия дерново-подзолистой супесчаной почвы в 2025 г. урожайность сухих листьев табака составила 15,1 ц/га (Белорусский сигаретный) и 13,7 ц/га (Белорусский сигарный). Внесение мелиоранта (МКИ) в дозе 5 т/га и минеральных удобрений N120P50K200 увеличило ее у первого на 13,6 ц/га (на 90%), у второго – на 8,9 ц/га (64,9%). Применение Фитогумина, Ж в дозе 1,5 л/га повысило урожайность Белорусского сигаретного на 4,7 ц/га (на 16,3%); Белорусского сигарного на – 3,6 ц/га (13,2%), а использование Гумилэнда, Ж в такой же дозе – на 4,9 ц/га (17%) и на 4,2 ц/га (18,5 %) соответственно. Повышение дозы этих регуляторов до 2,0 л/га не привело к достоверным изменениям (табл. 2).

| Год                 | Декада  | Температура воздуха, °С |      |      |        |          | Сумма активных температур более 10 °С за вегетационный период табака |
|---------------------|---------|-------------------------|------|------|--------|----------|----------------------------------------------------------------------|
|                     |         | Май                     | Июнь | Июль | Август | Сентябрь |                                                                      |
| 2024                | I       | 10,0                    | 18,4 | 20,9 | 18,6   | 18,3     | 2727                                                                 |
|                     | II      | 13,8                    | 17,7 | 22,4 | 19,2   | 18,6     |                                                                      |
|                     | III     | 19,9                    | 21,1 | 20,0 | 19,3   | 14,5     |                                                                      |
|                     | Средняя | 14,6                    | 19,1 | 21,1 | 19,0   | 17,1     |                                                                      |
| 2025                | I       | 7,6                     | 17,9 | 21,0 | 19,0   | 18,0     | 2235                                                                 |
|                     | II      | 9,5                     | 15,7 | 20,4 | 16,5   | 15,7     |                                                                      |
|                     | III     | 17,1                    | 15,2 | 20,6 | 15,8   | 10,6     |                                                                      |
|                     | Средняя | 11,4                    | 16,2 | 20,6 | 17,1   | 14,8     |                                                                      |
| Среднее многолетнее | I       | 11,8                    | 16,5 | 18,5 | 19,3   | 14,3     | 2396                                                                 |
|                     | II      | 13,3                    | 17,2 | 19,1 | 18,1   | 11,5     |                                                                      |
|                     | III     | 14,9                    | 17,7 | 19,7 | 16,3   | 11,4     |                                                                      |
|                     | Средняя | 13,3                    | 17,1 | 19,1 | 17,9   | 12,4     |                                                                      |

Таблица 1. Температура воздуха (по данным Витебской метеостанции), °С

| Вариант                                                                                                                               | Поле №1<br>(Белорусский сигаретный) |                   | Поле №2<br>(Белорусский сигарный) |                   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------|-----------------------------------|-------------------|
|                                                                                                                                       | Урожай-<br>ность, ц/га              | Прибавка,<br>ц/га | Урожай-<br>ность, ц/га            | Прибавка,<br>ц/га |
| Контроль                                                                                                                              | 15,1                                | –                 | 13,7                              | –                 |
| Мелиорант (МКИ)+N120P50K200 – фон                                                                                                     | 28,7                                | –                 | 22,6                              | –                 |
| Фон + Фитогумин, Ж 0,5 л/га (в фазу «всходы»)                                                                                         | 30,2                                | +1,5              | 23,7                              | +1,1              |
| Фон + Фитогумин, Ж 1,0 л/га (0,5 в фазу «всходы» + 0,5 в фазу «крестик»)                                                              | 31,8                                | +3,1              | 24,8                              | +2,2              |
| Фон + Фитогумин, Ж 1,5 л/га (0,5 в фазу «всходы» + 0,5 в фазу «крестик» + 0,5 в фазу «ушки»)                                          | 33,4                                | +4,7              | 26,2                              | +3,6              |
| Фон + Фитогумин, Ж 2,0 л/га (0,5 в фазу «всходы» + 0,5 в фазу «крестик» + 0,5 в фазу «ушки» + 0,5 в фазу «готовая к высадке рассада») | 32,8                                | +4,1              | 25,1                              | +2,5              |
| Фон + Гумилэнд, Ж 0,5 л/га (в фазу «всходы»)                                                                                          | 30,4                                | +1,7              | 24,3                              | +1,7              |
| Фон + Гумилэнд, Ж 1,0 л/га (0,5 в фазу «всходы» + 0,5 в фазу «крестик»)                                                               | 31,9                                | +3,2              | 25,3                              | +2,7              |
| Фон + Гумилэнд, Ж 1,5 л/га (0,5 в фазу «всходы» + 0,5 в фазу «крестик» + 0,5 в фазу «ушки»)                                           | 33,6                                | +4,9              | 26,8                              | +4,2              |
| Фон + Гумилэнд, Ж 2,0 л/га (0,5 в фазу «всходы» + 0,5 в фазу «крестик» + 0,5 в фазу «ушки» + 0,5 в фазу «готовая к высадке рассада»)  | 32,9                                | +4,2              | 25,0                              | +2,4              |
| HC <sub>pos</sub>                                                                                                                     | 0,65                                |                   | 0,78                              |                   |

Таблица 2. Урожайность сухих листьев табака при применении PPP, ц/га

При возделывании сельскохозяйственных культур большое значение имеет также повышение качества урожая [7, 8, 17]. В состав табачного сырья входят никотин, сахара (растворимые углеводы), белки, зола и др. Никотин, подобно многим другим веществам, образуется и накапливается в растении (в основном в листьях) во время его роста. У папиросных табаков его содержание обычно колеблется от 0,4 до 4%, у махорки доходит до 18% (табл. 3). Хотя он – необходимая составная часть табака, избыточное его содержание нежелательно: приблизительно 1,5% достаточно для удовлетворения потребности курящего человека, больше 3% понижает качество табака [9, 17, 18].

| Показатель        | Содержание в табаке, в % на сухое вещество |               |               |               |
|-------------------|--------------------------------------------|---------------|---------------|---------------|
|                   | Высший сорт (BC)                           | 1-й сорт (1C) | 2-й сорт (2C) | 3-й сорт (3C) |
| Никотин, не выше  | 1,2–1,5                                    | 1,5–1,7       | 1,7–1,9       | выше 1,9      |
| Углеводы, не ниже | 12                                         | 7–12          | 4–7           | ниже 4        |
| Белки, не выше    | 8                                          | 8,5–9,5       | 9,5–10,5      | выше 10,5–12  |
| Число Шмука       | около 2,0                                  | около 1,2     | около 0,7     | около 0,4     |

Таблица 3. Химические показатели качества табака (Шмук, 1953) [9]

Табачные листья, собранные на контроле (без внесения удобрений), содержали: Белорусский сигаретный – 1,22% никотина; Белорусский сигарный – 1,33%, что соответствовало высшему сорту (BC). Внесение МКИ в дозе 5 т/га и минеральных удобрений N120P50K200 увеличило этот показатель на 0,8% и 0,92% соответственно, при этом снизив качество сырья до 3-го сорта (3C) (табл. 4).

Применение Фитогумина, Ж в дозе 2,0 л/га уменьшило содержание никотина в сухих листьях табака Белорусского сигаретного на 0,56%, Белорусского сигарного на 1%; Гумилэнда, Ж в той же дозе – на 0,56% и 0,82% соответственно. Качество табачного сырья при этом улучшилось до BC.

В химическом составе табака содержится значительное количество (от 5 до 25%) углеводов. Они влияют на качество культуры косвенно: условия, благоприятствующие их накоплению, ослабляют возможность аккумуляции вредных для качества табака веществ, например белков [7, 8, 17].

Табачные листья, собранные на контроле (без внесения удобрений) содержали углеводы: Белорусский сигаретный – 5,98% (2-й сорт, 2C); Белорусский сигарный – 3,69% (3C) (табл. 5).

