

4

ЭКОЛОГИЧЕСКИ  
БЕЗОПАСНЫЕ  
БИОТЕХНОЛОГИИ  
ДЛЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

31

МЕТОД  
ДИНАМИЧЕСКОГО  
НОРМАТИВА.  
НОВОЕ ПРИМЕНЕНИЕ

56

ЦЕЛЕВЫЕ ВАУЧЕРЫ  
ДЛЯ ИННОВАЦИОННЫХ  
ПРЕДПРИЯТИЙ

71

ПЕРВОЕ ПОКОЛЕНИЕ  
ЖЕНСКИХ КАДРОВ  
ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ БССР



научно-практический журнал

# Наука и инновации

№3 (193)  
МАРТ 2019

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

ISSN 1818-9857



9 1771818 985001 03  
ISSN 2412-9372 (online)

## БОЛЬШАЯ ПОЛЬЗА МИКРО- ОРГАНИЗМОВ



# Сельскохозяйственная наука:

оборудование и лабораторные комплексы

## Селекция и генетика:

мобильные ПЦР-лаборатории  
амплификаторы и ПЦР-детекторы  
камеры горизонтального и вертикального электрофореза  
центрифуги и вортексы  
весы, термостаты, микроскопы и прочее вспомогательное оборудование

## Анализ качества зерна, комбикормов и семян

анализаторы и сепараторы примесей  
анализаторы жизнеспособности семян  
мельницы, сепараторы, делители и смешиватели зерна  
счётчики семян, шелушители зёрен  
БИК-анализаторы  
влагомеры зерна

## Анализ продуктов питания и молочной продукции

экспресс-тестеры на антибиотики и микротоксины  
анализаторы для определения содержания токсичных микропримесей  
анализаторы качества продуктов питания  
газовые и жидкостные хроматографы  
спектрометры, флуориметры и цитофлуориметры  
• рефрактометры

## Ветеринарно-санитарная экспертиза

аппараты гельминтологические  
трихинеллоскопы и аппараты для выделения личинок трихинелл  
приборы для ионометрического анализа  
приборы для люминесцентного анализа  
иммуноферментные анализаторы  
вискозиметрические анализаторы

**Theseus Lab**®

+375 (17) 237-42-11  
marketing@theseuslab.cz  
www.theseuslab.by  
**МОЖЕМ ВСЁ**

- вникаем в задачи
- исследуем рынки
- предлагаем варианты
- учитываем бюджет
- выбираем лучшее
- **ГАРАНТИРУЕМ РЕЗУЛЬТАТ**

УНП 191313995

**TheseusLab.by** – широчайший выбор оборудования для лабораторий и производств • доступные цены  
• полный комплекс работ – от подготовки технического задания и проектирования до монтажа и обучения персонала

• подбор оборудования в соответствии с задачами • гарантийное обслуживание и постгарантийное сопровождение  
• участие в тендерах и конкурсах, помощь в подготовке проектов технических заданий • [marketing@theseuslab.cz](mailto:marketing@theseuslab.cz)



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

**Учредитель:**  
Национальная академия наук Беларуси

**Редакционный совет:**

В.Г. Гусаков – председатель совета	Н.П. Крутько
П.А. Витязь – зам. председателя	В.А. Кульчицкий
С.В. Абламейко	М.И. Михадюк
А.А. Бринь	М.В. Мясникович
И.В. Войтов	Д.Л. Пиневиц
И.Д. Вологовский	О.О. Руммо
С.В. Гапоненко	Г.Б. Свидерский
А.Е. Дайнеко	Н.С. Сердюченко
М.А. Журавков	Б.М. Хрусталева
Э.И. Коломиец	И.П. Шейко
Ж.В. Комарова	В.Н. Шимов
	А.Г. Шумилин

**Главный редактор:**  
Жанна Комарова

**Ведущие рубрик:**  
Ирина Емельянович  
Светлана Марковка  
Дарья Пронько  
Екатерина Агеева

**Дизайн и верстка:** Алексей Петров

**Отдел маркетинга и рекламы:**  
Елена Верниковская

**Адрес редакции:**  
220072, г. Минск, ул. Академическая, 1-129.  
Тел.: (017) 284-14-46  
e-mail: nii2003@mail.ru,  
www.innosfera.by

**Подписные индексы:**  
007 532 (ведомственная)  
00 753 (индивидуальная)  
Формат 60x84 1/8. Бумага офсетная.  
Печать цифровая. Усл. печ. л. 9,8.  
Тираж 570 экз. Цена договорная.  
Подписано в печать 18.03.2019.

**Издатель и полиграфическое исполнение:**  
РУП «Издательский дом «Беларуская навука».  
Свид. о гос. рег. №1/18 от 02.08.2013.  
ЛП №02330/455 от 30.12.2013.  
г. Минск, ул. Ф.Скорины, 40.  
Заказ №57

© «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

## ➔ Биотехнологии

*Эмилия Коломиец, Наталья Сверчкова, Марина Мандрик-Литвинкович*  
Экологически безопасные биотехнологии для сельского хозяйства ..... 4

*Николай Шалыго*  
Микроводоросли и цианобактерии как биоудобрение ..... 10

*Наталья Максимова, Ирина Феклистова, Владимир Лысак, Ирина Гринева*  
Бактерии на страже урожая ..... 12

*Жанна Калацкая, Николай Ламан, Анна Шутова, Светлана Шиш, Эмилия Коломиец, Марина Мандрик-Литвинкович*  
Бактеризованные удобрения для цветочно-декоративных растений ..... 17

*Игорь Чешик, Александр Никитин*  
Новые почвоулучшающие добавки для загрязненных радиоактивным цезием земель ..... 21

*Зинаида Алешенкова, Галина Сафронова, Вероника Тимофеева, Людмила Головченко*  
Препарат для стимуляции роста лесного посадочного материала и декоративных растений ..... 26

## ➔ Инновации и инвестиции

*Владимир Турко, Александр Коршунов*  
Анализ инновационного развития методом динамического норматива ..... 31

*Егор Гусаков*  
Кластеры, кооперативно-интеграционные структуры и административные регионы: компаративный анализ ..... 38

*Борис Сорвиров, Александр Баранов*  
Адаптация моделей информационных кластеров для Гомельского региона ..... 42

## ➔ Цифровая трансформация

*Борис Паньшин*  
Цифровая экономика: понятия и направления развития ..... 48

## ➔ Синергия знаний

*Валерий Бельский, Лариса Тригубович, Надежда Батова*  
Целевые ваучеры как эффективная форма поддержки инновационных предприятий ..... 56

*Андрей Калинин*  
Совершенствование механизма участия белорусских вузов в международных образовательных выставках ..... 60

## ➔ В мире науки

*Ирина Емельянович*  
Надежда Дубовец: Жизнь в науке состоялась ..... 64

*Ирина Чикалова*  
Первое поколение женских кадров высшей школы БССР ..... 71

*Алеся Соловей*  
Оценка профессиональной деятельности женщин-ученых НАН Беларуси ..... 75

*Михаил Смольянинов*  
Беларусь: земля страданий, земля мужества... К 100-летию окончания Первой мировой войны 1914–1918 гг. .... 79

# Contents

№3 (193) 2019

*Barys Sarvirau, Aliaksandr Baranau*  
**The international practice adjusted to form the information clusters in Gomel region** ..... 42

The article considers the models of cluster formation in the economies of different countries. The authors identified problems of the Gomel region innovation infrastructure modernization. The improvement lines and forms were defined, and the interaction system of its elements was developed.

*Boris Panshin*  
**Digital economy: Concepts and lines of development** ..... 48

The article considers the theoretical foundation, stages, driving forces, efficiency factors of modern digitalization and digital economy.

*Valery Belski, Larisa Trigubovich, Nadzeya Batava*  
**Targeted vouchers as an effective form of supporting the innovative potential of enterprises** ..... 56

The article considers the stimulating mechanism of the economy innovative development with the help of targeted vouchers aimed to solve specific problems related to the SME innovative activity.

*Andrey Kalinin*  
**Participation of Belarusian universities in international educational exhibitions as a factor in increasing the efficiency of educational services exports** ..... 60

The author provides the guidelines to universities for more effective participation in international exhibitions.

*Iryna Emelianovich*  
**Nadezhda Dubovets: Life in science was successful** ..... 64

It is an essay about the corresponding member of the National Academy of Sciences of Belarus Nadezhda Dubovets, describing her path to science and enthusiasm for her favorite pursuit.

*Irina Chikalova*  
**The first generation of women in high school of the BSSR** ..... 71

The article considers the background of the higher school female personnel in the BSSR at the stage of its formation.

*Alesia Salavei*  
**Professional rating of women scientists of the National Academy of Sciences of Belarus** ..... 75

The article considers the professional experience of women researchers working in the Academy's sector of science of the Republic of Belarus. Their qualification and research plans, satisfaction with labor aspects, as well as labor mobility and career intentions are represented.

*Mikhail Smolyaninov*  
**Belarus: the land of suffering, the land of courage... On the 100th anniversary of the WWI end, 1914–1918** ..... 79

The spontaneous resistance of the Belarusian peasantry on the occupied lands in 1916–1919, the formation of a partisan movement aimed at liberating Belarus from invaders was shown.

*Emilia Kolomiets, Natalia Sverchkova, Marina Mandrik-Litvinkovich*  
**Environmentally friendly biotechnology for agriculture** ..... 4

The article considers the role of microbial technologies in the present-day agriculture development. The integrated data on the developments of the Institute of Microbiology of the National Academy of Sciences of Belarus aimed at ecologization of agricultural production have been presented.

*Mikalai Shalyha*  
**Microalgae and cyanobacteria as a bio-fertilizer** ..... 10

The author gives the information on the microalgae and nitrogen-fixing cyanobacteria used to increase soil fertility and crop yields. A list of microalgae and nitrogen-fixing cyanobacteria from the collection of the Institute of Biophysics and Cell Engineering of the National Academy of Sciences of Belarus, which are suitable for use as bio-fertilizer, is provided.

*Natalia Maximova, Iryna Feklistova, Uladzimir Lysak, Iryna Grineva*  
**Bacteria on guard of the crop** ..... 12

A review of biological preparations based on living bacteria, which are an environmentally safe alternative to agricultural pesticides, has been given in the Laboratory of molecular genetics and biotechnology, Faculty of Biology, BSU.

*Zhanna Kalatskaya, Nikolay Laman, Anna Shutova, Svetlana Shish, Emilia Kolomiets, Marina Mandrik-Litvinkovich*  
**The bacterized fertilizers for the ornamental plants cultivation** ..... 17

A technology has been developed for the production and use of domestic bacterized granular fertilizers, which have the advantages of separate organic and mineral components.

*Ihar Chesnyk, Aleksander Nikitin*  
**New soil-improving additives for cesium polluted radioactive lands** ..... 21

The article considers the research results on the soil improvers reducing the transition of the radioactive cesium isotope to plants. The soil improvers are based on biochar and a complex of microorganisms (lactic acid and purple bacteria, yeast fungi). It is shown that designed improvers can reduce the bioavailability of <sup>137</sup>Cs and its transition to the aboveground parts of plants while having a positive effect on their growth and development.

*Zinaida Aleshchenkova, Galina Safronova, Veronika Timofeeva, Lyudmila Golovchenko*  
**The drug to stimulate the growth of forest planting material and ornamental plants** ..... 26

The authors consider the effect of the microbial preparation Baktopin on the growth and development of coniferous plants, ornamental trees and shrubs, annual flowering plants.

*Vladimir Turko, Alexander Korshunov*  
**Analysis of innovative development by the dynamic normative method** ..... 31

The article considers the dynamic normative method which can be used to analyze and monitor the indicators of the scientific-technological and innovative development.

*Egor Gusakov*  
**Clusters, cooperative integration structures and administrative regions: A comparative analysis** ..... 38

A comparative analysis of similar and distinctive features of cooperative integration structures and clusters has been carried out. The key objectives of the clusters development in the Belarus' agroindustrial complex have been formulated.

## К сведению подписчиков и авторов

Журнал «Наука и инновации» включен в базу данных Российского индекса научного цитирования (РИНЦ) ([https://elibrary.ru/title\\_about.asp?id=8898](https://elibrary.ru/title_about.asp?id=8898)). Авторы публикаций могут подключиться к программе SCIENCE INDEX и получить возможность просматривать списки своих публикаций в РИНЦ и ссылки на них, а также использовать инструменты анализа и отбора научных статей по различным параметрам.

Наше издание также размещается в научной электронной библиотеке КиберЛенинка (<https://cyberleninka.ru/journal/n/nauka-i-innovatsii>).

Журнал «Наука и инновации» входит в утверждённый ВАК Беларуси Перечень научных изданий для опубликования результатов диссертационных исследований и принимает статьи по биологическим, медицинским наукам и инновационной экономике в раздел «Научные публикации». С 2019 г. научным публикациям в журнале присваивается цифровой идентификатор объекта (DOI), что позволяет увеличить видимость и доступность статьи.

Стребованиями по оформлению статей можно ознакомиться на нашем сайте: <http://www.innosfera.by/node/2161>.

Оформить подписку на журнал «Наука и инновации» (подписные индексы 00753 и 007532) можно в отделениях РУП «Белпочта» или «Белсоюзпечать», а также через Интернет: <http://rev1.belpost.by:8080/BelPost/cs>.

Приобрести издание можно в магазине «Академкнига» по адресу: Минск, пр. Независимости, 72.

На сайте ([http://innosfera.by/open\\_access](http://innosfera.by/open_access)) открыт свободный доступ к архивам журнала «Наука и инновации» с 2006 по 2016 г. включительно.

Большая польза микроорганизмов

# ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫЕ БИОТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

**Аннотация.** Представлена информация о роли микробных технологий в развитии современного сельского хозяйства. Обобщены сведения о разработках Института микробиологии НАН Беларуси, направленных на экологизацию агропроизводства.

**Ключевые слова:** биопестициды, микробные препараты, микробные удобрения, пробиотики.



**Эмилия Коломиец,**  
генеральный директор  
ГНПО «Химический синтез  
и биотехнологии»,  
директор, главный  
научный сотрудник отдела  
биотехнологии средств  
биологического контроля  
Института микробиологии  
НАН Беларуси,  
член-корреспондент



**Наталья Сверчкова,**  
заместитель директора  
по научной работе, ведущий  
научный сотрудник  
лаборатории биотехнологии  
пробиотиков  
Института микробиологии  
НАН Беларуси,  
кандидат биологических наук



**Марина  
Мандрик-Литвинкович,**  
заведующая завлабораторией  
молекулярной диагностики  
и биологического  
контроля фитопатогенных  
микроорганизмов отдела  
биотехнологии средств  
биологического контроля  
Института микробиологии  
НАН Беларуси,  
кандидат биологических наук

Значимость микробиологии как одного из ведущих направлений биологии определяется важной ролью микроорганизмов в природных процессах, хозяйственной деятельности человека, медицине и охране окружающей среды. Благодаря огромному биохимическому потенциалу они продуцируют множество различных метаболитов (одна бактериальная клетка способна образовывать около 1,2 тыс. соединений) и могут использовать как природные, так и антропогенные органические продукты в качестве субстратов и источников энергии, выполнять функции основных компонентов пищевых цепей и биогеохимических циклов в экосистемах.



Микроскопирование жидкой культуры спорообразующих бактерий – основы пробиотического препарата



В отделении ферментации



Открытие 1-го пускового комплекса научно-производственного Центра биотехнологий по выпуску сухих форм пробиотических препаратов (в отделении сушки)



В научно-исследовательской лаборатории



Фото Сергея Дубоик, Валентина Колыко

Инновационная биотехнологическая продукция  
Института микробиологии НАН Беларуси



Различные препаративные формы биотехнологической продукции

Повсеместное использование средств химизации привело к сокращению численности многих видов микроорганизмов в почве. Поэтому вопрос сохранения и изучения их генетического разнообразия наряду с другими живыми организмами в нашей стране контролируется на государственном уровне – согласно Стратегии по сохранению и устойчивому использованию биологического разнообразия (постановление Совета Министров Республики Беларусь от 19.11.2010 г. №1707 (в редакции от 03.09.2015 г. №743) [1]. Успешной реализацией постановления способствует деятельность Института микробиологии НАН Беларуси. В функционирующей на его базе Белорусской коллекции непатогенных микроорганизмов (БКМ), являющейся объектом национального достояния, поддерживается свыше 2,2 тыс. штаммов микроорганизмов различных таксономических групп. С целью пополнения коллекции штаммами – суперпродуцентами биологически активных соединений используются как традиционные способы, так и методы генно-инженерного конструирования, повышающие эффективность селекционных работ в десятки и сотни раз. Открытый в Институте Центр аналитических и генно-инженерных исследований, оснащенный самым современным оборудованием, обеспечивает выполнение генно-инженерных работ на высоком научном уровне и позволяет получать штаммы с заданными свойствами для разработки биотехнологий и биопрепаратов, относящихся к V–VI технологическим укладам. Также созданы ДНК-банки промышленно ценных микроорганизмов и фитопатогенных культур, обеспечивающие

сохранность генофонда перспективных объектов биотехнологии и возможность раннего диагностирования болезней сельскохозяйственных культур с целью предотвращения эпифитотий.