Внесение 5 т/га МКИ и минеральных удобрений N120P50K200 увеличило содержание углеводов в сухих листьях на 0,68% (Белорусский сигаретный) и 0,45% (Белорусский сигарный), улучшив качество сырья до 2C. Применение Фитогумина, Ж



и Гумилэнда, Ж в дозах 2,0 л/га также повысило этот показатель: соответственно на 2,41% и 1,64% у Белорусского сигаретного (подняв качество до 1С); на 2,4% (до 2С) и на 2,89% (до 1С) у Белорусского сигарного.

В табаке имеется целый ряд азотистых соединений, к числу которых относятся никотин и белок.

Табачные листья, собранные на контроле (без внесения удобрений), содержали белки: Белорусский сигаретный – 9,09% (1С); Белорусский сигарный – 9,79% (2С) (табл. 6).

Внесение МКИ в дозе 5 т/га и минеральных удобрений N120P50K200 увеличило содержание белков в Белорусским сигаретном на 1,81% (снизив качество

| Вариант                                                                                                                               | Поле №1<br>(Белорусский сигаретный) |             | Поле №2<br>(Белорусский сигарный) |             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------|-----------------------------------|-------------|
|                                                                                                                                       | Никотин, %                          | Прибавка, % | Никотин, %                        | Прибавка, % |
| Контроль                                                                                                                              | 1,22 (BC)                           | –           | 1,33 (BC)                         | –           |
| Мелиорант (МКИ)+N120P50K200 – фон                                                                                                     | 2,06 (3C)                           | –           | 2,25 (3C)                         | –           |
| Фон + Фитогумин, Ж 0,5 л/га (в фазу «всходы»)                                                                                         | 2,01 (3C)                           | -0,05       | 2,05 (3C)                         | -0,2        |
| Фон + Фитогумин, Ж 1,0 л/га (0,5 в фазу «всходы» + 0,5 в фазу «крестик»)                                                              | 1,91 (3C)                           | -0,15       | 1,85 (2C)                         | -0,4        |
| Фон + Фитогумин, Ж 1,5 л/га (0,5 в фазу «всходы» + 0,5 в фазу «крестик» + 0,5 в фазу «ушки»)                                          | 1,65 (1C)                           | -0,41       | 1,61 (1C)                         | -0,64       |
| Фон + Фитогумин, Ж 2,0 л/га (0,5 в фазу «всходы» + 0,5 в фазу «крестик» + 0,5 в фазу «ушки» + 0,5 в фазу «готовая к высадке рассада») | 1,50 (BC)                           | -0,56       | 1,25 (BC)                         | -1,0        |
| Фон + Гумилэнд, Ж 0,5 л/га (в фазу «всходы»)                                                                                          | 1,98 (3C)                           | -0,08       | 1,82 (2C)                         | -0,43       |
| Фон + Гумилэнд, Ж 1,0 л/га (0,5 в фазу «всходы» + 0,5 в фазу «крестик»)                                                               | 1,90 (2C)                           | -0,16       | 1,71 (2C)                         | -0,54       |
| Фон + Гумилэнд, Ж 1,5 л/га (0,5 в фазу «всходы» + 0,5 в фазу «крестик» + 0,5 в фазу «ушки»)                                           | 1,65 (1C)                           | -0,41       | 1,59 (1C)                         | -0,66       |
| Фон + Гумилэнд, Ж 2,0 л/га (0,5 в фазу «всходы» + 0,5 в фазу «крестик» + 0,5 в фазу «ушки» + 0,5 в фазу «готовая к высадке рассада»)  | 1,50 (1C)                           | -0,56       | 1,43 (BC)                         | -0,82       |
| НСР <sub>05</sub>                                                                                                                     | 0,18                                |             | 0,15                              |             |

Таблица 4. Содержание никотина в листьях табака при применении PPP, %

| Вариант                                                                                                                               | Поле №1 (Белорусский<br>сигаретный) |             | Поле №2 (Белорусский<br>сигарный) |             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------|-----------------------------------|-------------|
|                                                                                                                                       | Углеводы, %                         | Прибавка, % | Углеводы, %                       | Прибавка, % |
| Контроль                                                                                                                              | 5,98 (2C)                           | –           | 3,96 (3C)                         | –           |
| Мелиорант (МКИ)+N120P50K200 – фон                                                                                                     | 6,66 (2C)                           | –           | 4,41 (2C)                         | –           |
| Фон + Фитогумин, Ж 0,5 л/га (в фазу «всходы»)                                                                                         | 6,93 (2C)                           | +0,27       | 4,93 (2C)                         | +0,52       |
| Фон + Фитогумин, Ж 1,0 л/га (0,5 в фазу «всходы» + 0,5 в фазу «крестик»)                                                              | 7,26 (1C)                           | +0,60       | 5,57 (2C)                         | +1,16       |
| Фон + Фитогумин, Ж 1,5 л/га (0,5 в фазу «всходы» + 0,5 в фазу «крестик» + 0,5 в фазу «ушки»)                                          | 8,46 (1C)                           | +1,80       | 6,21 (2C)                         | +1,80       |
| Фон + Фитогумин, Ж 2,0 л/га (0,5 в фазу «всходы» + 0,5 в фазу «крестик» + 0,5 в фазу «ушки» + 0,5 в фазу «готовая к высадке рассада») | 9,07 (1C)                           | +2,41       | 6,82 (2C)                         | +2,41       |
| Фон + Гумилэнд, Ж 0,5 л/га (в фазу «всходы»)                                                                                          | 5,88 (2C)                           | -0,78       | 4,88 (2C)                         | +0,47       |
| Фон + Гумилэнд, Ж 1,0 л/га (0,5 в фазу «всходы» + 0,5 в фазу «крестик»)                                                               | 6,50 (2C)                           | +0,16       | 5,50 (2C)                         | +1,09       |
| Фон + Гумилэнд, Ж 1,5 л/га (0,5 в фазу «всходы» + 0,5 в фазу «крестик» + 0,5 в фазу «ушки»)                                           | 7,35 (1C)                           | +0,69       | 6,35 (2C)                         | +1,94       |
| Фон + Гумилэнд, Ж 2,0 л/га (0,5 в фазу «всходы» + 0,5 в фазу «крестик» + 0,5 в фазу «ушки» + 0,5 в фазу «готовая к высадке рассада»)  | 8,30 (1C)                           | +1,64       | 7,30 (1C)                         | +2,89       |
| НСР <sub>05</sub>                                                                                                                     | 0,45                                |             | 0,44                              |             |

Таблица 5. Содержание углеводов в листьях табака при применении PPP, %

табачного сырья до 3С), и уменьшило в Белорусском сигарном на 0,16% (снизив качество до 2С). Применение Фитогумина, Ж в дозе 2,0 л/га и Гумилэнда, Ж в той же дозе снизило содержание белков в сухих листьях табака: Белорусского сигаретного на 5,58% и 5,60%, Белорусского сигарного на 3,96% и 2,25% (во всех случаях улучшив качество до ВС).