Продукция, получаемая на основе микробного синтеза, применяется практически во всех отраслях экономики. Наиболее широкий ее сегмент предназначен для растениеводства и животноводства – это биологические средства защиты растений, микробные удобрения, пробиотики, биодезинфектанты, биоконсерванты растительного сырья, ферментные препараты, кормовой белок, аминокислоты, витамины и др. [2, 3].

Анализ литературных данных свидетельствует о перспективности использования для контроля патогенов и вредителей штаммов микроорганизмов, способных продуцировать широкий спектр метаболитов с антимикробным или энтомоцидным действием, отличающихся высокой скоростью роста, генетической стабильностью, конкурентоспособностью, низкой чувствительностью к биоценотическим факторам и безвредностью для окружающей среды [4, 5]. Приоритетное направление разработок биопестицидов нового поколения – создание биопрепаратов комплексного действия, в том числе на основе консорциума микроорганизмов с взаимодополняющими свойствами [6, 7].

Проводимые в отделе биотехнологии средств биологического контроля Института исследования по выделению и изучению микроорганизмов с заданными свойствами, выяснению природы метаболитов с антимикробной и энтомоцидной активностью, установлению механизмов

антагонистического действия потенциальных интродуцентов, оптимизации ферментационных процессов, разработке высокотехнологичных препаративных форм обладают научной новизной, социальной значимостью и служат теоретической и практической основой создания эффективных экологически безопасных биопестицидов, необходимых для оздоровления и стабилизации растениеводства республики.

Разработанные нами биопестициды «Фрутин» (для контроля возбудителей болезней ягодных и плодовых культур), «Бетапротектин» (для борьбы с кагатной гнилью сахарной свеклы, защиты огурца и томата от болезней), «Экогрин» (для защиты овощных и зеленых культур от болезней в условиях малообъемной гидропоники), «Бацитурин», «Бактосол» и «Ксантрел» (для защиты картофеля и овощных культур от вредителей и болезней), «Мультифаг» (эффективное средство против бактериозов овощных культур) нашли свою нишу на внутреннем рынке биотехнологической продукции и имеют экспортный потенциал благодаря высокой биологической активности и более низкой себестоимости по сравнению с зарубежными аналогами [8]. К новым разработкам института относятся микробные препараты комплексного действия «Полибакт» и «Агроревитол». Первый обеспечивает ускорение процессов минерализации запаханых растительных остатков (озимой тритикале, кукурузы), контроль развития фитопатогенных микроорганизмов и восстановление микробиоценоза почвы, ее обогащение биологическим азотом и трансформацию фосфатов в доступные растениям

формы, повышение урожайности последующих культур севооборота (яровой ячмень, озимое тритикале) на 14–27% [9]. Применение «Агроревитола» позволяет получить прибавку зерновых и зернобобовых культур соответственно на 2,2–2,7 ц/га (4,4–5,2%) и 6,1–7,4 ц/га (14,2–20,4%) и снизить остаточное количество гербицидов группы сульфонилмочевины и имидазолинонов в почве на 10,7–17,9% и 7,0–27,2%. Несмотря на то, что проводимые в республике фитозащитные мероприятия ориентированы на преимущественное использование агрохимикатов, объем производства биопрепаратов имеет выраженную тенденцию к росту (с 3 т в 2011 г. до 78,63 т в 2018 г.).

В качестве альтернативы минеральным используются микробные удобрения. Крупнейшими мировыми производителями азотфиксирующих инокулянтов являются фирмы США, Франции и Великобритании. В Китае практически каждая провинция имеет биофабрики по выпуску бактериальных препаратов с азотфиксирующей и фосфатмобилизующей активностью. В аграрно развитых странах до одной трети общей площади зерновых и зернобобовых бактериализуют азотфиксирующими микроорганизмами и за счет этого на 25–40% сокращают потребление минеральных азотных удобрений [10–12].

Специалисты Института подтвердили принципиальную возможность образования симбиоза diazотрофных микроорганизмов с небобовыми растениями и показали перспективность применения в качестве агентов искусственных ассоциаций микроорганизмов, способных активно колонизировать корневую систему

и синтезировать гормоноподобные соединения. Осуществлен скрининг микроорганизмов с указанными свойствами, изучены ассоциативные взаимодействия в системе diaзотрофы – небобовые растения и пути их превращения в симбиотические с целью разработки эффективных приемов использования биологического азота как основы повышения продуктивности агробиоценозов [13–16]. На базе указанных подходов созданы высокоэффективные микробные удобрения с азотфиксирующей активностью («Ризобактерин», «Гордебак», «АгроМик», «Ризофос») для повышения урожайности зерновых и зернобобовых культур. Адаптация технологий получения препаратов к условиям производства и сырья, имеющемуся в Беларуси, обеспечивает их низкую себестоимость и, соответственно, потребительскую стоимость (2 у.е./га). Всего за 2010–2018 гг. Институт произвел и реализовал микробных удобрений на сумму около 300 тыс. руб.

Практика показывает, что экологически безопасные биопрепараты, основу которых составляют живые полезные микроорганизмы, способны повышать всхожесть и энергию прорастания семян, сопротивляемость растений инфекциям и стрессовым воздействиям, усиливать корнеобразование, увеличивать урожайность и длительность плодоношения, качество и сохранность продукции. Биопестициды практически незаменимы в тех ситуациях, когда разнообразные химические способы защиты уже не дают ожидаемого результата и последовательное усиление химической нагрузки приводит лишь к удорожанию себестоимости продукции; когда необходимо

проведение завершающих фунгицидных обработок плодово-овощных культур с целью обеспечения сохранности урожая, а применение химических препаратов по санитарным причинам невозможно. Это же касается и тепличных хозяйств, где внесение микробиологических препаратов – единственный способ восстановления микробиоценозов, оздоровления почвы, повышения качества продукции овощеводства.

Наиболее быстрый и весомый экономический эффект микробиологических препаратов проявляется при разработке региональных схем их применения, учитывающих характеристики почвенного покрова, агроклиматические условия, сортовое разнообразие, особенности агротехники. При этом биологические средства питания и защиты растений не отменяют, а лишь ограничивают использование минеральных удобрений и агрохимикатов, а также способствуют повышению эффективности большинства традиционных агротехнических мероприятий.

В целом применение микробных препаратов обеспечивает:

- *снижение химической нагрузки как непосредственно на агроценоз, так и на ландшафт прилегающих территорий, включая лесополосы и населенные пункты (почвы, грунтовые воды, водоприемники, биота, воздушный бассейн). Положительный результат достигается за счет сокращения доз*



минеральных удобрений и пестицидов, использования баковых смесей биопрепаратов и химикатов при снижении концентрации последних;

- восстановление нормальной структуры микробиоценоза. Часть интродуцируемых бактерий закрепляется и зимует в ризосфере растения, создавая положительный эффект последствия, проявляющийся в подавлении развития патогенных грибов и бактерий и обогащении микробиоценоза полезной микрофлорой, особенно при получении ранней овощной продукции;
- высокую эффективность фитозащитных мероприятий благодаря тому, что у возбудителей болезней не формируется резистентность к биопрепаратам;
- возможность проведения обработки в разные фазы развития растения в связи с отсутствием в составе биопрепаратов токсичных компонентов, которые могут накапливаться;
- высокую окупаемость затрат на микробиологические средства защиты (до 30 раз) по сравнению с химическими (в 2,5–5 раз). Это объясняется тем, что микробные препараты обладают пролонгированным действием и их стоимость зачастую гораздо ниже, а эффективность выше, чем у агрохимикатов [17].

Актуальным и бурно развивающимся направлением современных микробиологических исследований является разработка препаратов пре- и пробиотического действия. Их мировой рынок достиг 30 млрд долл. и имеет выраженную тенденцию к дальнейшему росту. Основное

направление – продукты функционального питания, на которые приходится более 50% этого сегмента, пищевые и кормовые добавки – около 40%, фармацевтические препараты – 10% [18, 19].

В Беларуси потребность в пробиотиках для кормопроизводства составляет порядка 3 тыс. т в год (для обогащения 3 млн т комбикормов), для использования в качестве лечебно-профилактических средств – порядка 50 млн доз (удовлетворяется в основном за счет импорта).

Интерес к пробиотикам обусловлен их биологической безвредностью, способностью усиливать защитную функцию организма, стимулировать иммунную реактивность, нормализовать пищеварение, не вызывая при этом формирования устойчивости у патогенных микробов. Пробиотики позволяют исключить кормовые антибиотики в животноводстве, способствуют пищеварению, снижению общей заболеваемости. По мнению исследователей Т. П. Лайонса и Р. Дж. Фэллона, «наступающую эпоху пробиотиков» можно рассматривать как серьезный вызов традиционным производствам небезопасных для организма препаратов [20].

Наиболее известны пробиотики на основе представителей нормального кишечного биоценоза, в частности бифидо- и лактобактерий. Однако эти микроорганизмы характеризуются высокой чувствительностью к факторам внешней среды и, как следствие, препараты на их основе по стабильности уступают полученным с использованием спорообразующих бактерий. Пробиотики на основе бацилл эффективны и благодаря способности продуцентов к спорообразованию выгодно отличаются от традиционных

повышенной жизнеспособностью при воздействии различных агрессивных факторов. При этом они характеризуются высокой избирательной антагонистической активностью по отношению к патогенным микроорганизмам и активным синтезом разнообразных биологически активных соединений, например липополисахаридов, повышающих иммунитет животных [21].

Нами на основе штаммов спорообразующих бактерий разработана конкурентоспособная технология получения пробиотического препарата «Бацинил», предназначенного для коррекции микробиоценоза желудочно-кишечного тракта и стимуляции иммунной системы при заболеваниях молодняка крупного рогатого скота, свиней и птицы. Зарегистрирован «Ветоспорин» в жидкой и гелевой формах для профилактики и лечения гнойно-некротических поражений кожных покровов животных. Разработана технология получения и применения в составе кормов для сельскохозяйственных животных и птицы пробиотика «Споробакт», включающего два штамма спорообразующих бактерий с высокой антагонистической и ферментативной активностью [20, 21].

Известно, что значительную часть инфекционной патологии животных составляют заболевания вирусной и вирусно-бактериальной этиологии, причем вирусные инфекции, как правило, осложняются бактериальными и наоборот. Поэтому особенно актуальна проблема создания средств, характеризующихся одновременно антибактериальными и противовирусными свойствами. Для ее решения пробиотики используют в сочетании с различными иммуностимуляторами

и цитокинами, среди которых наиболее широко представлены препараты интерферона. Нами совместно с сотрудниками БГУ разработана пробиотическая кормовая добавка «Проксиферон» с комплексной иммуномодулирующей, антибактериальной и противовирусной активностью для промышленного птицеводства.

Всего за 2010–2018 гг. Институтом произведено и реализовано около 145 т пробиотических препаратов на сумму 1,7 млрд руб.

По оценкам экспертов, в ближайшие годы биотехнология обеспечит прирост сельскохозяйственной продукции на 15–20%. Важно отметить, что данная промышленность относится к самым наукоемким отраслям в мире.

Наши дальнейшие исследования в сфере микробных технологий будут направлены на совершенствование их ресурсной базы на основе современных генетических подходов, что позволит отобрать в качестве объектов биотехнологий высокопродуктивные штаммы, характеризующиеся фагоустойчивостью, высокой адаптацией к различным условиям существования. Высокий научный уровень исследований будет обеспечен за счет современного биохимического инструментария для проведения ДНК-анализа, широкого применения методов безлигзного клонирования генов. Разработка принципов направленного регулирования биологической активности микроорганизмов, совершенствования ферментационных процессов и товарных форм позволит обосновать научные подходы создания новых эффективных

биотехнологий для производства препаратов различного назначения. Для повышения конкурентоспособности средств биологического контроля возбудителей болезней растений будут изучены ключевые аспекты молекулярных взаимодействий фитопатогенов с микроорганизмами-антагонистами и растениями-хозяевами, а также факторы повышения устойчивости растений к основным патогенам. Целенаправленное практическое использование бактерий-деструкторов для предотвращения накопления остаточных количеств

химических пестицидов и их метаболитов в объектах окружающей среды обеспечит решение ряда экологических проблем, в том числе связанных с получением экологически чистой сельскохозяйственной продукции. ■

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Состояние биоразнообразия для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства в Республике Беларусь: страновой доклад / М.-во сел. хоз-ва и прод. Респ. Беларусь, Нац. акад. наук Беларуси. – Минск, 2016.
2. Коломиец Э. И. Микробные биотехнологии как основа экологизации и повышения продуктивности сельскохозяйственного производства / Э. И. Коломиец // Микробные биотехнологии: фундаментальные и прикладные аспекты: сб. науч. тр. / НАН Беларуси, Ин-т микробиологии; под ред. Э. И. Коломиец, А. Г. Лобанка. – Минск, 2018. Т. 10. С. 3–11.
3. Соколенко Г. Г., Лазарев, Б. Л., Миньченко, С. В. Пробиотики в рациональном кормлении животных / Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. 2015. №1. С. 72–78.
4. Биологические методы защиты растений // <http://dic.academic.ru/dic.nsf/ecolog/131>.
5. Kleinhenkel H. Biological plant protection / H. Kleinhenkel // Acta Biotechnologica. 1990. V. 10, №6. P. 495–499.
6. Муродова С. С., Давранов К. Д. Комплексные микробные препараты. Применение в сельскохозяйственной практике / Biotechnologica acta. 2014. V.7, №6. С. 92–101.
7. Биопрепараты для защиты растений: классификация, виды, особенности // <http://usadbaplus.ru/biopreparaty-dlya-zashchity-rastenij-klassifikatsiya-vidy-osobennosti/>.
8. Коломиец Э. И. Вклад микробиологической науки в развитие агротехнологий // Наука и инновации. 2016. №6. С. 23–25.
9. Эффективность микробного препарата «Полибакт», обеспечивающего ускорение минерализационных процессов в почве и увеличение ее биогенности / Э. И. Коломиец [и др.] // Микробные биотехнологии: фундаментальные и прикладные аспекты: сб. науч. тр. под ред. Э. И. Коломиец. – Минск, 2015. Т. 7. С. 133–143.
10. Itelima J. U. et al. A review: Biofertilizer – A key player in enhancing soil fertility and crop productivity // Microbiol. Biotechnol. Rep. 2018. V. 2 (1). С. 22–28.
11. Berger L. R. et al. Plant and soil characteristics affected by biofertilizers from rocks and organic matter inoculated with diazotrophic bacteria and fungi that produce chitosan // J. Soil Science Plant Nutrition. 2013. V. 13(3). С. 592–603.
12. Amutha R. et al. Isolation and mass production of biofertilizer (azotobacter and phosphobacter) // Int. J. Lat. Res. Sci. Technol. 2014. V. 3 (1). С. 79–81.
13. Vessey J. K. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers // Plant Soil. 2003. V. 255. P. 571–586.
14. Шапошников А. И. Взаимодействие ризосферных бактерий с растениями: механизмы образования и факторы эффективности ассоциативных симбиозов / А. И. Шапошников, А. А. Белимов, Л. В. Кравченко, Д. М. Виванко // С/х биология. 2011. №3. С. 16–22.
15. Моргун В. В. Ростстимулирующие ризобактерии и их практическое применение / В. В. Моргун, С. Я. Коць, Е. В. Кириченко // Физиол. и биохим. культ. растений. 2009. Т. 41, №3. С. 187–207.
16. Благова Д. К. Искусственные ассоциативные симбиозы между томатом и ризобиями, обладающими фунгицидной активностью / Д. К. Благова, З. Р. Вершинина, Л. Р. Нигматулина, А. М. Лавина, Ан. Х. Баймиев, Ал. Х. Баймиев // С/х биология, 2015. Т. 50, №1. С. 107–114.
17. Микробные биотехнологии: фундаментальные и прикладные аспекты. Сборник научных трудов / под ред. Э. И. Коломиец [и др.]. Т. 7. – Минск, 2015.
18. Коломиец Э. И. На пути к биоэкономике: успехи и проблемы становления биотехнологической отрасли в Республике Беларусь / Э. И. Коломиец // Микробные биотехнологии: фундаментальные и прикладные аспекты: сб. науч. тр. / Ин-т микробиологии НАН Беларуси; под ред. Э. И. Коломиец, А. Г. Лобанка. – Минск, 2016. Т. 8. С. 3–10.
19. Тихонович И. А. Биопрепараты в сельском хозяйстве / И. А. Тихонович, А. П. Кожемяков, В. К. Чеботарь // Методология и практика применения микроорганизмов в растениеводстве и кормопроизводстве. – М., 2005.
20. Сверчкова Н. В., Коломиец Э. И. В поисках альтернативы ветеринарным и кормовым пробиотикам // Наука и инновации. 2014. №8. С. 21–24.
21. Похиленко В. Д., Перельгин В. В. Пробиотики на основе спорообразующих бактерий и их безопасность // Химическая и биологическая безопасность. 2007. №2–3. С. 20–41.