На курительные качества табака белки оказывают отрицательное действие. Как уже говорилось, чем больше это растение накапливает углеводов, тем меньше в нем белков. Эта закономерность была отмечена академиком А.А. Шмуком и нашла свое выражение в так называемом числе Шмука, получаемом делением % содержания углеводов на % белков.

| Вариант                                                                                                                               | Поле №1<br>(Белорусский сигаретный) |             | Поле №2<br>(Белорусский сигарный) |             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------|-----------------------------------|-------------|
|                                                                                                                                       | Белки, %                            | Прибавка, % | Белки, %                          | Прибавка, % |
| Контроль                                                                                                                              | 9,09 (1С)                           | –           | 9,79 (2С)                         | –           |
| Мелиорант (МКИ)+N120P50K200 – фон                                                                                                     | 10,90 (3С)                          | –           | 9,60 (2С)                         | –           |
| Фон + Фитогумин, Ж 0,5 л/га (в фазу «всходы»)                                                                                         | 9,09 (1С)                           | -1,81       | 9,09 (1С)                         | -0,51       |
| Фон + Фитогумин, Ж 1,0 л/га (0,5 в фазу «всходы» + 0,5 в фазу «крестик»)                                                              | 7,28 (ВС)                           | -3,62       | 7,62 (ВС)                         | -1,98       |
| Фон + Фитогумин, Ж 1,5 л/га (0,5 в фазу «всходы» + 0,5 в фазу «крестик» + 0,5 в фазу «ушки»)                                          | 5,48 (ВС)                           | -5,42       | 6,15 (ВС)                         | -3,45       |
| Фон + Фитогумин, Ж 2,0 л/га (0,5 в фазу «всходы» + 0,5 в фазу «крестик» + 0,5 в фазу «ушки» + 0,5 в фазу «готовая к высадке рассада») | 5,32 (ВС)                           | -5,58       | 5,64 (ВС)                         | -3,96       |
| Фон + Гумилэнд, Ж 0,5 л/га (в фазу «всходы»)                                                                                          | 8,23 (1С)                           | -2,67       | 8,23 (1С)                         | -1,37       |
| Фон + Гумилэнд, Ж 1,0 л/га (0,5 в фазу «всходы» + 0,5 в фазу «крестик»)                                                               | 6,79 (ВС)                           | -4,11       | 7,81 (ВС)                         | -1,79       |
| Фон + Гумилэнд, Ж 1,5 л/га (0,5 в фазу «всходы» + 0,5 в фазу «крестик» + 0,5 в фазу «ушки»)                                           | 4,58 (ВС)                           | -6,32       | 7,54 (ВС)                         | -2,06       |
| Фон + Гумилэнд, Ж 2,0 л/га (0,5 в фазу «всходы» + 0,5 в фазу «крестик» + 0,5 в фазу «ушки» + 0,5 в фазу «готовая к высадке рассада»)  | 5,30 (ВС)                           | -5,60       | 7,35 (ВС)                         | -2,25       |
| НСР <sub>05</sub>                                                                                                                     | 0,50                                |             | 0,53                              |             |

Таблица 6. Содержание белков в листьях табака при применении РРР, %

| Вариант                                                                                                                               | Поле №1<br>(Белорусский сигаретный) |          | Поле №2<br>(Белорусский сигарный) |          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|----------|-----------------------------------|----------|
|                                                                                                                                       | Число Шмука                         | Прибавка | Число Шмука                       | Прибавка |
| Контроль                                                                                                                              | 0,7 (2С)                            | –        | 0,4 (3С)                          | –        |
| Мелиорант (МКИ)+N120P50K200 – фон                                                                                                     | 0,6 (2С)                            | –        | 0,5 (3С)                          | –        |
| Фон + Фитогумин, Ж 0,5 л/га (в фазу «всходы»)                                                                                         | 0,8 (2С)                            | +0,2     | 0,5 (3С)                          | 0,0      |
| Фон + Фитогумин, Ж 1,0 л/га (0,5 в фазу «всходы» + 0,5 в фазу «крестик»)                                                              | 1,0 (1С)                            | +0,4     | 0,7 (2С)                          | +0,2     |
| Фон + Фитогумин, Ж 1,5 л/га (0,5 в фазу «всходы» + 0,5 в фазу «крестик» + 0,5 в фазу «ушки»)                                          | 1,6 (ВС)                            | +1,0     | 1,0 (1С)                          | +0,5     |
| Фон + Фитогумин, Ж 2,0 л/га (0,5 в фазу «всходы» + 0,5 в фазу «крестик» + 0,5 в фазу «ушки» + 0,5 в фазу «готовая к высадке рассада») | 1,7 (ВС)                            | +1,1     | 1,2 (1С)                          | +0,7     |
| Фон + Гумилэнд, Ж 0,5 л/га (в фазу «всходы»)                                                                                          | 0,7 (2С)                            | +0,1     | 0,6 (2С)                          | +0,1     |
| Фон + Гумилэнд, Ж 1,0 л/га (0,5 в фазу «всходы» + 0,5 в фазу «крестик»)                                                               | 1,0 (1С)                            | +0,4     | 0,7 (2С)                          | +0,2     |
| Фон + Гумилэнд, Ж 1,5 л/га (0,5 в фазу «всходы» + 0,5 в фазу «крестик» + 0,5 в фазу «ушки»)                                           | 1,6 (ВС)                            | +1,0     | 0,8 (2С)                          | +0,3     |
| Фон + Гумилэнд, Ж 2,0 л/га (0,5 в фазу «всходы» + 0,5 в фазу «крестик» + 0,5 в фазу «ушки» + 0,5 в фазу «готовая к высадке рассада»)  | 1,9 (ВС)                            | +1,3     | 1,0 (1С)                          | +0,5     |
| НСР <sub>05</sub>                                                                                                                     | 0,15                                |          | 0,08                              |          |

Таблица 7. Число Шмука листьев табака при применении РРР

В настоящее время считается, что табачки высших сортов имеют число Шмука больше чем 1,3 [7, 8, 17].

Этот показатель у табачных листьев, собранных на контроле, составляет: Белорусский сигаретный – 0,7 (2С); Белорусский сигарный – 0,4 (3С) (табл. 7).

Внесение МКИ в дозе 5 т/га и минеральных удобрений N120P50K200 увеличило значение числа Шмука на 0,1 у обоих сортов. Применение Фитогумина, Ж и Гумилэнда, Ж в дозах 2,0 л/га также увеличило этот показатель у Белорусского сигаретного на 1,1 и 1,3 (улучшив качество табачного сырья до ВС); Белорусского сигарного на 0,7 и 0,5 (до 1С) соответственно.

## Заключение

Лабораторные исследования показали, что применение регуляторов роста растений на основе гуминовых кислот Фитогумин, Ж и Гумилэнд, Ж повысило урожайность белорусских сортов табака обыкновенного и качество полученного сырья: по содержанию никотина оно соответствует 1-му сорту, белка – высшему сорту, углеводов – 1-му сорту у Белорусского сигаретного и 2-му у Белорусского сигарного. Число Шмука Белорусского сигаретного составило 1,6 (высший сорт), Белорусского сигарного – 0,8–1,0% (1–2-й сорт). ■

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов – М., 1985.
- Исследование влияния современных агрохимикатов и регуляторов роста растений на урожайность и качество табака / С.Н. Алехин, Т.В. Плотникова, Н.В. Сидорова, М.С. Щерба // Сбор. науч. труд. Всерос. науч.-исслед. ин-т табака, махорки и табач. изделий. 2012. №180. С. 183–190.
- Казимов Г.А. Методы выращивания, влияющие на урожайность и рентабельность табака на полностью насыщенных почвах / Г.А. Казимов // Научное обеспечение технологического развития и повышения конкурентоспособности в пищевой и перерабатывающей промышленности: сб. мат-лов 3-й Междунар. науч.-практ. конф. – Краснодар, 2023. С. 371–375.
- Каргина Л.Н. Оценка перспективных сортов и гибридных комбинаций табака в условиях Крыма / Л.Н. Каргина, В.В. Илюхина // Инновационные технологии в агропромышленном комплексе: мат-лы междунар. науч.-практ. конф. – Воронеж, 2023. С. 266–273.
- Ларькина Н.И. Перспективы выращивания табака на Крымском полуострове с использованием севооборотов / Н.И. Ларькина, Н.К. Романова // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2020. №83. С. 95–100.
- Плотникова Т.В. Методическое руководство по изучению эффективности применения регуляторов роста растений при проращивании семян табака / Т.В. Плотникова, С.Н. Алехин, В.А. Саломатин // Всерос. науч.-исслед. ин-т табака, махорки и табач. изделий. – Краснодар, 2013.
- Состояние и перспективы инновационных исследований и разработок для табачной отрасли. Коллективная монография / В. А. Саломатин, Е. В. Гнуних, Г. П. Шураева [и др.] // Всерос. науч.-исслед. ин-т табака, махорки и табач. изделий. – Краснодар, 2021. Вып. 183.
- Саломатин В.А. Табак и табачные изделия: в 3 т. / под общ. ред. В.А. Саломатина // Всерос. науч.-исслед. ин-т табака, махорки и табач. изделий. – Краснодар, 2018. Т. 1. Табак. Агротехнология производства.

■ **Summary.** During field trials conducted in northeastern Belarus, a positive effect of humic acid-based plant growth regulators on the yield and quality of Belarusian varieties of common tobacco was established. The highest yield of dry leaves of common tobacco was obtained by using humic acid-based plant growth regulators (Fitogumin, Zh and Gumiland, Zh) at a dose of 1,5 l/ha. Belarusian Cigarette – 33,4–33,6 c/ha (an increase of 4,7–4,9 c/ha), Belarusian Cigar – 26,2–26,8 c/ha (an increase of 3,6–4,2 c/ha). The results of laboratory studies of the quality of the obtained tobacco leaves showed that the use of plant growth regulators Fitohumin, Zh and Gumiland, Zh at a dose of 1.5 l / ha improved their quality: the nicotine content was 1,65% Belarusian cigarette (1C), 1,59–1,61% Belarusian cigar (1C); the carbohydrate content was 7,35–8,46% Belarusian cigarette (1C), 6,21–6,35% Belarusian cigar (2C); the protein content was 4,58–5,48% Belarusian cigarette (BC), 6,15–7,54% Belarusian cigar (BC); Shmuk number Belarusian cigarette 1,6 (BC), Belarusian cigar 0,8–1,0% (1–2C).

■ **Keywords:** essential oil plants, common tobacco, plant growth regulators based on humic substances, yield, quality.

■ <https://doi.org/10.29235/1818-9857-2026-08-72-78>

- Сатишур В.А. Перспективы выращивания табака // Наука. 2025. №3(3042). С. 7.
- Сатишур В.А. Влияние удобрений на основе гуминовых кислот на качество рассады табака обыкновенного сорта Белорусский сигарный / В.А. Сатишур, Б.В. Шелюто // Природная среда Полесья и научно-практические аспекты рационального ресурсопользования: сбор. науч. раб. XII Междунар. науч. конф. 8–10 окт. 2025 г. / Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси. – Брест, 2025. С. 214–217.
- Сатишур В.А. Влияние удобрений на основе гуминовых кислот на качество рассады табака обыкновенного сорта Белорусский сигарный / В.А. Сатишур, Б.В. Шелюто // Актуальные проблемы и пути повышения эффективности растениеводства: мат-лы междунар. прак. конф. (25–26 июня 2025 г., г. Жодино, НПЦ НАН Беларуси по земледелию). – Мн., 2025. С. 135–137.
- Сатишур В.А. Табак обыкновенный в мире и в Беларуси / В.А. Сатишур // Наше сельское хозяйство: журнал настоящего хозяина. 2025. №22 (Агрономия). С. 2–6.
- Сатишур В.А. Технология возделывания белорусских сортов табака обыкновенного / В.А. Сатишур, И.Г. Марзан, Е.В. Голубева // Природные асяроддзе Полесья: асаблівасці і навукова-практычныя аспекты рацыянальнага рэсурса-карыстання: зб. навук. прац. XI Междунар. науч. конф. – Брэст, 2024. С. 150–153.
- Тарасенко С.А. Возделывание табака в условиях Беларуси / С.А. Тарасенко, Ф.Н. Леонов // Белорусское сельское хозяйство. 2005. № 2(34). С. 17–19.
- Тютюнникова Е.М. Влияние гуминового удобрения Лигногумат на посевные свойства семян, качество рассады и урожайность табака / Е.М. Тютюнникова, Т.В. Плотникова // Scientific achievements of the third millennium: Collection of scientific papers on materials VIII International Scientific Conference. International United Academy of Sciences. 2018. С. 75–79.
- Тютюнникова Е.М. Повышение продуктивности и качества табака под действием стимулятора роста Райкат Старт / Е.М. Тютюнникова, Т.В. Плотникова // Биологически активные препараты для растениеводства: научное обоснование – рекомендации – практические результаты: материалы XVI Междунар. науч.-практ. конф. 2020. С. 154–155.
- Шелюто Б.В. Хозяйственно-биологические свойства белорусских сортов табака обыкновенного / Б.В. Шелюто, В.А. Сатишур, К.Д. Михайлова // Современные технологии сельскохозяйственного производства (Агрономия, Защита растений): сбор. науч. стат. по матер. XXVIII Междунар. науч.-практ. конф. – Гродно, 2025. С. 225–226.
- Risk assessment, spatial distribution, and source apportionment of heavy metals in Chinese surface soils from a typically tobacco cultivated area / H. Liu, H. Wang, Y. Zhang [et al.] // Environmental science and pollution research international. 2018. Vol. 25, №17. P. 16852–16863.

Статья поступила в редакцию  
05.03.2026 г.



**Аннотация.** Проанализированы параметры тканевого дыхания разных отделов тонкого кишечника мышей линии Af при хроническом воздействии электромагнитных полей (ЭМП) устройства Wi-Fi. Показано снижение максимальной дыхательной емкости во всех отделах тонкого кишечника и нарушение способности митохондрий отвечать на разобщитель окислительного фосфорилирования.

В двенадцатиперстной и тощей кишках стимулирующее действие 2,4-динитрофенола стало статистически не значимым, что свидетельствует о функциональном истощении дыхательного резерва в этих отделах. В подвздошной кишке дыхательный резерв сохранился. Двенадцатиперстная кишка показала наибольшую уязвимость под влиянием хронического воздействия ЭМП. Полученные данные позволяют предположить, что влияние ЭМП может лежать в основе развития функциональных расстройств желудочно-кишечного тракта и снижения барьерной функции кишечника за счет ограничения энергетического обеспечения его клеток.

**Ключевые слова:** мыши Af, тонкий кишечник, ЭМП, Wi-Fi, тканевое дыхание, дыхательный резерв.

**Для цитирования:**

Белоус Е., Логвинович О., Шихалова А., Чуешова Н., Щурова Е., Хаданович А. Функциональные изменения и резервные возможности тканевого дыхания разных отделов тонкого кишечника мышей под влиянием электромагнитных полей // Наука и инновации. 2026. №8. С. 79–83.

<https://doi.org/10.29235/1818-9857-2026-08-79-83>

# Функциональные изменения и резервные возможности тканевого дыхания разных отделов тонкого кишечника мышей под влиянием электромагнитных полей

УДК 612.26:[616.341-092.9:537.531]

**Екатерина Белоус,**  
преподаватель кафедры биологической химии Гомельского государственного медицинского университета;  
[katy.belous@mail.ru](mailto:katy.belous@mail.ru)

**Ольга Логвинович,**  
заведующий кафедрой биологической химии ГомГМУ, кандидат биологических наук, доцент;  
[ologvinovich@rambler.ru](mailto:ologvinovich@rambler.ru)

**Анастасия Шихалова,**  
преподаватель кафедры биологической химии ГомГМУ;  
[789y30@gmail.com](mailto:789y30@gmail.com)

**Наталья Чуешова,**  
заведующий отделом устойчивости биологических систем Института радиобиологии НАН Беларуси, кандидат биологических наук, доцент;  
[natalya-chueshova@tut.by](mailto:natalya-chueshova@tut.by)

**Елена Щурова,**  
научный сотрудник лаборатории устойчивости биологических систем Института радиобиологии НАН Беларуси;  
[shube-lena@yandex.ru](mailto:shube-lena@yandex.ru)

**Альбина Хаданович,**  
доцент кафедры химии биологического факультета Гомельского государственного университета им. Ф. Скорины, кандидат химических наук, доцент;  
[hadanovich\\_a@mail.ru](mailto:hadanovich_a@mail.ru)

Современная техногенная среда характеризуется постоянно растущим уровнем ЭМП в широком частотном диапазоне. В последние десятилетия значительно возросла доля научных исследований, посвященных их влиянию на живые организмы. В отличие от ионизирующего излучения, ЭМП не имеют достаточной энергии для ионизации атомов и молекул, однако их длительное воздействие может приводить к различным биохимическим и физиологическим изменениям [1–3] и последствиям, которые будут зависеть от возраста человека, типа ткани, наследственной предрасположенности и сопутствующей соматической патологии.