SEE <http://innosfera.by/2019/03/biotechnology>

# МИКРОВОДОРОСЛИ И ЦИАНОБАКТЕРИИ

## КАК БИОУДОБРЕНИЕ



**Николай Шальго,**

завлабораторией  
Института биофизики  
и клеточной  
инженерии  
НАН Беларуси,  
член-корреспондент

**Аннотация.** В статье представлена информация по использованию микроводорослей и азотфиксирующих цианобактерий для повышения плодородия почвы и увеличения урожайности сельскохозяйственных культур. Приводится список микроводорослей и цианобактерий из коллекции Института биофизики и клеточной инженерии НАН Беларуси, пригодных в качестве биоудобрения.

**Ключевые слова:** биоудобрение, микроводоросли, азотфиксирующие цианобактерии, альголизацию почвы.

**Б**иологические удобрения (биоудобрения), бактериальные и грибковые, а также созданные на основе эффективных микроорганизмов (ЭМ-технологий), с использованием смешанных культур микроорганизмов, получили широкое распространение в сельскохозяйственном производстве. Во многих странах начали успешно использовать микро- и нетоксичные азотфиксирующие синезеленые водоросли (цианобактерии), что способствует повышению плодородия почв и увеличению урожайности сельхозкультур [1–3]. На практике для этого применяют два подхода. Первый – повышение активности комплекса микроводорослей, обитающих в почве, что достигается путем внесения минеральных удобрений, известкования и регулирования водного баланса.

Например, весной при подкормке посевов, когда на влажную поверхность земли вносятся удобрения, почва покрывается зеленым налетом – «цветет». По народным приметам это обещает богатый урожай. Связано это с продуцированием клетками большого количества биологически активных соединений – индольных (ауксинов) и фенольных, стероидов, гиббереллиноподобных веществ, соединений с цитокининовой активностью и обладающих фунгицидным и фунгистатическим действием, часть из которых выделяется в окружающую среду. Особенно интенсивно это происходит на начальных этапах нарастания биомассы микроводорослей. После отмирания клеток в почву попадают не только органические вещества, но макро- и микроэлементы. Второй подход – направленная альголизацию, то есть внесение в грунт живых

культур микроводорослей и азотфиксирующих цианобактерий. Проводить ее можно до посева, при посеве вместе с семенами, а также на разных стадиях вегетации растений. Для альголизации почвы чаще всего применяют зеленые микроводоросли из родов хлорелла (*Chlorella*), сценедесмус (*Scenedesmus*), а также способные к фиксации атмосферного азота нетоксичные цианобактерии – родов носток (*Nostoc*), анабена (*Anabaena*) и др. [1, 3, 4].

Впервые вопросы альголизации почвы были затронуты еще в 30-х гг. прошлого столетия в работах Дэ [цит. по 1]. Он обратил внимание на стабильность урожая риса в Индии при его монокультуре без внесения удобрений и связал этот эффект с синезелеными водорослями, обитающими на полях. После этого в массово возделывающих рис странах начали активно изучать азотфиксирующие цианобактерии. Данные получались противоречивыми, так как внесение микроводорослей не всегда приводило к ожидаемому повышению урожая. Оказалось, что положительный эффект зависит от pH почвы – в кислой среде цианобактерии растут плохо [5]. В дальнейшем было установлено, что при достаточном количестве в почве азота они являются его потребителями и конкурируют за вещество с сельхозрастениями. При недостатке азота в почве цианобактерии, напротив, начинали усваивать атмосферный азот. В настоящее время данный вид бактерий широко используется в рисоводстве и их положительное действие не вызывает сомнений.

Для культивирования риса в южных странах часто применяют водный (плавающий)

№ п/п	Название	Внешний вид (фото)*
<b>Зеленые микроводоросли</b>		
1	<i>Chlorella vulgaris</i> IBCE C-8	
2	<i>Chlorella fusca</i> IBCE C-9	
3	<i>Chlorella kessleri</i> IBCE C-3	
4	<i>Scenedesmus obliquus</i> IBCE S-50	
5	<i>Scenedesmus dispar</i> IBCE S-48	
6	<i>Scenedesmus acuminatus</i> IBCE S-30	
<b>Азотфиксирующие цианобактерии</b>		
1	<i>Nostoc sp.</i> IBCE N-29	
2	<i>Synechocystis sp.</i> IBCE S-15	
3	<i>Anabaena cylindrica</i> IBCE A-51	

Таблица. Микроводоросли и азотфиксирующие цианобактерии коллекции Института биофизики и клеточной инженерии НАН Беларуси (IBCE)

папоротник азолла (*Azolla*) [6]. Его особенностью является симбиоз с синезеленой водорослью анабеной (*Anabaena azolla*), фиксирующей атмосферный азот. Впервые азоллом при выращивании риса воспользовалась вьетнамская крестьянка Ба-Хен. Урожай оказался настолько большим, что была построена пагода в честь богини Азоллы. Водоросль размножают в небольших водоемах, откуда переносят на залитые водой рисовые поля. С наступлением жаркой погоды, примерно в фазу кущения риса, зеленый ковер из папоротника отмирает и растительная масса минерализуется. Растение за вегетационный период благодаря симбиозу с цианобактериями накапливает на 1 га около 120 кг азота. Помимо этого папоротник продуцирует большое количество органического вещества, удобряющего почву.

Установлено, что внесение азотфиксирующих цианобактерий улучшает плодородие хлопка при выращивании на засоленных почвах [8]. Причем смесь эффективнее по сравнению с монокультурой [1, 7].

Альголизацию почвы полезна и для других сельскохозяйственных культур. В частности, молдавские ученые показали, что внесение водорослей *Nostoc* + *Cylindrospermum* + *Anabaena* в почву на 10-й день после посадки в теплицах огурцов сорта Ми-рабелла способствует регулированию содержания азота в почве, а также изменению ее кислотности. Альголизацию приводила к увеличению роста растений огурца (на 30,5–46,4%), количества соцветий (на 12,3–44,4%) и плодов (на 27,0%) [3]. В качестве примера благотворного влияния суспензии зеленых микроводорослей

как биоудобрения на плодородие почвы и сельхозкультуры можно привести данные по возделыванию ячменя ярового на лесной темно-серой почве. В вариантах, где использовался штамм хлореллы (*Chlorella vulgaris* Beijer), которую вносили перед дождем, были отмечены более активный рост и увеличение урожайности надземной массы и зерна ячменя. При этом внесение хлореллы повышало количество гуминовых кислот в почве. Авторы объясняют это бурным развитием микробиологических и биохимических процессов в почве. В результате образуются легкодоступные гумусовые вещества, большинство из которых – гидролизующие формы, более подвижные, легко усваиваемые микроорганизмами и высшими растениями [9].

Активно применяют микроводоросли и в отечественном растениеводстве. Сотрудники Института биофизики и клеточной инженерии НАН Беларуси доказали высокую эффективность среды культивирования хлореллы как стимулятора роста и развития

растений. Согласно исследованиям, прайминг (замачивание) семян различных цветочных (петуния, тагетес, агератум), овощных (огурцы, свекла, картофель), зерновых (ячмень, озимая пшеница) и зернобобовых (горох) культур в разбавленной водой культуральной среде хлореллы (*Chlorella vulgaris*) увеличивает как всхожесть, так и энергию прорастания семян [10, 11].

Внесенные в грунт микроводоросли и азотфиксирующие цианобактерии разлагаются быстрее, чем привычные нам органические удобрения, не засоряют почву семенами сорняков, личинками вредных насекомых и спорами фитопатогенных грибов. К сожалению, исследования по их использованию в качестве биоудобрения в Беларуси до сих пор не проводились. Но предпосылки для них есть – в альгологической коллекции Института имеются необходимые микроводоросли и азотфиксирующие цианобактерии (таблица) [12].

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- Макарова Е. И., Отурина И. П., Сидякин А. И. Прикладные аспекты применения микроводорослей – обитателей водных экосистем // Эко-системы, их оптимизация и охрана. 2009. Вып. 20. С. 120–133.
- Лукьянов В. А., Стифеев А. И. Прикладные аспекты применения микроводорослей в агроценозе // Монография. Курск, 2014.
- Доброжан С. Н., Шалару В. В., Шалару В. М., Стратулат И. И., Семенюк Е. Н. Использование некоторых видов синезеленых азотфиксирующих водорослей в качестве биологического удобрения // Альгология. 2014. Т. 24. №3. С. 426–429.
- Paudel Y. P., Pradhan S., Pant B., Prasad B. N. Role of blue green algae in rice productivity // Agriculture and Biology Journal of North America. 2012. V.3. N8. P. 332–335.
- Reddy P. M., Roger P. A., Ventura W., Watanabe I. Blue-green algal treatment and inoculation had no significant effect on rice yield in an acidic wetland soil // Phil. Agri. Special BGA ISSUE. 1986. V.69. P. 629–632.
- Gurung S. Effect of azolla and cyanobacteria (BGA) in rice productivity // M. Sc. Dissertation.
- Водоросли и биотехнологии – Очерки по микробиологии // <http://mikro.bio.balakiets.kharkov.ua/contents-15-9.html/>.
- Aziz M. A., Hashem M. A. Role of cyanobacteria in improving fertility of saline soil // Pakistan Journal of Biological Sciences. 2003. V.6. N20. P. 1751–1752.
- Панкратова Е. М., Зяблых П. Ю., Калинин А. А., Ковина А. Л. и др. Конструирование микробных культур на основе синезеленой водоросли *Nostoc paludosum* // Альгология. 2014. Т. 24. №4. С. 445–458.
- Мельников С. С., Мананкина Е. Е. Хлорелла: физиологически активные вещества и их использование. – Минск, 1991.
- Шальго Н. В., Мельников С. С. Хозяйственно полезные виды водорослей // Наука и инновации. 2009. №3 (73). С. 34–38.
- Мельников С. С., Мананкина Е. Е., Будакова Е. А., Шальго Н. В. Каталог генетического фонда хозяйственно полезных видов водорослей. – Минск, 2011.

SEE <http://innosfera.by/2019/03/microalgae>



# БАКТЕРИИ НА СТРАЖЕ УРОЖАЯ

**Аннотация.** В статье представлен обзор разработанных в НИЛ молекулярной генетики и биотехнологии биологического факультета БГУ биологических препаратов на основе живых бактерий, которые являются экологически безопасной альтернативой пестицидам, используемым в сельском хозяйстве.

**Ключевые слова:** биопрепарат, ризосферные бактерии, повышение урожайности, микробное удобрение, защита растений.

Рост численности населения на Земле начиная с 40-х гг. XX в. связан с увеличением выпуска продуктов питания, что в свою очередь стало возможным благодаря введению в сельскохозяйственную практику химических средств защиты растений. Согласно статистическим данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН, мировое производство пестицидов на тот момент начало возрастать на 11% в год и к 2000 г. достигло 5 млн т [1].

Вместе с тем их повсеместное использование привело к загрязнению химикатами почвы, грунтовых вод и воздуха практически во всех странах, что имеет не только экологические, но экономические и социальные последствия. Например, в результате опрыскивания в течение нескольких десятилетий банановых плантаций островов Мартиники и Гваделупы хлордеконом (даже с 1993 по 2002 г., когда он был официально запрещен на этой территории) в тканях рыб и диких животных

было обнаружено самое высокое содержание этого вещества, у местных жителей отмечен высокий уровень заболеваемости раком простаты, у детей – частота врожденных пороков развития [2]. В Италии применение фенитротии привело к резкому снижению численности популяции шмелей и бабочек [3], а в Германии за последние 27 лет нерациональное использование пестицидов в борьбе с сорняками привело к сокращению численности насекомых более чем на 75%.

Так, трифлуралин оказался высокотоксичным для рыб, а в дополнение к этому присутствие гербицидов, содержащих глифосат, становилось сублетальным. Атразин и алахлор ослабляют репродуктивную и иммунологическую функции водных млекопитающих, а у водорослей блокируют фотосинтез и задерживают их рост [4]. Исследования, проведенные в последние десятилетия, показывают, что некоторые хлорорганические пестициды (пентахлорфенол, ДДТ и метилпаратион) подавляют симбиотическую фиксацию азота бактериями.

Как следствие, у них увеличивается зависимость от синтетических азотных удобрений, снижается плодородие почвы, наблюдается стагнация урожайности, несмотря на рекордное внесение пестицидов и удобрений [5].

За счет развития устойчивых видов фитопатогенных организмов при использовании традиционных химических средств, а также проведения более интенсивной обработки посевов ежегодные потери урожая в мире составляют около 3,30 млрд долл. в год, и еще столько же расходуется на организацию службы охраны окружающей среды. Потери человеческой трудоспособности при отравлениях приносят убыток в 1,42 млрд долл. [6]

Пять стран – членов ЕС для защиты растений и повышения их урожайности используют почти 75% общего количества (220 тыс. т) химических продуктов, потребляемых всеми странами ЕС [7]. Из них на Францию приходится 28%, на Испанию и Италию – по 14%, на Германию – 11% и Великобританию – 7% (рис. 1). Франция (32%), Италия (17%) и Испания (15%)

**Наталья Максимова,**  
заведующий кафедрой генетики  
биологического факультета БГУ,  
доктор биологических наук, профессор

**Ирина Феклистова,**  
заведующий НИЛ молекулярной генетики  
и биотехнологии кафедры генетики  
биологического факультета БГУ,  
кандидат биологических наук

**Владимир Лысак,**  
декан биологического факультета БГУ,  
кандидат биологических наук, доцент

**Ирина Гринева,**  
старший научный сотрудник  
НИЛ молекулярной генетики  
и биотехнологии кафедры генетики  
биологического факультета БГУ

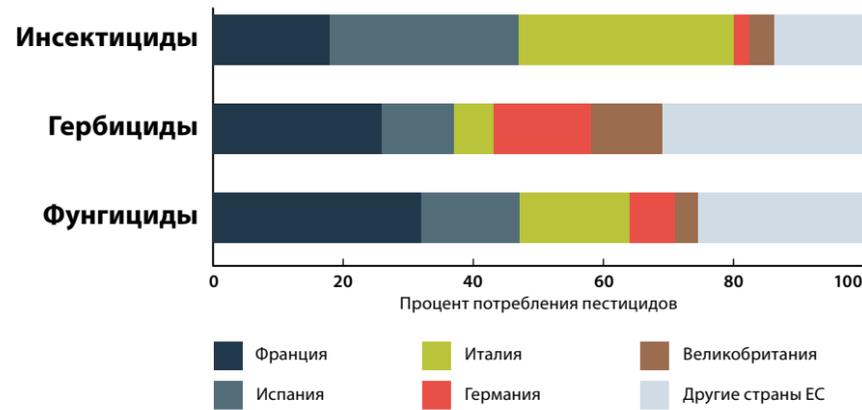


Рис. 1. Потребление пестицидов странами «Большой пятерки»  
Источник: разработка авторов на основании сведений, представленных Eurostat.

используют 64% всех фунгицидов, что обусловлено концентрацией здесь производства винограда, нуждающегося в мощной защите от фитопатогенных грибов. Основное потребление гербицидов (63%) сосредоточено во Франции (26%), Германии (15%), Испании (11%) и Великобритании (11%), что связано с выращиванием зерновых культур и кукурузы. На рынке инсектицидов лидируют Италия (33%) и Испания (29%), на долю которых вместе с Францией (18%) приходится 80% от общего объема инсектицидов, применяемых всеми странами Европейского союза.

Несомненно, сокращение потребления пестицидов – одна из первоочередных задач, остро стоящих перед мировым сообществом, и для ее решения уже

предприняты меры. Например, план Ecophyto, разработанный во Франции, направлен на сокращение и обеспечение безопасности применения фитосанитарных продуктов (в том числе для несельскохозяйственного использования) до 50% к 2025 г. Рамочная директива ЕС по воде, принятая Европейским парламентом и государствами-членами в 2000 г., установила 2015 г. крайним сроком для достижения хорошего качества воды, результаты ее исполнения в настоящий момент оцениваются. Директива о нитратах оказала ощутимое влияние на снижение загрязнения сельскохозяйственных угодий азотом: страны ЕС обязаны сократить выбросы аммиака на 8% в 2020 г. и на 16% в 2030 г. по сравнению с 2005 г. [8, 9].

Альтернатива использованию химических средств в сельском хозяйстве – применение экологически безвредных биологических препаратов на основе ризосферных микроорганизмов. Это новое поколение биопрепаратов способно:

- **повышать урожайность и качество сельхозпродукции;**
- **защищать от болезнетворных грибов, бактерий, вирусов, личинок насекомых-вредителей и нематоды;**
- **не изменять состав агробиоценозов, поскольку бактерии-антагонисты, входящие в состав биопрепаратов, способны заселять ризо- и филлосферу и приобретать статус естественных обитателей организма, что обеспечивает им пролонгированный эффект;**
- **стимулировать рост и развитие, поскольку ризосферные микроорганизмы через корневые выделения могут подкармливать полезную биоту, а также находиться во взаимовыгодном симбиозе;**
- **повышать иммунитет;**
- **синтезировать необходимые аминокислоты, витамины, биостимуляторы;**
- **усваивать атмосферный азот, преобразовывать почвенный фосфор, калий, необходимые микроэлементы и минералы в доступные для растений соединения;**



Рис. 2. Экспериментальные подходы к созданию биологических препаратов

- **синтезировать витамины и ростостимуляторы растений – фитогормоны гиббереллин, ауксин, цитокинин, этилен и др.**
  - **восстанавливать плодородие почвы, способствовать улучшению ее структуры и повысить ее биоразнообразие.**
- По сравнению с химическими средствами защиты растений биологические препараты обладают рядом преимуществ:
- **не патогенны для растений и не вызывают у них эффекта «привыкания»;**
  - **не обладают мутагенным и онкогенным действием в отношении человека и животных;**
  - **не имеют срока ожидания, то есть собирать урожай можно непосредственно в день обработки;**
  - **не загрязняют окружающую среду.**

Создание биологических препаратов состоит из нескольких этапов (рис. 2).