Тонкий кишечник (ТК) – одна из активно пролиферирующих и быстро обновляющихся тканей. Клетки-предшественники в криптах

постоянно делятся, чтобы пополнять пул клеток, которые затем дифференцируются и мигрируют вверх по ворсинке. Достигнув ее вершины, они выполняют свою прямую функцию, после чего слущиваются, и эпителий снова обновляется. Этот непрерывный процесс обеспечивает постоянное обновление слизистой ТК, необходимое для восстановления повреждений от пищи, токсинов и микроорганизмов. Однако высокая пролиферативная и функциональная активность делает ТК энергетически зависимой тканью, а также уязвимой к различным повреждающим факторам.

Возникающие дефекты кишечного барьера связывают с широким спектром заболеваний [4–7]. Согласно данным ВОЗ, в мире число людей с болезнями желудочно-кишечного тракта составляет около 50–60%, а в больших городах достигает уровня 90%. Широкое распространение ЭМП может быть одной из причин увлечения таких расстройств.

Тканевое дыхание – процесс, при котором клетки и ткани организма поглощают кислород и выделяют углекислый газ в ходе метаболических реакций. Так они обеспечиваются энергией, что происходит при непосредственном участии митохондриальной дыхательной цепи – совокупности полиферментных комплексов на внутренней мембране митохондрий. Метаболическая активность последних зависит от дыхательной емкости и степени сопряженности окисления энергетических субстратов с процессом окислительного фосфорилирования. Высокая дыхательная емкость позволяет клетке эффективно окислять энергетические субстраты в меняющихся условиях окружающей среды с производством требуемого количества аденозинтрифосфорной кислоты. Снижение же дыхательной емкости нарушит лабильность энергетического обмена. Ткани с высокой функциональной и пролиферативной активностью характеризуются высоким митохондриальным метаболизмом, при нарушении которого возникает соответствующая патология [8].

Разные отделы тонкого кишечника – двенадцатиперстная, тощая и подвздошная кишки – обладают характерными функциональными особенностями, что должно отражаться на их потребности в энергообеспеченности и уязвимости под влиянием факторов окружающей среды.

Цель данной работы – изучить влияние хронического воздействия электромагнитного излучения на параметры тканевого дыхания и его резервную емкость в различных отделах тонкого кишечника мышей.

## Материалы и методы

Для исследования были использованы лабораторные мыши линии Af, подвергнутые воздействию электромагнитного излучения в течение 6 мес. ( $n=6$ ); контрольную группу ( $n=6$ ) составили животные, содержащиеся в стандартных условиях вивария. Все процедуры проводились в соответствии с требованиями, регламентированными международными рекомендациями и правилами Директивы 2010/63/EU Европейского парламента и Совета Европейского союза по охране животных, используемых в научных целях, от 22.09.2010 г. Источником ЭМП являлся маршрутизатор Netis WF2780: роутер размещался в центральной части рабочей зоны (1,2×0,8 м), в которой находилось 4 пластиковые клетки с животными, на расстоянии 20 см. Облучение проводилось на частоте 2,45 ГГц 24 ч/день. Во время облучения осуществлялся дистанционный контроль наличия электромагнитного поля. Плотность потока электромагнитной энергии (ППЭ) в клетке измерялась прибором ПЗ-41 (СКБ Питон, РФ) в 8 точках на расстоянии 20 см от источника ЭМП [2]. По окончании электромагнитного воздействия животных контрольной и экспериментальной групп наркотизировали (эфирный наркоз), подвергали декапитации, изолировали тонкий кишечник. Его части (двенадцатиперстная кишка, тощая и подвздошная) извлекали, промывали в охлажденном растворе Хэнкса, выворачивали «наизнанку», освобождали от соединительных элементов и пищевых частиц. Подготовленные таким образом фрагменты кишечника нарезали в виде 3 колец размером 0,3–0,4 мм, которые помещали в указанный раствор. Все операции с тканью осуществляли в емкостях, помещенных на лед [4].

Изучение параметров тканевого дыхания проводили методом полярографии на устройстве «Record 4» в ячейке объемом 3,6 мл в растворе Хэнкса, закрытым платиновым электродом. Определяли эндогенное дыхание ( $V_{\text{энд}}$ ) и дыхание после добавления разбавителя 2,4-динитрофенола ( $V_{\text{днф}}$ ). Для характеристики состояния энергетического обмена рассчитывали относительную величину – коэффициент стимулирующего действия 2,4-динитрофенола ( $СД_{\text{днф}}$ ). Концентрацию белка в гомогенатах исследуемых образцов измеряли биуретовым методом. Скорость поглощения кислорода тканью выражали в нмоль кислорода за 1 мин на 1 мг белка [9].

Обработку статистических данных проводили при помощи программы Statistica, 10.0. Оценку нормальности распределения числовых данных осуществляли с использованием критерия Шапиро – Уилка.

Результаты экспериментальных исследований представлены в виде медианы (Me) и интерквартильного размаха (Q1; Q3). Наличие статистически значимых отличий между группами оценивали с помощью непараметрического критерия Манна – Уитни. Различия признавались значимыми при  $p < 0,05$ .

## Результаты и обсуждение

Функциональная активность митохондрий определяется двумя важными критериями: дыхательной емкостью и степенью сопряжения окисления энергетических субстратов с окислительным фосфорилированием. Высокая дыхательная емкость позволяет клетке эффективно окислять энергетические субстраты и производить аденозинтрифосфорную кислоту, нужную для осуществления всех процессов, лежащих в основе ее выживания. Для клеток кишечника это необходимо для поддержания кишечного барьера, самообновления клеток и взаимодействия с микробиотой [10].

Исходные значения скорости поглощения кислорода тканями в состоянии покоя отражают базовый энергетический метаболизм митохондрий, требуемый для поддержания клеточного гомеостаза, трансмембранных градиентов и минимальной синтетической активности. Он зависит от многих факторов: наличия эндогенных субстратов в клетках, активности электрон-транспортной цепи, уровня энергопотребления ткани и т.д. [11]. Использование разобщителей окислительного фосфорилирования позволяет оценить резервную емкость тканевого дыхания, то есть показать, насколько увеличится скорость потребления кислорода митохондриями, если нет регуляторных ограничителей окислительного фосфорилирования. Базовый уровень тканевого дыхания фрагментами разных отделов ТК мышей линии Af отражен в *табл. 1*.

Двенадцатиперстная кишка – отдел тонкого кишечника, подверженный наиболее интенсивному химическому и ферментативному стрессу из-за поступления желудочного сока, панкреатических ферментов и желчи [12]. Следовательно, в нем одновременно могут присутствовать участки ткани с разной степенью метаболической активности. Некоторые фрагменты способны обладать очень высокой митохондриальной активностью для поддержания целостности барьера и быстрого обновления клеток. Медиана базового уровня тканевого дыхания двенадцатиперстной кишки составляет 0,19 (0,11; 1,27) нмоль  $O_2$ /мин×мг белка. Широкий интерквартильный размах подтверждает метаболи-

| Показатель                               | $V_{энд}$            | $V_{диф}$               | $CD_{диф}$ |
|------------------------------------------|----------------------|-------------------------|------------|
| <b>Двенадцатиперстная кишка</b><br>$n=6$ | 0,19<br>(0,11; 1,27) | 0,23<br>(0,19; 0,28) *  | 1,2        |
| <b>Тощая кишка</b><br>$n=6$              | 0,09<br>(0,08; 0,12) | 0,23<br>(0,21; 0,25) ** | 2,6        |
| <b>Подвздошная кишка</b><br>$n=6$        | 0,15<br>(0,14; 0,16) | 0,21<br>(0,18; 0,27) *  | 1,4        |

*Таблица 1.* Скорость поглощения кислорода тканевыми фрагментами разных отделов тонкого кишечника интактных мышей линии Af  
Примечание: данные представлены как Me (Q1; Q3) нмоль  $O_2$ /мин×мг белка,  $CD_{диф}$  – коэффициент стимулирующего действия разобщителя 2,4-динитрофенола ( $CD_{диф} = V_{диф}/V_{энд}$ ), \* –  $p < 0,05$ ; \*\* –  $p < 0,005$

ческую гетерогенность исследуемого отдела ЖКТ. Вероятно, именно это нивелирует различия между медианами групп, так как статистически значимых отличий в уровне эндогенного дыхания между тканевыми фрагментами двенадцатиперстной кишки и других отделов ТК не обнаружено.