Сотрудники кафедры генетики биологического факультета БГУ: Максимова Н. П. – заведующий кафедрой, Феклистова И. Н. – заведующий НИЛ молекулярной генетики и биотехнологии кафедры, Маслак Д. В. – заведующий сектором молекулярной генетики и биотехнологии микроорганизмов НИЛ молекулярной генетики и биотехнологии кафедры генетики; Гринева И. А. – старший научный сотрудник НИЛ молекулярной генетики и биотехнологии, Садовская Л. Е. – старший научный сотрудник НИЛ молекулярной генетики и биотехнологии, Кулешова Ю. М. – старший научный сотрудник биологического факультета НИЛ молекулярной генетики и биотехнологии, Скакун Т. Л. – старший научный



Рис. 3. Биопрепараты, разработанные НИЛ молекулярной генетики и биотехнологии кафедры генетики биологического факультета БГУ

сотрудник НИЛ молекулярной генетики и биотехнологии, Ломоносова В. А. – старший научный сотрудник НИЛ молекулярной генетики и биотехнологии – разработали и успешно внедрили в производство шесть биопрепаратов на основе живых культур бактерий – «Аурин», «Немацид», «Жыцень», «Стимул», «Бактоген» и «Гулливер» (рис. 3). Все они разрешены к применению как в промышленности, так и в частных хозяйствах.

Основой «Аурина» являются

бактерии *Pseudomonas aurantiaca* В-162/498. Этот препарат предназначен для борьбы с возбудителями корневых гнилей, аскохитоза, мучнистой росы, серой и белой гнили, кладоспориоза, пероноспороза. При выращивании растений на минеральной вате способом малообъемной гидропоники показана его высокая биологическая эффективность в отношении корневой гнили – 71%, что на 21% выше по сравнению с применением биопрепарата в защите растений огурца, возделываемого в условиях почвогрунта.

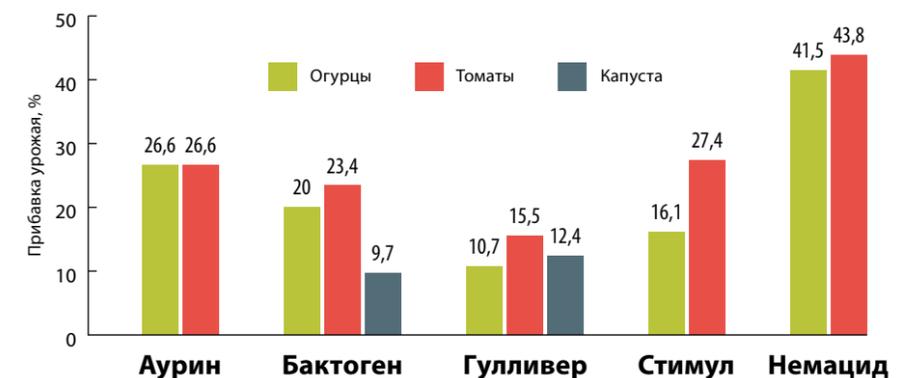


Рис. 4. Повышение урожайности томатов и огурцов при обработке растений биологическими препаратами

«Аурин» позволяет увеличить урожайность томатов и огурцов на 26,6% (рис. 4).

«Бактоген» представляет собой суспензию клеток бактерии *Bacillus subtilis* 494 и продуктов их жизнедеятельности. Микробиологический препарат зарегистрирован для применения на томатах против бактериозов, черной ножки, серой гнили, кладоспориоза, мучнистой росы; на огурцах против корневых гнилей, аскохитоза, пероноспороза, мучнистой росы; на капусте против сосудистого и слизистого бактериозов, альтернариоза. Обработка растений овощных культур в процессе вегетации данным биопрепаратом приводит к увеличению урожайности огурца на 20%, томатов – на 23,4%, а капусты – на 9,7% (см. рис. 4).

«Гулливер», разработанный совместно с Институтом природопользования НАН Беларуси, является комплексным препаратом, поскольку помимо клеток бактерий *Pseudomonas aureofaciens* A 8–6 содержит гидрогумат торфа. Препарат эффективен в отношении серой гнили огурца и томата, защищает капусту белокочанную от поражения черной ножкой, альтернариозом и бактериозами. Кроме того, в 2,2 раза снижает потери урожая картофеля от фитофторозно-бактериальных гнилей. Применение «Гулливера» позволило увеличить урожайность картофеля на 6,5%; капусты – на 12,4%; томатов – на 15,5%; огурцов – на 10,7% (см. рис. 4).

«Стимул» разработан на основе ризосферных бактерий *Pseudomonas fluorescens* S-32 и предназначен для актуализации роста и развития растений томатов и огурца, его применение обеспечивает прибавку их

урожайности на 27,4% и 16,1% соответственно (см. рис. 4). К тому же это единственный разрешенный к применению на территории Беларуси биопрепарат, предназначенный для стимуляции развития льна-долгунца. Его использование увеличивает выход длинного волокна, прибавку урожайности льносоломы на 16,5% и семян – на 59,7%, что сопровождается повышением качества семенного материала – масса 1000 семян увеличилась на 18,2%.

На основе бактерий *Pseudomonas putida* U создан препарат «Немацид» для подавления галловой нематоды томатов и огурцов в защищенном грунте. Его применение приводит к снижению поражения растений мелойдогинозом на 45,4 и 54,8% соответственно, что позволяет получить дополнительно 43,8% продукции томатов и 41,5% – огурцов (см. рис. 4).

«Жыцень» представляет собой смесь культур живых клеток природных целлюлолитических штаммов *Pseudomonas sp.* 11 и *Bacillus sp.* 49 и предназначен для ускорения разложения пожнивных остатков на полях, оздоровления почвы и повышения урожайности последующих сельхозкультур. Установлено, что его внесение (3 л/га) способствовало уменьшению содержания фитопатогенных штаммов в почвенных образцах на три порядка (с  $2,0 \times 10^6$  КОЕ/г почвы до  $3,5 \times 10^3$  КОЕ/г почвы).

Использование «Жыцень» в дозе 3 л/га обеспечивает до 21% прибавки зерна, позволяет добиться лучших показателей его качества – сбор сырого белка, кормовых и кормопротеиновых единиц достигает наиболее высоких показателей (356,7 кг/га, 42,7 и 46,5 ц/га соответственно). При этом дополнительно получено

75,9 кг/га сырого белка, 8,1 ц/га кормовых и 8,2 ц/га кормопротеиновых единиц.

Рынок биологических средств защиты растений Беларуси, России и Украины предлагает широкий спектр препаратов на основе живых культур микроорганизмов. Также за последние 5 лет известные западноевропейские компании – производители химических средств Bayer и BASF выпустили биогенные биофунгициды, биоинсектициды и росторегуляторы, а также скооперировались с французской биотехнологической компанией Plant Advanced Technologies, чтобы разработать новые биопестициды.

Таким образом, мы можем прогнозировать в течение следующих 5–10 лет увеличение использования биологических препаратов для замены/дополнения существующих пестицидов, а также в долгосрочной перспективе – их плотное внедрение в сельскохозяйственную практику. ■

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Carvalho F. P. Pesticides, environment, and food safety / F. P. Carvalho // Food and Energy Security. 2017. Vol. 6. N2. P. 48–60.
2. Bocquene G. Pesticide contamination of the coastline of Martinique / G. Bocquene, A. Francob // Marine Pollution Bulletin. 2005. Vol. 51 N5–6. P. 612–619.
3. Brittain C. Potts Organic farming in isolated landscapes does not benefit flower-visiting insects and pollination / C. Brittain et al. // Biological Conservation. 2010. Vol. 143, N8. P. 1860–1867.
4. Aktar Md. W. Impact of pesticides use in agriculture: their benefits and hazards / Aktar Md. W., Sengupta D., Chowdhury A. // Interdiscip Toxicol. 2009. Vol. 2, N1. P. 1–12.
5. Fox J. E. Pesticides reduce symbiotic efficiency of nitrogen-fixing rhizobia and host plants / J. E. Fox et al. // PNAS. 2007. Vol. 104, N24. P. 10282–10287.
6. <http://www.fao.org/home/ru/>
7. The use of plant protection products in the European Union // <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-statistical-books/-/KS-76-06-6697>
8. Code of Good Agricultural Practice (COGAP) for Reducing Ammonia Emissions <https://www.gov.uk/government/publications/code-of-good-of-good-agricultural-practice>.
9. European COMMISSION STAFF WORKING DOCUMENT Agriculture and Sustainable Water Management in the EU. [https://circabc.europa.eu/sd/a/abff972e-203a-4b4e-b42e-a0f291d3fd9/SWD\\_2017\\_EN\\_V4\\_P1\\_885057.pdf](https://circabc.europa.eu/sd/a/abff972e-203a-4b4e-b42e-a0f291d3fd9/SWD_2017_EN_V4_P1_885057.pdf)

SEE <http://innosfera.by/2019/03/bacteria>

# БАКТЕРИЗОВАННЫЕ УДОБРЕНИЯ ДЛЯ ЦВЕТОЧНО-ДЕКОРАТИВНЫХ РАСТЕНИЙ

**Аннотация.** Разработана технология получения и применения отечественных бактеризованных гранулированных удобрений, которые сочетают в себе достоинства отдельно взятых органических и минеральных составляющих, усиливают и продлевают действие каждого из компонентов.

**Ключевые слова:** бактеризованные удобрения, трепел, бактерии *Bacillus*, рост, развитие, декоративные растения.

**Жанна Калацкая,**  
заместитель директора по научной и инновационной работе  
Института экспериментальной ботаники  
НАН Беларуси, кандидат биологических наук

**Николай Ламан,**  
заведующий лабораторией  
Института экспериментальной ботаники  
НАН Беларуси, академик

**Анна Штуова,**  
ведущий научный сотрудник  
Центрального ботанического сада НАН Беларуси,  
кандидат биологических наук, доцент

**Светлана Шиш,**  
научный сотрудник  
Центрального ботанического сада НАН Беларуси

**Эмилия Коломиц,**  
генеральный директор ГНПО «Химический  
синтез и биотехнологии», директор и заводделом  
биотехнологии средств биологического контроля  
Института микробиологии НАН Беларуси,  
член-корреспондент

**Марина Мандрик-Литвинкович,**  
заведующая лабораторией молекулярной диагностики  
и биологического контроля фитопатогенных  
микроорганизмов отдела биотехнологии средств  
биологического контроля Института микробиологии  
НАН Беларуси, кандидат биологических наук

В современном мире особое значение приобретает экологизация агропроизводства на фоне глобальных нарушений круговорота основных биогенных элементов в искусственных агроценозах, значение которой состоит в том числе в реализации потенциальной продуктивности растений за счет проявления у них новых адаптивных свойств [1]. Сформулированы приоритетные практические задачи по сокращению объемов применения азотных и фосфорных удобрений при выращивании растений, защите их от стресса, в том числе и создаваемого загрязнением почв, замене пестицидов на микробиологические препараты [2]. Существует принципиальное отличие воздействия на растения и, соответственно, на формирование их продуктивности именно микробиологических удобрений. Полезные

микроорганизмы с момента вступления в контакт с развивающимися органами растения сопрягают его на протяжении всего последующего цикла роста, образуя различные типы взаимодействия – симбиотические, симбиотрофные, биоконтрольные, трофические, сигнальные и др. Кроме того, часть полезных бактерий из микробиологических препаратов, что доказано на примере бактерий рода *Bacillus*, закрепляются и зимуют в ризосфере многолетнего растения, создавая положительный эффект действия, проявляющийся в санации почвы и пожнивных остатков в отношении патогенных грибов и бактерий, а также в обогащении микробиоценоза грунта полезной микрофлорой [3]. К производству таких препаратов предъявляются определенные требования, в том числе высокий титр активных клеток, транспортабельность, технологичность, экономичность

Вариант опыта	Высота растения, см		см	Величина прироста			
	в середине вегетации	в конце вегетации		% к контролю		% к эталону	
				в середине вегетации	в конце вегетации	в середине вегетации	в конце вегетации
1. Контроль	19,7±4,3	29,7±3,5	10	100,0	100	–	–
2. Эталон	22,7±4,5	33,6±1,0	10,9	115,2	113,1	100	100
3. Марка А	33,4±5,2	45,5±0,9	12,1	169,5	153,2	147,1	135,4
4. Марка Б	34,1±5,6	45,5±0,8	11,4	173,1	153,2	150,2	135,4
НСР <sub>05</sub>	2,44	2,63					

Таблица 1. Влияние гранулированного бактеризованного удобрения на рост и развитие растений многоколосника фенхельного

производства. В Государственном реестре средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь, подавляющее большинство микробиологических удобрений представлено в недостаточно технологичных товарных формах (жидкость или сыпучая масса), что ограничивает масштабы их использования.

Значительное число научных отечественных и зарубежных публикаций и патентов свидетельствует о большом интересе и практической значимости исследований, направленных на совершенствование товарных форм биопрепаратов для повышения приживаемости интродуцентов в биоценозах, устойчивости их к физико-химическим воздействиям окружающей среды, стабильности конечного продукта. С этой целью обычно применяют различные методы иммобилизации микроорганизмов-антагонистов, предусматривающие адсорбцию клеток в гелях или на твердых носителях. Перспективным в таком случае может стать природный минерал – трепел [4] из месторождения «Стальное» Хотимского района Могилевской области, который относится к известковому типу с достаточным равномерным распределением

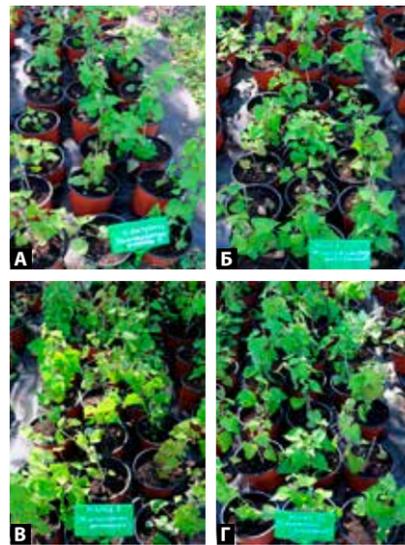


Рис. 1. Влияние гранулированного бактеризованного удобрения на развитие растений многоколосника фенхельного (А – контроль, Б – эталон, В – Марка А, Г – Марка Б)

кремниевой (опал-кристаллической), глинистой и карбонатной составляющих и широким распространением цеолитов (до 25%), тонко рассеянных в матрице. В породе встречаются глауконит, обломки кварца, слюды алевритовой размерности и другие примеси. До 70% массы породы представлены пятью дисперсными фазами: опал-кристаллической, рентгеноаморфной опала, кальцита, глинистых минералов (монтмориллонит, гидрослюда) и цеолитов (клиноптилолит).

Трепел содержит макро- и микроэлементы, а также обладает сорбционными и ионообменными свойствами [5].

Внесение трепела в торфосмесь, содержащую биопрепарат на основе спорообразующих бактерий рода *Bacillus*, в значительной степени ускоряет ростовые процессы салата листового (*Lactuca sativa* var. *crispa* L.) гибрида «афицион». Формирующиеся растения по массе надземной части на 44,8% превосходят растения на бактеризованной торфосмеси без трепела [6].

Сотрудники Института экспериментальной ботаники совместно с работниками Института микробиологии и Центрального ботанического сада НАН Беларуси при поддержке ОДО «Трепел-М» в ходе реализации Государственной программы «Наукоемкие технологии и техника» на 2016–2020 гг. разработали технологию получения и применения отечественных бактеризованных гранулированных удобрений (ТУ 100029064.008–2018, свидетельство о госрегистрации №3786 от 22.12.2018 г.)

Эти удобрения удобно транспортировать и хранить, равномерно вносить на больших площадях при помощи стандартной техники. Гранула – специфическая экологическая ниша для бактерии интродуцента штамма *Bacillus amyloliquefaciens*, где ее сохранению способствует торф высокой степени разложения. С другой стороны, она является стабильным источником полезной микрофлоры в постоянно меняющихся в ризосфере условиях. Основная минеральная составляющая гранул трепела – тонкопористая опаловая осадочная порода, относящаяся к карбонатным породам, в нем взаимно и равномерно

распределены практически на наноразмерном уровне несколько минералов (аморфный кремнезем, глина, слюда, цеолит, карбонат кальция).