Тощая кишка обладает минимальной базовой активностью тканевого дыхания (относительно медиан скоростей поглощения кислорода тканевыми фрагментами) в сравнении с другими отделами ТК (*табл. 1*), что сопоставимо с ее функциональной нагрузкой: в данном отделе происходит всасывание мономеров питательных веществ.

Уровень эндогенного дыхания тканевыми фрагментами подвздошной кишки составляет 0,15 (0,14; 0,16) нмоль  $O_2$ /мин×мг белка, что выше ( $p < 0,005$ ) уровня данного показателя у фрагментов тощей кишки – 0,09 (0,08; 0,12) нмоль  $O_2$ /мин×мг белка. Это указывает на стабильно более высокую степень энергезависимости и преобладание процессов активного транспорта веществ. В тощей кишке происходит завершение процессов всасывания нутриентов и активное всасывание желчных кислот (рециркуляция до 6 раз в день).

Использование 2,4-ДНФ в лабораторной практике позволяет оценить интактность митохондрий исследуемых тканевых образцов и работу комплексов дыхательной цепи по скорости потребления кислорода методом полярографии. При добавлении разобщителя окислительного фосфорилирования ожидается повышение скорости потребления кислорода образцами, что указывает на целостность митохондрий и наличие метаболического резерва дыхательной цепи.

Разница между уровнями  $V_{диф}$  и  $V_{энд}$  демонстрирует дыхательный резерв, который в физиологических



условиях может служить буфером для адаптации к повышенным энергозатратам. В нашей работе добавление 2,4-динитрофенола вызвало статистически значимое увеличение скорости потребления кислорода тканевыми фрагментами всех отделов ТК мышей (табл. 1). При этом скорость потребления кислорода тканевыми фрагментами двенадцатиперстной кишки увеличилась в 1,2 раза ( $p=0,05$ ), тощей – в 2,6 раза ( $p=0,002$ ), подвздошной – в 1,4 раза ( $p=0,04$ ). Наиболее мощный стимулирующий эффект разобщителя отмечен для тощей кишки (наибольший потенциал). Статистически значимое  $СД_{днф}$  во всех отделах ТК доказывает наличие функционального дыхательного резерва митохондриальной дыхательной цепи.

Исследование уровня тканевого дыхания разных отделов ТК лабораторных животных под воздействием различных внешних и внутренних факторов позволяет оценить эффективность исполь-

зования данного резерва для процессов адаптации и эффективного функционирования в изменившихся условиях среды. Влияние внешнего антропогенного фактора среды – ЭМП устройства Wi-Fi на частоте 2,45 ГГц, 24 ч/день в течение 6 мес. отражено в табл. 2 и 3.

Сравнительная характеристика уровней эндогенного дыхания тканевыми фрагментами двенадцатиперстной кишки мышей, подвергнутых воздействию ЭМП, и контрольной группы не выявила статистически значимых различий. Однако у экспериментальной группы при анализе числовых показателей  $V_{энд}$  наблюдалось сужение интерквартильного размаха, что может указывать на исчезновение клеток с высокими значениями уровня эндогенного дыхания, по сравнению с  $V_{энд}$  фрагментов двенадцатиперстной кишки интактных мышей (табл. 3) и на чувствительность данной популяции к ЭМП. Кроме того, после воздействия ЭМП тканевые фрагменты двенадцатиперстной кишки утратили способность реагировать на действие 2,4-ДНФ (табл. 2), что свидетельствует о повреждении электрон-транспортной цепи митохондрий и истощении ее метаболического резерва.

Для уровня  $V_{энд}$  тканевых фрагментов тощей кишки статистически значимых изменений медианы между животными двух групп не обнаружено (табл. 3); стимулирующий эффект 2,4-ДНФ в группе с хроническим воздействием ЭМП также незначителен (табл. 2), что говорит о дестабилизирующем эффекте ЭМП для работы дыхательной цепи и истощении дыхательного резерва митохондрий.

Статистически значимый эффект угнетения тканевого дыхания под влиянием ЭМП показала подвздошная кишка (табл. 3), однако адекватный ответ на стимулирующее действие 2,4-ДНФ (табл. 2) указывает на сохранность структуры электрон-транспортной цепи митохондрий и на имеющийся метаболический резерв.

Можно предположить, что при воздействии ЭМП митохондрии работают в условиях высокого метаболического напряжения, поддерживая базовый уровень тканевого дыхания. Вероятно, происходит функциональная перестройка электрон-транспортной цепи, когда митохондрии сохраняют способность поддерживать базовый метаболизм, но существенно снижают резервную емкость, что может ограничивать адаптационный потенциал ткани в условиях дополнительной нагрузки. Ткань, лишенная метаболического резерва, теряет способность к адаптации и может стать мишенью для патогенов и триггеров воспаления.

| Показатель                               | $V_{энд}$         | $V_{днф}$            | $СД_{днф}$     |
|------------------------------------------|-------------------|----------------------|----------------|
| <b>Двенадцатиперстная кишка</b><br>$n=6$ | 0,13 (0,09; 0,19) | 0,12 (0,11; 0,18)    | Нет стимуляции |
| <b>Тощая кишка</b><br>$n=6$              | 0,12 (0,05; 0,17) | 0,15 (0,14; 0,17)    | 1,2            |
| <b>Подвздошная кишка</b><br>$n=6$        | 0,08 (0,07; 0,08) | 0,14 (0,12; 0,20) ** | 1,8            |

Таблица 2. Скорость поглощения кислорода тканевыми фрагментами разных отделов тонкого кишечника мышей линии Af, подвергнутых воздействию ЭМП

Примечание: данные представлены как Me (Q1; Q3) нмоль  $O_2$ /мин×мг белка,  $СД_{днф}$  – коэффициент стимулирующего действия разобщителя 2,4-динитрофенола ( $СД_{днф} = V_{днф}/V_{энд}$ ), \*\* –  $p<0,005$

| Показатель                               | $V_{энд}$ Интактные | $V_{энд}$ ЭМИ     | Уровень значимости, $p$             |
|------------------------------------------|---------------------|-------------------|-------------------------------------|
| <b>Двенадцатиперстная кишка</b><br>$n=6$ | 0,19 (0,11; 1,27)   | 0,13 (0,09; 0,19) | не значимо                          |
| <b>Тощая кишка</b><br>$n=6$              | 0,09 (0,08; 0,12)   | 0,12 (0,05; 0,17) | не значимо                          |
| <b>Подвздошная кишка</b><br>$n=6$        | 0,15 (0,14; 0,16)   | 0,08 (0,07; 0,08) | $p<0,005$ , значимо ниже в 1,9 раза |

Таблица 3. Сравнительная характеристика уровней эндогенного дыхания тканевыми фрагментами разных отделов тонкого кишечника мышей, подвергнутых воздействию ЭМП

Примечание: данные представлены как Me (Q1; Q3) нмоль  $O_2$ /мин×мг белка

Следовательно, по таким критериям, как изменение базового эндогенного дыхания и нарушение метаболического резерва, можно предположить следующую иерархию уязвимости (от максимальной к минимальной) разных отделов ТК мышей под влиянием ЭМП: двенадцатиперстная кишка (полная потеря ответа на 2,4-ДНФ и снижение  $V_{\text{энд}}$  на 32%) → тощая кишка (не значимое снижение  $СД_{\text{днф}}$  с 2,6 до 1,2) → подвздошная кишка (значимое угнетение  $V_{\text{энд}}$  на 47% при сохранении  $СД_{\text{днф}}=1,75$ ).