Разработанные удобрения сочетают в себе достоинства отдельно взятых органических и минеральных составляющих, усиливают и продлевают действие каждого из компонентов. Вследствие уникальных ионообменных и адсорбционных свойств трепела, наличия легко усваиваемого растениями кремния бактеризованные удобрения повышают эффективность использования макро- и микроэлементов из минеральных солей, физиологически активных веществ, вырабатываемых микроорганизмами, стимулируют физиологические процессы, укрепляют иммунную систему растения, ускоряют его рост и развитие. Благодаря повышенному содержанию кальция трепел способствует нормализации кислотности почв, активизирует деятельность полезных микроорганизмов, обеспечивает формирование хорошо развитой корневой системы, также улучшает водный и воздушный режимы почвы, совершенствует структуру верхнего плодородного горизонта, проявляет себя как мелиорант.

При исследовании эффективности удобрений установлено, что марка А при двукратном применении (первое внесение в почвосмесь при посеве семян, норма расхода 5,4 г/кг или 5,4 кг/т и второе – при пересадке на постоянное место произрастания, норма расхода 10 г/кг или 10 кг/т) и марка Б (первое внесение, норма расхода – 4,4 г/кг или 4,4 кг/т и второе – норма расхода 8 г/кг или 8 кг/т) оказали эффективное действие при выращивании растений многоколосника

фенхельного (*Agastache foeniculum* «Golden Jubilee») и тысячелистника обыкновенного (*Achillea millefolium* «вишневая королева») в сравнении с контролем и эталоном – органоминеральным удобрением марки Д (Россия). Статистическую обработку данных осуществляли общепринятыми методами [7]. В работе приведены средние значения и их отклонения, указывающие на величину стандартной ошибки средней арифметической, проведен однофакторный дисперсионный анализ и рассчитана наименьшая существенная разность (НСР) при  $p = 0,05$ .

В варианте внесения удобрения гранулированного бактеризованного марки А прирост растений многоколосника фенхельного составил 12,1 см. В опытном варианте марки А растения на 69,5% превышали контрольные (19,7 см) и на 47,1% – показатель эталона в середине вегетации, на 53,2% были выше контрольных и на 35,4% – выше эталона в конце вегетации. Для удобрения гранулированного бактеризованного марки Б прирост составил 11,4 см. Растения на 73,1% превышали контрольные (19,7 см) и на 50,2% – эталон в середине вегетации, на 53,2% были выше контрольных и на 35,4% – выше эталона в конце вегетации (табл. 1, рис. 1).

Двукратное внесение удобрения марки А привело к улучшению декоративных качеств *Agastache foeniculum* (табл. 2). Через 2 месяца количество сформировавшихся бутонов и цветков на 215,7% превышало контрольные показатели (7,0 шт./раст.) и на 160,0% – эталонные для марки А, на 118,6 и 80,0% соответственно – для марки Б (табл. 2).

В варианте двукратного внесения удобрения марки А прирост количества листьев в розетке растений тысячелистника составил 131,4 шт., в сравнении с 21,2 шт. в контрольном опыте и 28,7 шт. в эталонном варианте. В опытном варианте число сформировавшихся листьев на 188,9% превышало контрольный показатель и на 53,8% – эталон в середине вегетации, на 421,2% – контрольный показатель и на 245,2% эталон в конце вегетации. При применении удобрения гранулированного бактеризованного марки Б у растений сформировалось в розетке на 74,8 шт. листьев больше, в контрольном варианте – 21,2 шт. листьев, а в эталонном – 28,7 шт. листьев. В опытном варианте с удобрением марки Б количество листьев в розетке на 261,1% превышало контрольные показатели и на 92,3% – эталон в середине вегетации, на 255,3% – контрольный

Вариант опыта	Количество бутонов, цветков/растение		
	шт.	% к контролю	% к эталону
1. Контроль	7,0	100,0	–
2. Эталон	8,5	121,4	100
3. Удобрение гранулированное бактеризованное марки А	22,1	315,7	260,0
4. Удобрение гранулированное бактеризованное марки Б	15,3	218,6	180,0
НСР <sub>05</sub>	0,36		

Таблица 2. Влияние двукратного внесения удобрения гранулированного бактеризованного на продуктивность цветения многоколосника фенхельного

Вариант опыта	Кол-во листьев в розетке, шт.		шт.	Величина прироста			
	в середине вегетации	в конце вегетации		% к контролю		% к эталону	
				в середине вегетации	в конце вегетации	в середине вегетации	в конце вегетации
1. Контроль	9,0±1,8	30,2±8,3	21,2	100,0	100	-	-
2. Эталон	16,9±3,6	45,6±9,4	28,7	187,8	151,0	100	100
3. Марка А	26,0±4,4	157,4±13,4	131,4	288,9	521,2	153,8	345,2
4. Марка Б	32,5±6,5	107,3±4,4	74,8	361,1	355,3	192,3	235,3
НСР <sub>05</sub>	2,26	8,27					

Таблица 3. Влияние гранулированного бактеризованного удобрения на формирование листьев в розетке у растений тысячелистника обыкновенного



Рис. 2. Влияние гранулированного бактеризованного удобрения на развитие растений тысячелистника обыкновенного в фазу активного роста и развития растений. Слева направо – марка Б, марка А, эталон, контроль

показатель и на 135,3% – эталон в конце вегетации (табл. 3, рис. 2).

Двукратное внесение удобрения гранулированного бактеризованного марки А оказало влияние

на габитус растений тысячелистника обыкновенного. Было отмечено увеличение длины и ширины листьев, а также наземной массы растения (табл. 4).

Отмечено стимулирующее действие двукратного внесения гранулированного бактеризованного удобрения марок А и Б на длину и ширину листьев, а также – массу наземной части. В вариантах с применением первой группы получилась большая наземная масса, на 292,5% превышающая показатели в контроле (20 г) и на 163,4% выше уровня эталона. Вторая группа также оказывала стимулирующее действие на прирост биомассы наземной части тысячелистника, на 94% превышающий показатели в контроле (20 г) и на 30,2% – выше уровня эталона (табл. 4). В опыте выявлены существенные различия между вариантами по длине и ширине листовой пластинки тысячелистника. Отмечено увеличение ее длины для вариантов с маркой А на 93,8% по сравнению с контролем (12,8 см), с маркой Б – на 98,4%. Данный показатель был выше и относительно эталона – на 18,7% и 21,5% соответственно. Установлено, что в варианте двукратного внесения удобрения

Вариант опыта	Длина листа, см	Величина прироста,		Ширина листа, см	Величина прироста,		Масса надземной части растения, г	Величина прироста,	
		% к контролю	% к эталону		% к контролю	% к эталону		% к контролю	% к эталону
1. Контроль	12,8±2,1	100,0	-	2,3±0,5	100,0	-	20,0±2,4	100,0	-
2. Эталон	20,9±4,4	163,3	100	3,9±0,9	171,3	100	29,8±6,2	149,0	100
3. Марка А	24,8±4,7	193,8	118,7	4,7±0,9	204,3	120,5	78,5±7,6	392,5	263,4
4. Марка Б	25,4±0,7	198,4	121,5	4,3±0,9	186,9	110,2	38,8±4,5	194,0	130,2
НСР <sub>05</sub>	2,64	-	-	0,56	-	-	4,97	-	-

Таблица 4. Влияние гранулированного бактеризованного удобрения на рост и развитие надземной части растений тысячелистника обыкновенного



Рис. 3. Влияние удобрения на развитие растений тысячелистника обыкновенного в конце вегетационного периода. Слева направо – марка Б; марка А, эталон, контроль

марки А ширина листовой пластинки тысячелистника была на 104,3% выше контрольной (2,3 см) и на 20,5% – выше эталона. Для марки Б прирост ширины листа был на 86,9% выше контрольных показателей (2,3 см); на 10,2% – выше показателей эталона (3,9 см). В опыте выявлены существенные различия между вариантами (табл. 4, рис. 3).

Таким образом, применение отечественных бактеризованных гранулированных удобрений на основе трепела – тонкопористой опаловой осадочной породы Хотимского месторождения

и бактерий-антагонистов *Bacillus amyloliquefaciens* – способствуют улучшению питательного режима почв, являются стабильным источником полезной микрофлоры в процессе роста растений,

укрепляют их иммунную систему, ускоряют рост и развитие. В планах разработчиков – провести испытания эффективности созданных удобрений на других сельскохозяйственных культурах. **И**

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Кожемяков А. П. Создание и анализ базы данных по эффективности микробных биопрепаратов комплексного действия / А. П. Кожемяков, С. Н. Белоброва, А. Г. Орлова // С.-х. биология. Сер. Биология растений. 2011. №3. С. 112–115.
2. Биопрепараты в сельском хозяйстве: методология и практика применения микроорганизмов в растениеводстве и кормопроизводстве / И. А. Тихонович [и др.]; Всерос. науч.-исслед. ин-т с.-х. микробиологии. – М., 2005.
3. Чеботарь В. К. Эффективность применения биопрепарата экстрасол / В. К. Чеботарь, А. А. Завалин, Е. Н. Кипрушкина. – М., 2007.
4. Коломиец Э. И. Новые подходы к созданию биологических средств защиты растений / Э. И. Коломиец // Известия Национальной академии наук Беларуси. Серия биологических наук, 2016. №2. С. 62–68.
5. Москальчук Л. Н. Сорбционные свойства основных типов почв, природного сырья и промышленных отходов / Л. Н. Москальчук. – Минск, 2008.
6. Влияние трепела в составе корнеобитаемой среды на ростстимулирующее действие интродуцированного бактериального препарата / Ж. Н. Калацкая [и др.] // Biotechnology for agriculture and environmental protection: Proceedings – Odessa: I. I. Mechnikov / Odessa National University, 2016. P. 105–106.
7. Рокицкий П. Ф. Биологическая статистика: учеб. пособие. 3-е изд., испр. – Минск, 1973.

SEE <http://innosfera.by/2019/03/plants>

## Новые почвоулучшающие добавки для загрязненных радиоактивным цезием земель

**Аннотация.** Исследовано влияние почвоулучшающих добавок на основе биоугля и комплекса микроорганизмов (молочнокислые и пурпурные бактерии, дрожжевые грибы) на снижение перехода радиоактивного изотопа цезия в растения. Показано, что данные добавки снижают биодоступность <sup>137</sup>Cs и его переход в надземную массу растений, а также положительно влияют на их рост и развитие.

**Ключевые слова:** цезий, биоуголь, пшеница, овощные культуры.

**Для цитирования:** Чешик И., Никитин А. Новые почвоулучшающие добавки для загрязненных радиоактивным цезием земель // Наука и инновации. 2019. №3. С. 21–25. <https://doi.org/10.29235/1818-9857-2019-3-21-25>



**Игорь Чешик,**  
директор Института радиобиологии НАН Беларуси, кандидат медицинских наук, доцент;  
igor.cheshik@gmail.com



**Александр Никитин,**  
заведующий лабораторией радиэкологии Института радиобиологии НАН Беларуси, кандидат сельскохозяйственных наук;  
nikitinal@gmail.com

Глобальное изменение климата, загрязнение окружающей среды тяжелыми металлами, радиоактивными веществами, ксенобиотиками, сокращение площадей и падение плодородия сельскохозяйственных угодий относят к числу наиболее

острых экологических проблем. Поиск средств и способов их решения является актуальной задачей. Но преодоление одной из этих проблем не должно сопровождаться обострением других, а в идеале – могло бы снизить напряженность комплексно.

Перспективными являются технологии, связанные с биоуглем – продуктом термической переработки органической массы без доступа кислорода, предназначенным для внесения в почву [1]. Он обладает набором характеристик, делающим этот материал не только ценным почвенным мелиорантом, но и удобным инструментом для консервации углерода и предотвращения накопления углекислого газа в атмосфере [2].

В числе характеристик биоугля – большая площадь свободной поверхности на единицу массы и объема, а также высокая сорбционная способность [4]. Данный факт позволил выдвинуть гипотезу, что его внесение в почву позволит не только повысить ее плодородие, но и снизить накопление в растениях

$^{137}\text{Cs}$  – основного долгоживущего дозообразующего радионуклида на территориях, загрязненных вследствие крупных аварий на атомных электростанциях.

Падение биологического разнообразия почвенной микрофлоры и сдвиг ее в сторону аэробных сообществ стало следствием комплексного негативного воздействия интенсивного сельского хозяйства и загрязнения окружающей среды. В результате нарушаются процессы трансформации органического вещества в почве, снижается ее плодородие, уменьшается устойчивость растений к неблагоприятным факторам окружающей среды. Микроорганизмы оказывают существенное влияние на физические и химические свойства почв, протекание в них различных

процессов, а также на физиологический статус укорененных растений. Обитающие в грунте бактерии, грибы и водоросли активно участвуют в разрушении и образовании минералов, косвенно влияя на биологическую доступность тяжелых металлов и радионуклидов [5]. Кроме того, последние могут прочно фиксироваться на клеточных стенках или во внутриклеточных структурах микроорганизмов [6–11]. В связи с этим сдвиг в качественном и количественном составе почвенной микробиоты может изменить поведение радиоактивных веществ в пищевых цепочках [12].

Помочь восстановить биологическую активность почвы могут специальные микробиологические препараты. К ним относятся и так называемые эффективные микроорганизмы (ЭМ) [13]. Это комплексный препарат, включающий пурпурные и молочнокислые бактерии, а также дрожжевые грибы. Во многих случаях используется жидкая форма ЭМ. Но наиболее эффективной для его внесения в почву считается твердая – компост, получаемый при анаэробной ферментации органических остатков определенного состава с использованием комплекса микроорганизмов. Биоуголь создает благоприятную среду для почвенной микробиоты [1], поэтому его внесение как в комплексе с ЭМ, так и отдельно должно положительно отразиться на восстановлении биологической активности.

Целью нашего исследования была оценка возможности использования биоугля и микробиологического препарата ЭМ для улучшения почвенного плодородия и снижения биологической доступности  $^{137}\text{Cs}$ . Для решения

поставленной цели была выполнена серия лабораторных и полевых экспериментов.

### Потенциал новых почвоулучшающих добавок в снижении накопления $^{137}\text{Cs}$ растениями

Лабораторные вегетационные опыты проводились в камере с регулируемым климатом. Для этого использовались дерново-подзолистая супесчаная и торфяно-болотная почвы, отобранные на территории зоны отчуждения Чернобыльской АЭС. Их удельная активность по  $^{137}\text{Cs}$  составляла около 8–10 кБк/кг.

В эксперименте с внесением биоугля в дозе 5% от массы грунта в абсолютно сухом состоянии было установлено существенное снижение накопления радиоактивного изотопа цезия в надземных органах 35-дневных растений пшеницы (рис. 1А). В то же время обработка почвы микробиологическим препаратом ЭМ в жидкой форме не вызывала достоверных изменений по данному показателю. Но минимальное накопление  $^{137}\text{Cs}$  в биомассе пшеницы наблюдалось при сочетании внесения биоугля в почву и обработки ЭМ.

Сходная картина наблюдалась и при анализе параметров перехода  $^{137}\text{Cs}$  в надземные органы 64-дневных растений пшеницы яровой (рис. 1Б). Внесение биоугля в почву снизило коэффициент накопления радионуклида почти на 80%.

У листовой овощной культуры мангольд данный показатель при внесении биоугля в почву органического происхождения практически не изменился (рис. 1В).

Однако при использовании комплексного мелиоранта, состоящего из биоугля и компоста, получаемого при анаэробной ферментации пшеничных отрубей с использованием ЭМ – бокаши, достигается 2,5-кратное снижение накопления радионуклида в надземных органах.

Полевой эксперимент был проведен в Ветковском районе на землях ОАО «Хальч» с плотностью загрязнения – 149 кБк/м<sup>2</sup>. Дерново-подзолистая супесчаная почва характеризовалась низкой емкостью поглощения и невысоким запасом основных минеральных элементов питания ( $\text{K}_2\text{O}$  – 178 мг/кг;  $\text{P}_2\text{O}_5$  – 340 мг/кг;  $\text{Ca}$  – 726 мг/кг;  $\text{Mg}$  – 281 мг/кг), содержание органического вещества в почве – 2,14%. В эксперименте было испытано влияние на переход  $^{137}\text{Cs}$  в ячмень и салат как калийного удобрения ( $\text{KCl}$ , 20 г/м<sup>2</sup>), так и почвоулучшающих добавок на основе ЭМ (в жидкой и твердой форме), а также их сочетаний.

В условиях данного эксперимента внесение хлорида калия в почву не привело к достоверному снижению накопления радионуклида в салате, но для ячменя составило более 35% (таблица). Эффект от обработки почвы

и растений ЭМ в жидкой форме аналогичен эффекту от внесения хлорида калия. Но при совместном использовании с минеральным удобрением наблюдается максимальное подавление перехода  $^{137}\text{Cs}$  в надземные органы растений. Для салата оно составило 18%, для ячменя – 62%. Следовательно, ЭМ усиливает эффективность калийных удобрений по ограничению перехода радиоактивного цезия в надземные органы растений.

В эксперименте с салатом применение бокаши и бокаши с жидким ЭМ не имеет преимуществ по сравнению с хлоридом калия. В случае с ячменем в данных вариантах наблюдается 10–20%-ное снижение накопления радиоактивного изотопа цезия по сравнению с вариантом с минеральным удобрением.

Анализ показателей роста и развития растений показал, что внесение в почву биоугля повышает всхожесть, энергию прорастания и биологическую продуктивность испытанных зерновых и овощных культур. Использование комбинации дает еще больший эффект. Например, масса надземных органов мангольда с единицы площади при внесении

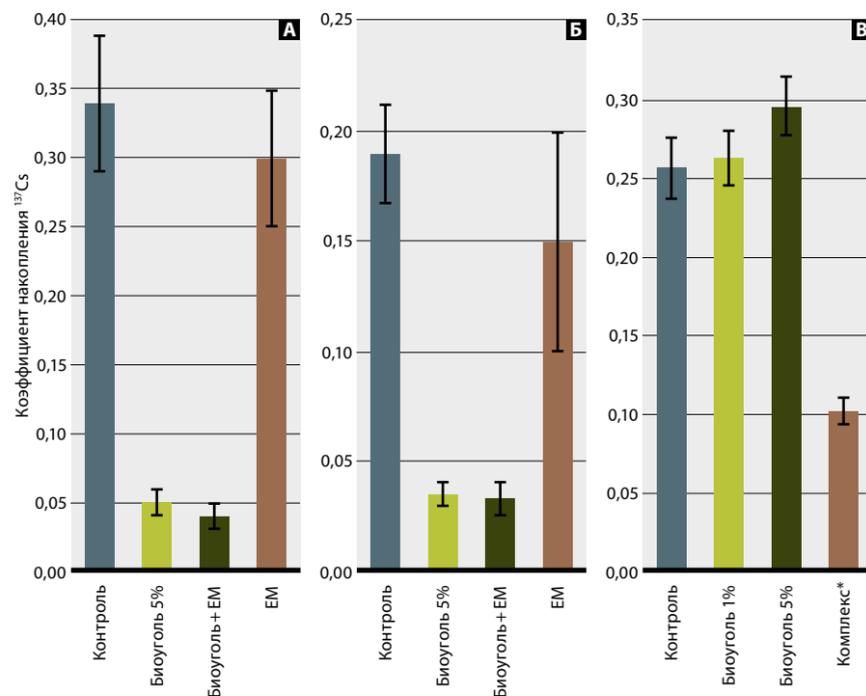


Рис. 1. Коэффициент накопления  $^{137}\text{Cs}$  в надземных органах 35-дневных (А) и 64-дневных (Б) растений пшеницы яровой, мангольда (В) (абсолютно сухое состояние) при внесении в почву биоугля и эффективных микроорганизмов.

ЭМ – внесение в почву препарата ЭМ «Конкур» (жидкая форма); комплекс\* – внесение в почву комплексной добавки, состоящей из биоугля и бокаши

Вариант	Салат	Ячмень
Контроль	0,19±0,03	0,16±0,01*
КСI	0,17±0,05	0,10±0,04
ЭМ	0,18±0,02	0,10±0,03*
Бокаши	0,18±0,02	0,09±0,04*
ЭМ+бокаши	0,17±0,01*	0,08±0,02*
ЭМ+КСI	0,16±0,02*	0,06±0,02*

Таблица. Коэффициенты перехода  $^{137}\text{Cs}$  в надземные органы салата и ячменя при внесении в почву калийного удобрения и почвоулучшающих добавок на основе ЭМ

Примечание: \* – различие с контролем достоверно на уровне значимости 0,05

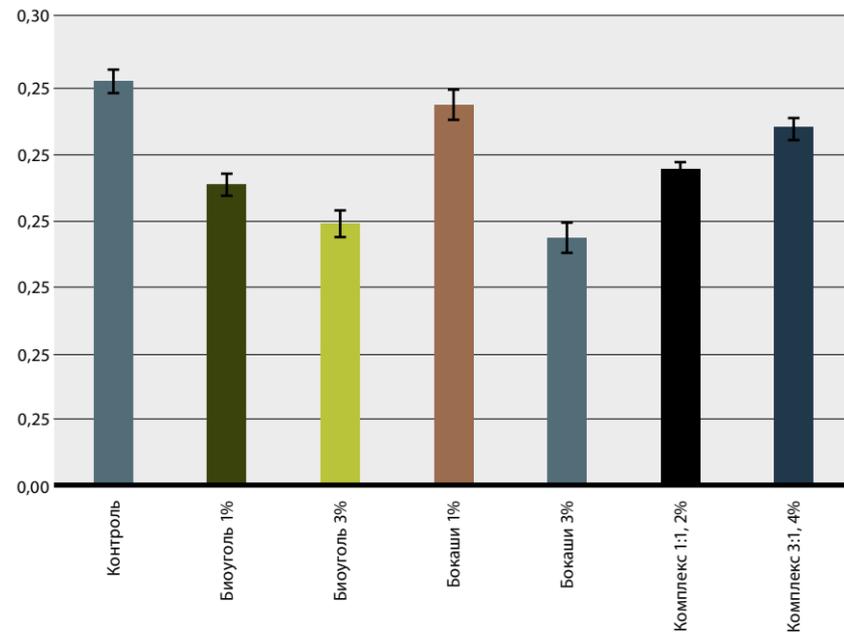


Рис. 2. Доля растворимой и обменной физико-химических форм  $^{137}\text{Cs}$  в органической почве после внесения в нее биоугля, бокаши и комплексных почвоулучшающих добавок, %

в почву биоугля в дозе 5% увеличилась на 10%, и при внесении смеси в общей дозе 6% от массы почвы в абсолютно сухом состоянии – почти на 60%.

Результаты агрохимических анализов показывают, что данная комбинированная почвоулучшающая добавка, как правило, снижает обменную и гидролитическую кислотность. При этом биоуголь отдельно практически не сказывается на обменной кислотности, а гидролитическую – заметно понижает. Биоуголь положительно влияет на содержание в почве обменного калия и кальция. При его внесении в дозе 5% данные показатели повышаются на 30–45%. Сильнейшего увеличения содержания обменного калия в почве удалось достичь при использовании комбинированной почвоулучшающей добавки. В этом варианте также наблюдается существенное повышение содержания обменного магния и 16%-ное

увеличение содержания подвижного фосфора.

Исходя из физико-химических свойств биоугля, предполагалось, что его внесение в почву увеличивает сумму поглощенных оснований и емкость поглощения. Однако проведенные эксперименты не подтвердили эту гипотезу. Лишь внесение биоугля в комплексе с бокаши достоверно увеличило емкость поглощения, но в этом варианте наблюдалось некоторое уменьшение содержания органического вещества.

Если влияние концентрации  $\text{K}^+$  в почвенном растворе на величину корневого поступления  $\text{Cs}^+$  изучено достаточно хорошо, то роль почвенных микроорганизмов остается во многом неисследованной. В экспериментах с рапсом было показано, что инокуляция семян бактериальными препаратами может как усиливать, так и ослаблять накопление  $^{137}\text{Cs}$  растениями [14]. Эксперименты

Джейдиди и др. также свидетельствуют, что эффект сильно зависит от комбинации культуры и вида микроорганизмов [15]. Следует принимать во внимание многогранность их возможного влияния на корневое поступление цезия. Они могут снижать его биологическую доступность за счет перевода в химически связанное состояние или прямой сорбции. Кроме того, известно влияние почвенной микробиоты на физиологическое состояние растений и роль микоризообразующих грибов в минеральном питании.

### Влияние почвоулучшающих добавок на биологическую доступность $^{137}\text{Cs}$ в почве

Согласно нашей гипотезе, биоуголь, обладая высокой удельной площадью поверхности с большим количеством функциональных групп, способен сорбировать цезий наряду с другими элементами, обуславливая тем самым снижение доли его биологически доступных форм, на что, по нашему мнению, способны и микроорганизмы, входящие в состав ЭМ. Для проверки данной гипотезы была осуществлена процедура последовательной экстракции  $^{137}\text{Cs}$  из экспериментальных образцов почвы серий реагентов с последующей оценкой содержания радионуклида.

Как показывают результаты анализа, максимальный эффект оказывает раздельное внесение биоугля и бокаши в дозе 3% от массы почвы в абсолютно сухом состоянии (рис. 2).

Дополнительно была оценена скорость уменьшения содержания

биодоступного цезия при внесении различных почвоулучшающих добавок посредством серии измерений активности  $^{137}\text{Cs}$  в растворимой и обменной формах в различные сроки. Наиболее быстрыми темпами сокращался радионуклид в биодоступной форме при внесении в почву бокаши в дозе 3%. На протяжении первых двух месяцев эксперимента данное изменение составило более 50% от исходного запаса биодоступного радионуклида. Несколько ниже была скорость падения доли растворимого и обменного  $^{137}\text{Cs}$  в варианте с внесением 3% биоугля. Эффективность почвенной почвоулучшающей добавки в дозе 6% от массы почвы в абсолютно сухом состоянии оказалась аналогичной эффективности бокаши в дозе 3%.

Анализ полученных результатов позволил выдвинуть гипотезу о наличии двух механизмов воздействия биоугля на биологическую доступность цезия. Первый (быстрый) связан с повышением концентрации ионов калия при внесении биоугля. На почвах, бедных доступным калием, это может снизить коэффициент перехода  $^{137}\text{Cs}$  почти на порядок. Второй механизм (медленный) связан с сорбцией цезия на биоугле. При этом комплекс микроорганизмов (штаммы молочнокислых бактерий, пурпурных бактерий и дрожжевых грибов) ускоряет сорбцию радионуклида.

Таким образом, результаты экспериментов свидетельствуют о том, что почвоулучшающие добавки на основе биоугля, компоста, получаемого при переработке органического материала с использованием эффективных микроорганизмов, и их комбинации снижают биологическую

доступность  $^{137}\text{Cs}$  и его переход в надземную массу растений, одновременно оказывая положительное влияние на их рост и развитие. Наиболее эффективен данный прием на минеральных почвах с невысокой обменной емкостью и низким содержанием доступного калия – здесь биоуголь позволяет снизить коэффициенты накопления  $^{137}\text{Cs}$  в надземной биомассе на порядок и более. Его мелиоративные свойства

слабо проявляются на почвах с высоким содержанием органического вещества (торфяные). Полученные результаты позволяют предложить возможность нового приема снижения поступления радиоактивного цезия в продукцию растениеводства. Его преимуществами являются низкая стоимость мелиоранта (продукты переработки органических отходов) и долговременный эффект. ■

■ **Summary.** Results of research on the effect of soil improvers on reducing the transfer of the radioactive cesium isotope into plants are presented in the article. The soil improvers are based on biochar and a complex of microorganisms (lactic acid and purple bacteria, yeast fungi). It is shown that designed improvers can reduce the bioavailability of  $^{137}\text{Cs}$  and its transition to the aboveground parts of plants while having a positive effect on their growth and development.

■ **Keywords:** cesium, biochar, soil-to-plant transfer factor, wheat, vegetables.

■ <https://doi.org/10.29235/1818-9857-2019-3-21-25>

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- Harris P. On charcoal / P. Harris // *Interdisciplinary Science Reviews*. 1999. Vol.24. N4. P. 301–306.
- Cheng C.-H. Stability of black carbon in soils across a climatic gradient / C.-H. Cheng [et al.] // *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences*. 2008. Vol.113, N2. – P. 20–27.
- Glaser B. The 'terra preta' phenomenon: A model for sustainable agriculture in the humid tropics / B. Glaser [et al.] // *Naturwissenschaften*. 2001. Vol.88, N1. P. 37–41.
- Swiatkowski A. Influence of the surface chemistry of modified activated carbon on its electrochemical behaviour in the presence of lead(II) ions / A. Swiatkowski [et al.] // *Carbon*. 2004. Vol. 42, N15. P. 3057–3069.
- Roussel-Debet S. Screening the importance of soil micro-organisms on radionuclides mobility / S. Roussel-Debet, S. Deneux-Mustin, C. Munier-Lamy // *Radioprotection*. 2005. Vol.40. P. 587–591.
- Lloyd J. R. Microbial transformations of radionuclides: Fundamental mechanisms and biogeochemical implications / J. R. Lloyd, J. C. Renshaw // *Metal Ions in Biological Systems*. 2005. Vol.44. P. 205–240.
- Kato F. Accumulation and subcellular localization of cesium in mycelia of streptomyces lividans and a cs tolerant strain, streptomyces sp. Toho-2. / F. Kato [et al.] // *Journal of Health Science*. 2000. Vol.46, N4. P. 259–262.
- Perkins J. The influence of pH and external h+ concentration on caesium toxicity and accumulation in escherichia coli and bacillus subtilis / J. Perkins, G. M. Gadd // *Journal of Industrial Microbiology*. 1995. Vol.14, N3–4. P. 218–225.
- Ohnuki T. Effect of minerals on accumulation of cs by fungus saccaromyces cerevisiae / T. Ohnuki [et al.] // *Journal of Environmental Radioactivity*. 2015. Vol. 144. P. 127–133.
- Sasaki H. Accumulation of radioactive cesium released from Fukushima Daiichi nuclear power plant in terrestrial cyanobacteria nostoc commune / H. Sasaki [et al.] // *Microbes and Environments*. 2013. Vol.28, N4. P. 466–469.
- Mahmoud Y. A. Uptake of radionuclides by some fungi / Y. A. Mahmoud // *Mycobiology*. 2004. Vol.32, N3. P. 110–114.
- Ehken S. Environmental processes affecting plant root uptake of radioactive trace elements and variability of transfer factor data: A review / S. Ehken, G. Kirchner // *Journal of Environmental Radioactivity*. 2002. Vol.58, N2–3. P. 97–112.
- Higa T. Effective microorganisms: A biotechnology for mankind / T. Higa // *Proceedings of the 1st international conference on kyusei nature farming*. – Washington, DC, 1991. P. 8–14.
- Parenik O. Modification of  $^{137}\text{Cs}$  transfer to rape (brassica napus L.) phytomass under the influence of soil microorganisms / O. Parenik [et al.] // *Journal of Environmental Radioactivity*. 2015. Vol.149. P. 73–80.
- Djedidi S. Evaluation of the possibility to use the plant-microbe interaction to stimulate radioactive  $^{137}\text{Cs}$  accumulation by plants in a contaminated farm field in Fukushima, Japan / S. Djedidi [et al.] // *Journal of Plant Research*. 2014. Vol.128, N1. P. 147–159.

Статья поступила в редакцию 10.01.2019 г.

# ПРЕПАРАТ ДЛЯ СТИМУЛЯЦИИ РОСТА ЛЕСНОГО ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА И ДЕКОРАТИВНЫХ РАСТЕНИЙ

## Зинаида Алещенкова,

главный научный сотрудник лаборатории взаимоотношений микроорганизмов почвы и высших растений Института микробиологии НАН Беларуси, доктор биологических наук

## Галина Сафронова,

ведущий научный сотрудник лаборатории взаимоотношений микроорганизмов почвы и высших растений Института микробиологии НАН Беларуси, кандидат биологических наук

## Вероника Тимофеева,

ведущий научный сотрудник лаборатории защиты растений Центрального ботанического сада НАН Беларуси, кандидат сельскохозяйственных наук

## Людмила Головченко,

заведующая лабораторией защиты растений Центрального ботанического сада НАН Беларуси, кандидат биологических наук

**Аннотация.** В результате проведенных исследований установлено существенное влияние микробного препарата «Бактопин» на рост и развитие хвойных растений, декоративных деревьев и кустарников, однолетних цветочных растений.

**Ключевые слова:** микробный препарат, удобрение, лесной посадочный материал, декоративные культуры, цветочное растение.

В нашей стране и за рубежом разработаны биопрепараты на основе микроорганизмов, обладающих комплексом хозяйственно ценных свойств, при этом среди них мало рекомендованных для лесного хозяйства [1–3].

Известно, что в адаптации растений к внешним воздействиям существенное значение имеют ростостимулирующие ризобактерии [4], обитающие в ризосфере (зона почвы, непосредственно соприкасающаяся с корнями), которая служит их основной экологической нишей с наиболее благоприятными условиями, и на поверхности корней. В ризосферу активно поступают смеси легкодоступных органических

соединений, что обуславливает ее высокую микробиологическую активность. В свою очередь рост и размножение микроорганизмов в ризосфере приводит к накоплению продуктов их жизнедеятельности, биологически активных по отношению к растению. Важную роль для последних в неблагоприятных условиях окружающей среды играют арбускулярные микоризные грибы (АМГ), развивающиеся в корнях растений и выступающие посредниками между ними и почвой, обеспечивая хозяев фосфором из минеральных и органических соединений.

Актуальной задачей современной биотехнологии лесовосстановления является поиск высокоэффективных штаммов

азотфиксирующих и фосфатмобилизирующих микроорганизмов, а также получение на их основе биопрепаратов, увеличивающих обеспеченность азотом и фосфором растений и их устойчивость к биотическим и абиотическим стрессам. Положительный результат может быть достигнут путем введения в технологию возделывания древесных культур биологических препаратов комплексного действия.

Их создание и применение – важная составляющая технологии получения качественного лесного посадочного материала с открытой корневой системой. Многие ризобактерии также способны подавлять или ограничивать развитие фитопатогенных грибов и бактерий, вызывающих заболевания растений, что и делает их перспективными объектами биотехнологических исследований.