## Выводы

Все отделы тонкого кишечника интактных мышей обладают дыхательным резервом, что подтверждается статистически значимым увеличением скорости поглощения кислорода под действием 2,4-динитрофенола ( $p<0,05-0,005$ ). Наибольший резервный потенциал характерен для тощей кишки, где коэффициент стимуляции ( $СД_{\text{днф}}$ ) составил 2,6.

Уровень базового тканевого дыхания у интактных мышей различается по отделам. Подвздошная кишка обладает значимо более высокой (в 1,7 раза) скоростью эндогенного дыхания по сравнению с тощей (0,15 (0,14; 0,16) нмоль  $O_2$ /мин×мг белка против 0,09 (0,08; 0,12) нмоль  $O_2$ /мин×мг белка, ( $p<0,005$ ), что соответствует их функциональной специализации.

Хроническое воздействие ЭМП (2,45 ГГц, 6 мес.) оказывает избирательное угнетающее действие. Наиболее выраженный эффект отмечен в подвздошной кишке, где базовое тканевое дыхание снизилось в 1,9 раза ( $p<0,005$ ) при сохранении способности дыхательной цепи к активации ( $СД_{\text{днф}}=1,8$ ;  $p<0,005$ ), что свидетельствует о сохранности ее структурной организации.

В проксимальных отделах ТК (двенадцатиперстная и тощая кишка) ЭМП приводит к значительному снижению митохондриального резерва. Это проявляется в отсутствии статистически значимого стимулирующего эффекта 2,4-динитрофенола.

По суммарному критерию – изменение базового эндогенного дыхания и нарушение метаболического резерва – двенадцатиперстная кишка показала наибольшую уязвимость под влиянием хронического воздействия ЭМП.

Полученные данные позволяют предположить, что длительное воздействие ЭМП может лежать в основе развития функциональных расстройств желудочно-кишечного тракта и снижения барьерной функции кишечника за счет ограничения энергетического обеспечения его клеток. ■

■ **Summary.** The parameters of tissue respiration in different parts of the small intestine of Af mice were analyzed during chronic exposure to the electromagnetic field (EMF) of a Wi-Fi device. A decrease in maximum respiratory capacity was demonstrated in all sections of the small intestine. However, the most critical effect was a disruption of the mitochondrial response to an oxidative phosphorylation uncoupler. In the duodenum and jejunum, the stimulating effect of 2,4-dinitrophenol became statistically insignificant, indicating functional depletion of the respiratory reserve in these sections. In the ileum, respiratory reserve was preserved. According to the combined criterion – changes in basal endogenous respiration and impaired metabolic reserve – the duodenum demonstrated the greatest vulnerability to chronic exposure to electromagnetic fields. These data suggest that long-term exposure to electromagnetic radiation may underlie the development of functional gastrointestinal disorders and a decrease in intestinal barrier function by limiting the energy supply to its cells.

**Keywords:** Af mice, small intestine, EMF, Wi-Fi, tissue respiration, respiratory reserve.

■ <https://doi.org/10.29235/1818-9857-2026-08-79-83>

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Electromagnetic Radiation Effects on The Human Tissues / J.A. Yousif, D.H. Al-Asadi, S.D. Al-Rubaiay // *Neuroquantology*. 2022. Vol. 20, №10. P. 8130–8146. Doi: 10.14704/nq.2022.20.10.NQ55797.
2. Морфофункциональное состояние клеток костного мозга в условиях различной продолжительности воздействия электромагнитного поля устройства Wi-Fi / Н.В. Чушова, Е.А. Щурова, И.А. Чешик, Е.С. Чушова // *Здоровье и окружающая среда: сб. науч. тр. / редкол.: С.И. Сычик (гл. ред.) [и др.]*. – Мн, 2022. С. 58–64.
3. Cellular and molecular effects of non-ionizing electromagnetic fields / H.Lai, B.B. Levitt // *Reviews on Environmental Health*. 2024. Vol. 39, №3. P. 519–529. Doi: 10.1515/reveh-2023-0023.
4. Влияние внутреннего облучения на дыхательную активность тканевых фрагментов тонкого кишечника крыс / Н.С. Мышковец, Е.М. Белоус, О.С. Логвинович [и др.] // *Проблемы здоровья и экологии*. 2025. Т. 22, №1. С. 72–79. Doi: 10.51523/2708-6011.2025-22-1-09.
5. Mitochondrial function in intestinal epithelium homeostasis and modulation in diet-induced obesity / T. Guerbet, G. Boudry, A. Lan // *Molecular Metabolism*. 2022. Vol. 63. Art. №101546. Doi: 10.1016/j.molmet.2022.101546.
6. The intestinal barrier: a fundamental role in health and disease / M. Vancamelbeke, S. Vermeire // *Expert Review of Gastroenterology & Hepatology*. 2017. Vol. 11, №9. P. 821–834. Doi: 10.1080/17474124.2017.1343143.
7. Mitochondrial function controls intestinal epithelial stemness and proliferation / E. Berger, E. Rath, D. Yuan [et al.] // *Nature Communications*. 2016. Vol. 7. Art. №13171. Doi: 10.1038/ncomms13171.
8. Mitochondrial diseases: from molecular mechanisms to therapeutic advances / H. Wen, H. Deng, B. Li [et al.] // *Signal Transduction and Targeted Therapy*. 2025. Vol. 10, №1. Art. №9. Doi: 10.1038/s41392-024-02044-3.
9. Руководство по изучению биологического окисления полярографическим методом / Г. М. Франк [и др.]; под общ. ред. Г.М. Франка. – М., 1973.
10. Assessment of Bioenergetics in BAT Mitochondria / A.D. Peterlin, J.M. Johnson, K. Funai // *Methods in Molecular Biology*. 2023. Vol. 2662. P. 67–75.
11. Landmark-free Shape Analysis of the Human Duodenum / N. Palmada, J.E. Cater, L.K. Cheng, V. Suresh // *Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC)*. 2023. Vol. 2023. P. 1–4. Doi: 10.1109/EMBC40787.2023.10340464. – PMID: 38083606.

Статья поступила в редакцию  
08.03.2026 г.

*Petr Krasochko*

## **Vectors of development and innovations in Belarusian veterinary medicine**..... 4

The article analyzes priority areas of domestic veterinary research that ensure the biological and economic well-being of the Belarusian livestock industry.

*Mikhail Kuchinsky*

## **«KMP Plus»: from innovative idea to mass production**..... 9

The article shows the beneficial effects of the innovative bioelement-based veterinary drug «KMP Plus», which increases milk production in cows, sheep, and pigs, as well as the reproductive performance of their offspring.

*Vasily Radchikov*

## **Whole milk replacer for the health of young animals**..... 17

The author argues that using whole milk replacer in calf feeding increases feed intake and stimulates redox processes in their bodies.

*Yulia Kayak*

## **Developing a vaccine for the prevention of coronavirus infection and pasteurellosis in minks**..... 20

There is presented a technology for producing an inactivated vaccine for the prevention of SARS-CoV-2 infection and pasteurellosis in minks.

*Victoria Vasilkova, Natalia Shchemeleva,*

*Tatyana Pogulyayeva*

## **Control of blood-sucking insects on livestock farms**..... 23

The article gives the results of testing a universal mosquito trap lamp and the toxicological evaluation of a laboratory-scale repellent sample developed to be used on livestock farms.

*Olga Gorlova*

## **If you don't want to live for nothing, then become a veterinarian!**..... 29

The article considers the main areas of work aimed at training specialists at the Vitebsk Order "Badge of Honor" State Academy of Veterinary Medicine.