В рамках ГНТП «Промышленные биотехнологии» сотрудники лаборатории взаимоотношений микроорганизмов почвы

и высших растений Института микробиологии и лаборатории генетики и биотехнологии Института леса НАН Беларуси для стимуляции роста лесного посадочного материала с открытой корневой системой создали микробный препарат «Бактопин» (ТУ ВУ100289066108–2013). Его основу составляют эффективные штаммы ризобактерий *Rahnella aquatilis* БИМ В-704Д (азотфиксатор), *Pseudomonas putida* БИМ В-702Д (фосфатмобилизатор), обладающие хозяйственно ценными свойствами, и штамм арбускулярных микоризных грибов рода *Glomus*. Нитрогеназная активность штамма *R. aquatilis* БИМ В-704Д в чистой культуре составляла 438,0 нМ С<sub>2</sub>Н<sub>4</sub>/фл./сут, азотфиксация в ассоциации с сеянцами сосны – 443,5 нМ С<sub>2</sub>Н<sub>4</sub>/раст./сут, фосфатмобилизующая активность – диаметр зон растворения фосфатов кальция 10,1 мм; синтез индолил-3-уксусной кислоты (ИУК) – 157,0 мкг/мл культуральной жидкости, штамм

ингибировал развитие фитопатогенов – *Fusarium sporotrichiella*, *Fusarium oxysporum*, *Fusarium moniliforte*, *Alternaria alternata*, *Alternaria sp.*, *Pseudomonas syringae*, *Pseudomonas cerasi*, *Erwinia carotovora*. Штамм *P. putida* БИМ В-702Д отличается высокой фосфатмобилизующей активностью – диаметр зон растворения фосфатов кальция 15,4 мм; синтез ИУК составляет 136,0 мкг/мл культуральной жидкости. АМГ рода *Glomus*, выделенные из корней однолетних сеянцев сосны, обеспечивают ассимиляцию фосфорсодержащих веществ из почвы, а также способствуют выживанию растений в неблагоприятных условиях окружающей среды.

Испытание эффективности влияния микробного препарата «Бактопин» на грунтовую всхожесть семян сосны и ели обыкновенной, рост и развитие сеянцев зон проводили в посевных отделениях стационарных лесных питомников Корневской и Двинской экспериментальных лесных баз

Института леса НАН Беларуси. Семена обрабатывали препаратом перед посадкой (200 мл жидкого или 200 г торфяного на 5 кг семян), а также сеянцы сосны и ели – после появления массовых всходов (2%-ной рабочей жидкостью).

Изучение эффективности применения «Бактопина» при выращивании однолетних цветочных растений, декоративных деревьев, кустарников и хвойных пород проведено на территории Центрального ботанического сада согласно «Методическим указаниям...» [5]. Опыты заложены на фоне рекомендованной для данной зоны агротехники

возделывания культур. В качестве эталона выступило комплексное водорастворимое минеральное удобрение «Лифдрип Универсал». «Бактопин» использовали для полива растений в концентрации 2%, нормы расхода рабочего раствора препарата составили для цветочных – 200 мл/м<sup>2</sup> (двукратно), для хвойных – 300 мл/растение (двукратно), древесно-кустарниковых – 100 мл/растение (двукратно). Эффективность применения изучали по морфологическим и биометрическим показателям растений.

Математическая обработка данных – общепринятая для биологических исследований [6],

анализ данных выполнен в программах STATISTICA 6.0 (StatSoft, Inc. 2001) и MS Excel [7].

При проведении модельных и полевых экспериментов совместно с лабораторией генетики и биотехнологии Института леса НАН Беларуси установлено, что исследуемый препарат стимулирует энергию прорастания и всхожесть семян сосны и ели, интенсифицирует процесс биологической фиксации азота и трансформации фосфора, стимулирует рост лесного посадочного материала с открытой корневой системой, повышает его выход и обеспечивает частичную замену минеральных удобрений.

Такая предпосевная обработка семян и вегетирующих растений положительно влияет на грунтовую всхожесть, высоту, количество и приживаемость сеянцев в конце вегетационного периода. Первый показатель возрастает на 55% по сравнению с контролем (без внесения удобрения) и в 4,6 раза – по сравнению с эталоном (внесение полной дозы минерального удобрения), ели – на 38 и 80% соответственно.

Высота сеянцев ели при обработке превышает контроль и эталон на 15%. При предпосевной обработке семян и по вегетации средняя высота стволиков сеянцев сосны превышает контроль на 22,5%, а фон (снижение дозы NPK-удобрения «Азофоска» на 30%) – на 11,4%. Среднее количество сеянцев сосны в 2 и 5,1 раза, ели – на 53 и 43% больше, чем в контроле и эталоне соответственно; приживаемость сосны в конце вегетационного периода превышает контроль на 11%, а ели – на 7%.

Совместно с сотрудниками лаборатории защиты растений

Центрального ботанического сада НАН Беларуси были проведены испытания эффективности применения «Бактопина» на хвойных, декоративных древесно-кустарниковых и однолетних цветочных растениях. Установлено, что его двукратное внесение оказало значительное влияние на рост и развитие саженцев сосны обыкновенной (рис. 1).

В варианте внесения микробного препарата годичный прирост главного и боковых побегов был выше на 25,5 и 23,2% контрольных

Вариант опыта	Высота растения		Величина прироста, через 6 недель	
	до внесения, мм	после 2-го внесения	мм	% к контролю
Без внесения удобрений (контроль)	20,9±0,4	189,6±28,0	168,7	100,0
«Бактопин»	31,7±5,0	397,9±26,6	366,2	217,1
«Лифдрип Универсал» (эталон)	21,1±2,3	284,4±43,1	263,3	156,1
НСР <sub>05</sub>	13,4	80,7		

Таблица. Влияние двукратного внесения микробного удобрения «Бактопин» на рост растений тагетеса

показателей соответственно. Позитивное влияние микробный препарат оказывает и на развитие корневой системы сосны: длина главного корня была на 53,6% больше, чем в контроле, и соответствовала показателям эталона.

Интродукция компонентов «Бактопина» в ризосферу сосны обыкновенной также стимулирует развитие азотфиксирующих и фосфатмобилизующих микроорганизмов в прикорневой зоне, что приводит к повышению биогенности почвы, и как следствие, к стимуляции роста и развития хвойных растений. Отмечено, что в микробном сообществе преобладают микроорганизмы, участвующие в превращении органических форм азота, их численность увеличивается в 1,7 раза. Доля олигонитрофилов в варианте с обработкой микробным препаратом «Бактопин» возрастает в 2,2 раза по отношению к контролю.

Установлено, что двукратное внесение препарата оказывает положительное влияние на рост и развитие саженцев декоративного кустарника вейгелы. В этом варианте годичный прирост главного побега растения, количество и длина боковых побегов превышают показатели контроля (без внесения удобрений) на 89,9%, 75,0% и 148,7% соответственно. Двукратное внесение оказало положительное влияние на развитие корневой системы вейгелы: длина корней превысила контроль на 109,1%.

Таким образом, применение «Бактопина» эффективно при выращивании вейгелы и приводит к достоверному увеличению годичного прироста главного и боковых побегов, кустистости, длины и количества корней.

Двукратное внесение препарата позитивно влияет и на развитие сальвии (*Salvia splendens* cv. Scarlet Piccolo) (рис. 2). Ее высота увеличивается на 13,2% по сравнению с контролем и оказывает значительное влияние на формирование листовой системы растений *Salvia*: количество вновь образовавшихся листьев на 212,5% превосходит контрольные показатели и на 170,3% – показатели растений в варианте внесения эталонного удобрения.

«Бактопин» стимулирует и развитие корневой системы растений



Рис. 1. Влияние микробного препарата «Бактопин» на развитие растений сосны обыкновенной



Рис. 2. Влияние микробного препарата «Бактопин» на развитие растений *Salvia splendens* cv. Scarlet Piccolo



Рис. 3. Влияние двукратного внесения микробного удобрения «Бактопин» на развитие растений тагетеса. А: слева – контроль, справа – «Бактопин»; Б: слева – «Бактопин», справа – контроль



Рис. 4. Влияние микробного препарата «Бактопин» на развитие растений *Tagetes erecta* cv. Discovery Orange

*Salvia* – она в 7,6 раза превосходит показатели в контроле. Заметно его позитивное влияние на продуктивность цветения *Salvia*. Количество сформировавшихся цветоносов и их высота в варианте внесения удобрения на 42,9 и 149,1% превышают контрольные показатели.

Исследование эффективности действия микробного препарата на рост и развитие тагетеса показало, что уже через 2 недели после второй обработки прирост растений увеличился на 56,5% по сравнению с применением эталонного удобрения «Лифдрил Универсал» и на 92,8% – с контрольными показателями. А через 6 недель после применения «Бактопина» прирост растений превышал эталон и контроль на 61 и 117,1% (таблица, рис. 3).

Продуктивность цветения тагетеса после внесения «Бактопина» была в 9 раз выше, чем в контроле, и в 1,3 раза – чем при внесении эталонного «Лифдрил Универсал».

Сравнение эффективности влияния двух-, трех- и четырехкратного внесения микробного препарата «Бактопин» на рост

растений тагетеса показало, что двух- и трехкратное способствует повышению продуктивности цветения в 9 раз, четырехкратное – в 12 раз по сравнению с контролем. Установлено, что при увеличении кратности внесения увеличивается сырая масса корневой системы: на 85,6% → 121,3% → 183,4% соответственно.

Оценка эффективности применения «Бактопина» для стимуляции роста и развития однолетних цветочных растений в условиях городских насаждений показала, что его двукратное внесение позитивно влияет на *Tagetes erecta* cv. Discovery Orange: прирост – на 45,7% выше показателей

контроля и на 25,7% – показателей эталона (рис. 4).

В фазе массового цветения количество сформировавшихся бутонов на 49,3% превосходит показатели растений в контроле; диаметр цветков во всех вариантах опыта был на одном уровне. Обработка растений данным препаратом положительно сказывается на развитии корневой системы растений *Tagetes erecta* cv. Discovery Orange. В варианте внесения удобрения длина и масса корней на 21,6 и 104,2% выше, чем в контроле, на 10,2 и 32,9% – чем в эталоне, соответственно.

В результате проведенных исследований установлено, что применение микробного препарата «Бактопин» существенно улучшает рост и развитие хвойных древесных растений, декоративных деревьев и кустарников, посадочного материала однолетних цветочных растений и развития однолетних цветочных растений в городских насаждениях.

«Бактопин» зарегистрирован Главной государственной инспекцией по семеноводству, карантину и защите растений и внесен в Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь. ■

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Vessey J. K. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers / J. K. Vessey // Plant and Soil. 2003. Vol. 255. P. 571–586.
2. Кожемяков А. П. Биопрепараты для земледелия / А. П. Кожемяков, В. К. Чеботарь // Биопрепараты в сельском хозяйстве (Методология и практика применения микроорганизмов в растениеводстве и кормопроизводстве). – М., 2005.
3. Чеботарь В. К. Эффективность применения биопрепарата экстракол / В. К. Чеботарь, А. А. Завалин, Е. Н. Кипрушкина. – М., 2007.
4. Моргунов В. В. Ростстимулирующие ризобактерии и их практическое применение / В. В. Моргунов, С. Я. Коць, Е. В. Кириченко // Физиология и биохимия культ. растений. 2009. Т. 41, №3. С. 187–207.
5. Методические указания по проведению регистрационных испытаний макро-, микроудобрений и регуляторов роста растений в посевах сельскохозяйственных культур в Республике Беларусь / В. В. Лапа [и др.]; РУП «Институт почвоведения и агрохимии». – Минск, 2008.
6. Теория вероятностей и математическая статистика. Математические модели. Учебное пособие для студентов высших учебных заведений / В. Д. Мятлев [и др.]. – М., 2009.
7. Боровиков В. П. STATISTICA: Искусство анализа данных на компьютере / В. П. Боровиков. – СПб., 2001.

SEE [http://innosfera.by/2019/03/growth\\_stimulation](http://innosfera.by/2019/03/growth_stimulation)

# ИННОВАЦИИ И ИНВЕСТИЦИИ

## АНАЛИЗ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ МЕТОДОМ ДИНАМИЧЕСКОГО НОРМАТИВА

**Аннотация.** В статье анализируются проблемы оценки эффективности и планирования научно-технологического и инновационного развития. Рассматриваются два направления теоретических концепций планирования: эволюционно-эмпирическое и экономико-математическое. Обоснован тезис о том, что разрабатываемые стратегии и планы развития научно-технической и инновационной сфер должны строиться не на эмпирических закономерностях, найденных с помощью данных статистики, а на апробированных теоретических предположениях о поведении взаимодействующих агентов. Показаны возможности метода динамического норматива для анализа и мониторинга показателей научно-технологического и инновационного развития.

**Ключевые слова:** инновационное и научно-технологическое развитие, статистические показатели, ранжирование, динамический норматив, метод динамического норматива, оптимизация, сценарии развития.

**Для цитирования:** Турко В., Коршунов А. Анализ инновационного развития методом динамического норматива // Наука и инновации. 2019. №3. С. 31–37. <https://doi.org/10.29235/1818-9857-2019-3-31-37>



**Владимир Турко,**  
научный сотрудник Центра системного анализа и стратегических исследований НАН Беларуси, соискатель; legend13@bk.ru



**Александр Коршунов,**  
ведущий научный сотрудник Центра системного анализа и стратегических исследований НАН Беларуси, кандидат физико-математических наук; akorshunov@tut.by

Исследованию сложных и неоднозначных вопросов формализации процессов инновационной экономики посвящено немало публикаций [1–5]. По мнению большинства ведущих экономистов, в настоящее время в экономической теории не предложен комплексный теоретический подход к анализу интеллектуального ресурса, оценивающего (в том числе и количественно) не столько новый материальный продукт, созданный в инновационном процессе, сколько произведенные знания, не нашедшие воплощения в конкретном товаре. Оценка продуцируемых новшеств в денежно-материальной форме – одна из основных проблем, возникающих при анализе и моделировании процессов инновационной экономики.

В 1993 г. европейские страны провели первые скоординированные исследования инновационной деятельности, основываясь на принятом в 1992 г. Руководстве Осло. Но эти попытки оказались

неудачными, поскольку получалось измерить не экономический эффект от инноваций, а результаты инновационного процесса – внедрение новых технологий, инноваций и т.д., поэтому постепенно акцент в использовании инновационных индикаторов сместился на анализ результатов собственной деятельности. Разработанные показатели не сформировали комплексной системы оценки, позволяющей не только проследить на различных этапах цепочки формирования экономического эффекта использования новых научных знаний, но и «связать» результаты предыдущего и последующего этапов (публикации – патенты – внедренные технологии – экономический вклад инноваций на уровне предприятий – экономический вклад инноваций на уровне экономики).

Полученный набор индикаторов предлагал лишь точечное измерение результативности научно-технической и инновационной деятельности, не позволяющее во многих случаях адекватно оценить уровень технологического развития страны. Ученые и эксперты единодушно констатировали, что сложность инновационных социально-экономических систем приводит к тому, что функциональную связь между ее компонентами трудно описать традиционными методами (только на вербальном уровне), поскольку они носят слишком общий характер [5]. При изучении теории и практики инноваций и вклада их в развитие экономики целесообразно опираться на хорошо разработанный математический аппарат, учитывая при этом специфику инновационных процессов.

Ведущие мировые эксперты и ученые, среди которых были и нобелевские лауреаты

по экономике, в своих работах развивали идею о том, что модели макроэкономики должны строиться не на эмпирических закономерностях, найденных с помощью данных статистики, а на обоснованных теоретических предположениях о поведении оптимизирующих агентов, для чего необходимо понять природу их взаимодействия.

В рамках экономической теории макроэкономика (и ее составляющая – инновационная экономика) представляется совокупностью укрупненных («агрегированных») показателей. Но для того чтобы такая совокупность превратилась в систему, необходимо найти зависимости между этими показателями. При обнаружении эмпирической закономерности исследователь должен в первую очередь предложить внутренне логическую теоретическую модель, основанную на разумных предпосылках и способную объяснить причинно-следственные связи между интересующими факторами. Так, часто корреляцию и причинную обусловленность считают синонимами. Этот тезис имеет определенные основания, поскольку если нечто является причиной чего-либо другого, то можно говорить о связи первого и второго и, следовательно, об их коррелированности (например, действие и результат, проверка и качество, капиталовложения и прибыль, окружающая среда и прибыль). Однако корреляция может быть и без причинной обусловленности. Это представляется следующим образом: корреляция – лишь число, которое указывает на то, что большим значениям одной переменной соответствуют большие (или меньшие) значения другой переменной. Корреляция

не может объяснить, почему эти две переменные связаны между собой, например почему капиталовложения порождают прибыль (или наоборот), а просто констатирует, что между этими величинами существует определенное соответствие. Одним из возможных оснований для существования «корреляции без причинной обусловленности» является наличие некоторого скрытого, ненаблюдаемого, третьего фактора, который «маскируется» под другую переменную. В результате фиксируется так называемая ложная корреляция.

Если рассматривать процессы формирования и реализации инновационного потенциала какой-либо страны или региона, то следует отметить, что они в большей степени зависят от системного взаимодействия комплекса условий и факторов, которые ускоряют инновационную деятельность, включая стадии научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок, массовое производство продукта, применение инновационной технологии, организационные меры и т.д.