*Valery Hancharou, Natalia Yankevich*

## **Hydrocarbon market and alternative energy**..... 32

The authors give a comparative overview of the global energy-relevant resources current state in various regions, outlining prospects for their use and replacement with alternative energy generation options. Information is provided on energy policies changes in various countries, related to the latest research data and public attitudes toward energy and environmental balance issues.

*Irina Stigailo*

## **The synergy of lean management**..... 41

An interview with BelGISS expert Igor Shkadretsov highlights key aspects of implementing lean management according to the new STB 2672-2025 standard, which aims to improve enterprise efficiency by identifying internal growth potential rather than relying on external investment.

*Egor Gusakov*

## **Key factors determining the transition of agriculture to an innovative path of development**..... 46

The article presents a contemporary academic interpretation of the definition of 'innovation' within the Agro-Industrial Complex's management system, emphasizing the importance of continuously implementing the latest scientific advances, in which cluster-based product cooperation is identified as the key factor for sustainable development and the sector's transition to a model of proactive self-financing.

*Olga Krotova*

## **Tyre industry specialized laboratory**..... 52

The article outlines the activities of the specialized industry laboratory on behalf of OJSC «Belshina».

*Tamara Lasko, Alexander Nikitin, Elena Tankevich,*

*Yulia Simonchik, Elena Kulikova*

## **Post-Chernobyl ecosystems: transformations and prospects**..... 56

The article analyzes the current state of lands withdrawn from economic use after the Chernobyl disaster, and also considers predicted changes in their natural and plant complexes and the future status of these territories.

*Tatyana Teterinets*

## **When the distant becomes close**..... 63

Tatyana Teterinets, Candidate of Economic Sciences and academic secretary of the Institute of Economics of the National Academy of Sciences of Belarus, draws a parallel between life and thesis, presenting science as an eternal movement, sharing the story of accumulating human capital and introducing her life priorities.

*Eroma Urban, Stanislav Gordey*

## **Winter rye: varieties or F1 hybrids?**..... 68

The article considers the problem of choosing varieties or hybrids of F1 rye in agricultural production based on soil and climate conditions of a specific farm, structure of its cropland, and its material and technical resources.

*Viktor Satishur, Bronislava Shelyuto*

## **Growth regulators in tobacco cultivation technology in north-eastern Belarus**..... 72

Field trials demonstrated a positive effect of the plant growth regulators based on humic acids, such as Phytogum Liquid and Gumiland Liquid on crop yield and quality of Belarusian tobacco plant varieties.

*Ekaterina Belous, Olga Logvinovich,*

*Anastasia Shikhalova, Natalia Chueshova,*

*Elena Shchurova, Albina Hadanovich*

## **Functional changes and tissue respiration reserve capacity in different sections of the small intestine of mice exposed to electromagnetic fields**..... 79

The authors analyzed the parameters of tissue respiration in different sections of the small intestine of mice chronically exposed to electromagnetic fields from a Wi-Fi device. It was found that these changes can induce the development of functional gastrointestinal disorders.





**Загузов, А. П. Словарь сражений и боев Отечественной войны 1812 года /** Александр Загузов. – Минск : Беларуская навука, 2026. – 367 с. : ил.

**ISBN 978-985-08-3440-9.**

Впервые сделана попытка в форме словаря рассказать о наиболее значимых сражениях и боях войны 1812 года (более 390). Словарь дополнен статьей об общем ходе войны 1812 года, расписаниями войск воюющих сторон, описанием их организации, тактики, основного вооружения. В издание помещены словарь военно-исторических терминов, сведения о потерях в войсках, в том числе среди генералитета. Словарь проиллюстрирован картами боевых действий, схемами наиболее значимых сражений, фотографиями памятников, репродукциями батальных картин и портретами военачальников.

*Адресовано широкому кругу читателей.*



**Прись, И. Е. Этический реализм и искусственный интеллект / И. Е. Прись ;** Национальная академия наук Беларуси, Институт философии. – Минск : Беларуская навука, 2026. – 327 с.

**ISBN 978-985-08-3436-2.**

В монографии развивается концепция контекстуального этического реализма. Концепция применяется для решения проблем в метаэтике и нормативной этике. Рассматриваются альтернативные концепции этического реализма и этического антиреализма. Показано, что философский взгляд на этику не может не быть реалистическим, а подлинный реализм имеет этическое измерение. В качестве конкретных приложений общего подхода рассматриваются вопросы морального прогресса и моральных революций, «квантовой этики», этики искусственного интеллекта и др.

*Предназначена в первую очередь для философов, но также может быть полезна для студентов, аспирантов и всех интересующихся вопросами философии морали.*



**Грыневіч, Я. І. Як нацыя вучылася спяваць: жыццё і дзейнасць Антона Грыневіча /** Яніна Грыневіч ; Нац. акад. навук Беларусі, Цэнтр даслед. беларус. культуры, мовы і літ., Ін-т мастацтвазнаўства, этнаграфіі і фальклору імя Кандрата Крапівы. – 3-е выд., дап. – Мінск : Беларуская навука, 2026. – 392 с. : іл.

**ISBN 978-985-08-3439-3.**

Манаграфія прысвечана асобе Антона Грыневіча – збіральніка фальклору, кампазітара, педагога і выдаўца. У цэнтры яго жыцця і дзейнасці – арыентацыя на беларускае культурнае адраджэнне: ад арганізацыі прыватнага выдавецтва да збірання і папулярызацыі фальклору, выкладання і падрыхтоўкі падручнікаў па музыцы. На падставе архіўных матэрыялаў, частка якіх уведзена ў навуковы зварот упершыню, у кнізе ўзноўлены малавядомыя этапы біяграфіі А. Грыневіча, паказана роля фальклору ў працэсе нацыянальнага будаўніцтва ў першай трэці XX ст. Яго ўнёсак у развіццё нацыянальнай культуры пераасэнсаваны з сучасных пазіцый.

Упершыню кніга выйшла ў свет у 2023 г., у 2024 г. была перавыдадзена, 3-е выданне дапоўнена звесткамі пра салавецкую ссылку А. Грыневіча і рукапісам яго падручніка па музыцы.

*Адрасуецца гісторыкам, этнографам, фалькларыстам, этнамузыкалагам, краязнаўцам, а таксама ўсім, хто цікавіцца гісторыяй беларускай культуры.*

## РУП «ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ДОМ «БЕЛОРУССКАЯ НАУКА»

*предлагает литературу*

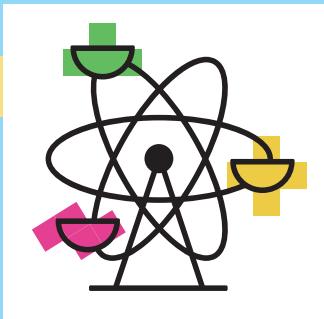
- по медицине
- искусствоведению
- литературоведению
- языкознанию
- этнографии
- фольклору
- естественным наукам

*принимает заказы на печать*

- бланки формата А<sub>5</sub>, А<sub>4</sub>, А<sub>3</sub>
  - грамоты ● дипломы
  - канцелярские книги
  - блокноты ● блоки для записей
  - календари ● буклеты
  - проспекты (с разработкой дизайна)
- тираж от 1 экземпляра*

*Получить информацию об изданиях и оформить заказ можно по телефонам:*

**+375 (17) 396-83-27,  
370-64-17, 320-33-74.**  
*Адрес: ул. Ф. Скорины, 40,  
220084, г. Минск,  
Республика Беларусь;  
e-mail: marketing@belnauka.by;  
сайт: www.belnauka.by*



# ФЕСТИВАЛЬ НАУКИ

5 — 6 сентября 2026  
Ботанический сад

хвилюючн

ательно выживает в экстремаль

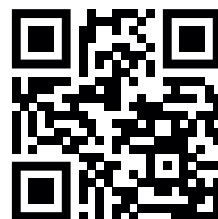
Тихоходка (лат. Tardigrada)

— тип микроскопических беспозвоночных, замеча

Организатор



Журнал  
«Наука и  
инновации»



Программа на  
**scifest.by**