В данной работе не анализировались все существующие подходы, теории и модели экономического роста, в том числе инновационной экономики, на базе достижений науки и техники. Для этого есть многочисленные обзоры, которые посвящены методам математического моделирования инновационной деятельности для различных экономических объектов: проектов, отдельных предприятий, системы взаимосвязанных производителей и экономики в целом, например монография украинского экономиста В. А. Диленко [6].

Целью настоящей работы является апробирование метода динамического норматива (МДН) для анализа и мониторинга показателей научно-технологической и инновационной сфер.

В Беларуси технологическое развитие оценивается в рамках единого подхода, который можно условно назвать статистическим. Основан он на анализе системы показателей уровня технологического состояния и развития отраслей экономики. Данная система представлена значительным числом (более 100) показателей. Вместе с тем, как справедливо отмечают эксперты, представляемая и получаемая характеристика развития на основе данных статистики неоднозначна, разнопланова, приведенные показатели не дают целостной картины данного явления, в лучшем случае с их помощью можно определить некоторые тенденции [7]. Поэтому среди исследователей не прекращаются попытки конструирования на основе статистического подхода единого индикатора, позволяющего комплексно и однозначно оценить технологическое развитие страны, если это вообще в принципе возможно.

Примером интегрального показателя уровня научно-технического и инновационного развития стран мира является глобальный индекс инноваций (ГИИ). Он наиболее масштабный как по количеству учтенных стран (в 2017 г. – 127), так и по перечню анализируемых показателей (81 индикатор). Однако указанный индекс имеет ряд недостатков [8]:

- *периодически изменяется как перечень показателей, так и перечень анализируемых стран, что в отдельных случаях может существенно*

*повлиять на значение индекса, занимаемое место в рейтинге, возможность сопоставлений данных за разные годы;*

- *широкий перечень показателей не позволяет авторам всегда использовать актуальные данные;*

- *сбор данных по всем показателям не всегда возможен, а потому в ряде случаев значение по подгруппе формируется на основании всего одного или нескольких показателей.*

В результате удельный вес соответствующих показателей значительно изменяется. Так, по данным мониторинга экспертов Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР), значения ГИИ для Республика Беларусь с 2015 по 2017 г. ухудшились на 35 позиций: 2015 г. – 53-е место в мире, 2016 г. – 79-е, 2017 г. – 88-е место (между Индонезией и Ботсваной). Исходя из представленных цифр, можно предположить, что национальная инновационная система всего за три года претерпела существенные изменения и очень быстро стала крайне неэффективной. Однако это не соответствует действительности. Национальные эксперты отмечают, что ситуация в научной, научно-технической и инновационной сферах практически не изменилась [8]. Но из-за специфики методологии, которую формируют зарубежные эксперты, результатом стала потеря 6,2 балла ГИИ и, соответственно, снижение итогового места.

Существенную помощь в анализе инновационно-технологической деятельности, а также в принятии управленческих решений по ее регулированию и поддержке оказывают современные экономико-математические методы,

использование которых дает возможность не только выявить важнейшие факторы, влияющие на инновационное развитие, но и количественно оценить их взаимосвязь. Такой подход и соответствующие направления исследований теоретически позволяют осуществлять *ex ante* анализ и (в отличие от эмпирических подходов) более аргументированное прогнозирование научно-технологического комплекса.

Для этого целесообразно применять метод динамического норматива. Он представляет собой структурно-динамическую модель, описывающую режим функционирования экономики страны с точки зрения комплексной эффективности использования его совокупных ресурсов. Динамический норматив построен на базе анализа содержания основных показателей деятельности, установления связей между ними и определения приоритетов их динамики.

Иными словами, динамический норматив – модель эталонного режима функционирования хозяйственной системы, в данном случае инновационной. Любой фактический порядок показателей ее развития можно сравнить с нормативным. Важный момент – это формулировка экономических показателей состояния инновационной сферы, при изменении которых будут формулироваться наши выводы относительно эффективности и стабильности ее развития.

С помощью МДН осуществляются выявление проблем тактического и стратегического уровней, определение их характера (потенциальная либо реальная) и глубины, оценка сбалансированности развития. Устанавливая

отклонение фактического уровня темпов роста отдельных показателей от «идеального» (с помощью динамического норматива), можно выявить приоритеты государственного регулирования рассматриваемой сферы. Если фактический и нормативный порядки не совпадают в значительной степени, то производится диагностика возникшей проблемной ситуации: выясняется, за счет каких факторов произошло это несоответствие.

Суть метода состоит в следующем: выделяются показатели эффективности инновационной деятельности, рассчитываются темпы их роста и прироста, налагается требование их увеличения с течением времени, выражающееся условием:

$$n(X) > 0, \quad (1)$$

где  $n(X)$  – темп прироста показателя  $X$ .

Если рассматриваются относительные показатели вида  $X/Y$ , неравенство  $n(X/Y) > 0$  можно заменить неравенством

$$n(X) - n(Y) > 0, \quad (2)$$

при условии, что темп роста показателя  $Y$  положителен

$$T(Y) > 0, \quad (3)$$

где  $T(Y)$  – темп роста показателя  $Y$ . Таким образом, чтобы оценить результативность реализуемой экономической стратегии, необходимо получить статистические данные абсолютных значений показателей, входящих в систему ДН:

- *рассчитать темпы роста показателей;*
- *ранжировать их;*
- *выявить проблемы и возможности стратегического и тактического уровней;*

- *оценить глубину и потенциальную динамику проблем и возможностей;*
- *определить отклонение рангов фактических порядков и динамического норматива по всем показателям;*
- *построить корректирующий динамический норматив, в котором темпы роста отдельных показателей будут приведены в зависимости от степени отклонения их фактического уровня от «идеального» (методом динамического норматива), что способствует расстановке приоритетов в рассматриваемой сфере регулирования инновационной деятельности.*

Для количественной оценки степени соответствия фактического порядка нормативному используется мера сходства между матрицей динамического норматива и матрицей фактических порядков, которая вычисляется по формуле:

$$S = (1 - R) \times 100\%, \quad (4)$$

где  $S$  – мера сходства;  $R$  – мера различия между матрицами фактического порядка и динамического норматива.

Одним из преимуществ МДН является получение информации для принятия управленческих решений непосредственно из расчетов. Кроме этого, в зависимости от тех или иных приоритетов экономического развития для проведения анализа возможно использование различных показателей. При этом даже при использовании одного и того же набора индикаторов для оценки сбалансированности развития в различные периоды могут быть применены различные динамические нормативы, то есть

эталонное соотношение темпов роста показателей в принципе может быть различным. Анализ методом динамического норматива обеспечивает лиц, принимающих решения на разных уровнях, описанием структуры, взаимосвязи, динамики выявленных проблем, а также информацией о возможных вариантах решения проблем (описание возможностей). Реализация корректирующего динамического норматива позволяет приблизиться к эталонному упорядочению, то есть обеспечить движение экономической системы в направлении, повышающем уровень ее сбалансированности и стабильности.

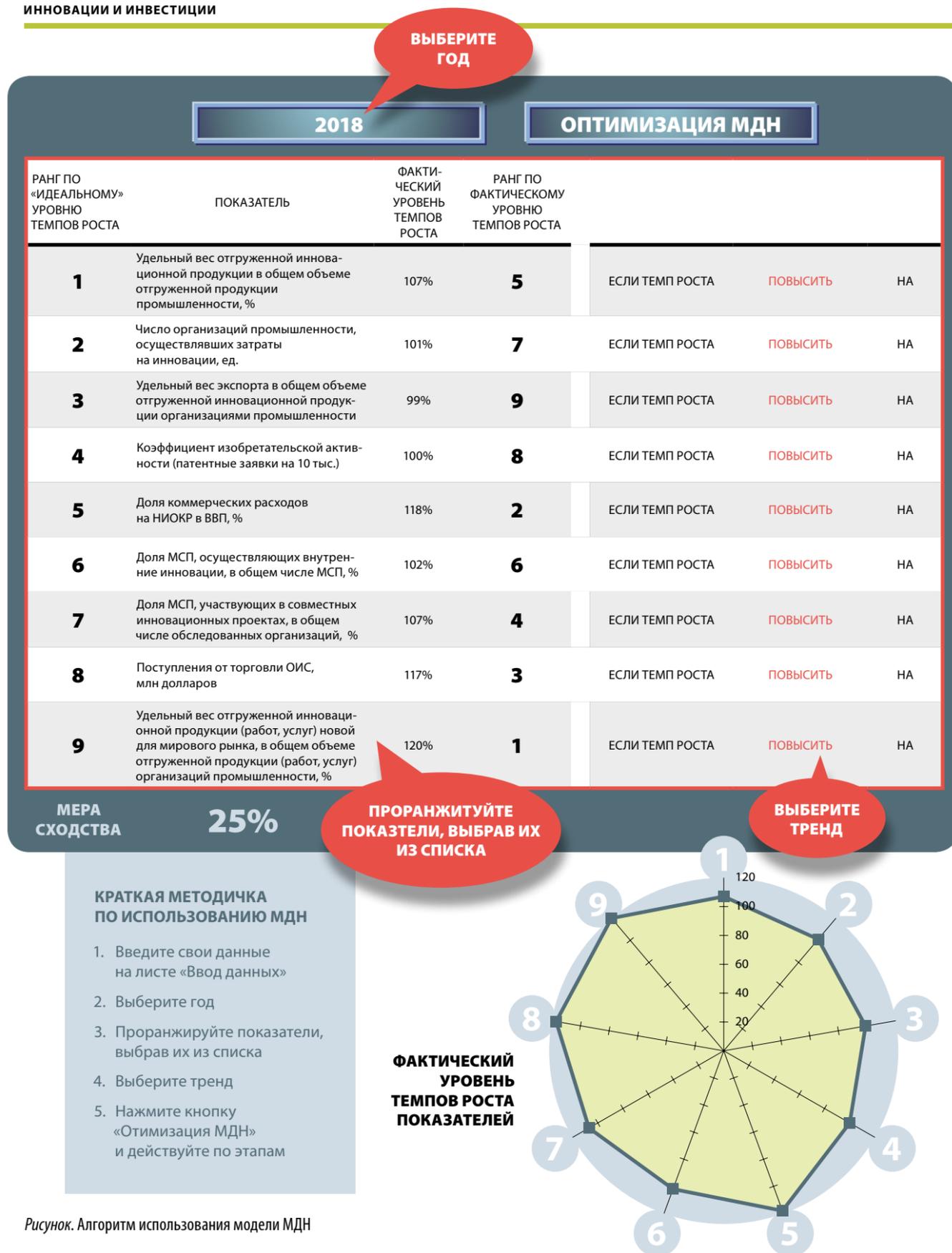
Метод динамического норматива апробирован на примере составленной нами эталонной модели функционирования некоторых блоков сферы инноваций (кадровый, финансовый, блок собственно инноваций, блок результирующий – влияние инноваций на состояние отраслей экономики) и позволяет проанализировать ее развитие за последние периоды.

Были выбраны некоторые из основных показателей инновационной деятельности организаций промышленности (табл. 1).

Используя ранжирование показателей по темпам роста, можно построить порядок, способный выразить требования к лучшему режиму деятельности и выступить в роли эталона. За аналитическую базу были взяты статистические данные за 2013–2017 гг. Ранжирование показателей по темпам роста и их оптимизация наглядно отражают возможности МДН применительно к исследованию и анализу процессов в НТД и инновационной сфере, подчеркивая их цикличность, а также количественное

Показатели научно-технической и инновационной деятельности	Условия достижения цели	2016 г.		2017 г.	
		Ранг по сценарию			
ИННОВАЦИОННЫЙ БЛОК		И	П	И	П
Удельный вес отгруженной инновационной продукции в общем объеме отгруженной продукции промышленности, % (ИП)	ИП>ИА > ЭИП> КИА> ДК> МСП> СПМ> ОИС> ЭМР	1	1	5	4
Число организаций промышленности, осуществлявших затраты на инновации, единиц (ИА)		5	5	7	7
Удельный вес экспорта в общем объеме отгруженной инновационной продукции организациями промышленности, % (ЭИП)		3	3	9	9
Коэффициент изобретательской активности (патентные заявки на 10 тыс. чел.) (КИА)		7	7	8	8
Доля коммерческих расходов на НИОКР в ВВП, % (ДК)		4	4	2	1
Доля МСП, осуществляющих внутренние инновации, в общем числе МСП, % (МСП)		8	8	6	6
Доля МСП, участвующих в совместных инновационных проектах, в общем числе обследованных организаций, % (СПМ)		6	6	4	5
Поступления от торговли ОИС, млн долл (ОИС)		2	2	3	3
Удельный вес отгруженной инновационной продукции (работ, услуг), новой для мирового рынка, в общем объеме отгруженной продукции (работ, услуг) организаций промышленности, % (ЭМР)		9	9	1	1
РЕЗУЛЬТИРУЮЩИЙ БЛОК		И	П	И	П
Доля занятости в наукоемких видах деятельности (производство и услуги) к общей занятости (на конец года), % (ЗНД)	ЗНД> ВП> ВО> ИНР> ВЭП> ВЭТ> СЭТ> ВЭУ> ЭВП	4	4	1	1
Доля высокотехнологичных производств в добавленной стоимости обрабатывающей промышленности, % (ВП)		3	3	5	5
Доля высокотехнологичных (включая среднетехнологичные высокого уровня) и наукоемких отраслей экономики в ВВП, % (ВО)		9	9	3	3
Продажа новых для рынка и новых для фирмы инноваций в общем товарообороте, % (ИНР)		2	2	2	2
Удельный вес экспорта высокотехнологичной и наукоемкой продукции в общем объеме экспорта товаров и услуг, % (ВЭП)		7	6	6	6
Удельный вес экспорта высокотехнологичных товаров в общем объеме экспорта товаров, % (ВЭТ)		5	5	7	7
Удельный вес экспорта среднетехнологичных товаров высокого уровня в общем объеме экспорта товаров, % (СЭТ)		8	8	8	8
Удельный вес экспорта наукоемких высокотехнологичных услуг в общем объеме экспорта услуг, % (ВЭУ)		1	1	4	4
Доля экспорта средне- и высокотехнологичной продукции в общем объеме экспорта товаров, % (ЭВП)		6	7	9	9
ФИНАНСОВЫЙ БЛОК		И	П	И	П
Внутренние затраты на научные исследования и разработки, млрд руб. (СД)	СД> КД> ГД> ДИ> МТБ> ДК> ДПИ> НТС> ДФИ	3	2	4	4
Доля коммерческих расходов на НИОКР в ВВП, % (КД)		4	4	5	5
Доля государственных расходов на НИОКР в ВВП, % (ГД)		4	5	7	6
Затраты на технологические инновации, млн. руб. (ДИ)		9	9	2	2
Материально техническая база, тыс. руб. (МТБ)		8	8	1	1
Подготовка и аттестация научных работников высшей квалификации, тыс. руб. (ДК)		7	7	9	8
Прикладные научные исследования, тыс. руб. (ДПИ)		4	6	8	9
МНТС, тыс. руб. (НТС)		1	1	3	3
Фундаментальные научные исследования (ДФИ)		2	3	6	7
КАДРОВЫЙ БЛОК		И	П	И	П
Исследователи, чел. (И)	И> ИЭК> КН> ОА> КК> ОД> КД> КТ> ДР	8	8	3	3
Численность персонала, занятого научными исследованиями и разработками, в расчете на 10 000 занятых в экономике, чел. (ИЭК)		5	5	7	7
Численность работников, выполнявших научные исследования и разработки, чел. (КН)		6	4	5	4
Численность обучающихся в аспирантуре, чел. (ОА)		3	3	7	7
Выпуск из аспирантуры, чел. (КК)		9	9	9	9
Численность обучающихся в докторантуре, чел. (ОД)		2	2	1	1
Выпуск из докторантуры, чел. (КД)		1	1	2	2
Имеющих ученую степень кандидата наук, чел. (КТ)		4	6	6	5
Имеющих ученую степень доктора наук, чел. (ДР)		7	7	4	6

Таблица 1. Ранжирование некоторых показателей научно-технической и инновационной деятельности, принятых в данной работе, и их значения по инерционному (И) и позитивному (П) сценариям развития экономики в 2016 и 2017 гг.



Инфографика Алексея Петрова

Рисунок. Алгоритм использования модели МДН

Год	Мера сходимости показателей инновационного развития			
	Инновационный блок		Блок результативный	
	Инерционный – 0%	Позитивный – 2%	Инерционный – 0%	Позитивный – 2%
2013	67,31%	73,08%	69,23%	69,23%
2014	26,92%	30,77%	57,69%	61,54%
2015	23,08%	23,08%	34,62%	42,31%
2016	76,92%	76,92%	57,69%	61,54%
2017	19,23%	25%	92,31%	92,31%

Таблица 2. Матрица значений показателей инновационного развития методом динамического норматива

увеличение значений показателей при их оптимизации. Расчеты выполнены для двух сценариев инновационного развития:

- *инерционного (И) – действующая модель развития сохраняется, степень варьирования показателей – 0%;*
- *позитивного (П) – действующая модель развития трансформируется с использованием алгоритма оптимизации, степень варьирования показателей – от 0 до 2%. Такой интервал выбран, исходя из правил статистических исследований, в которых величина ±2 считается допустимой погрешностью [9].*

Имеет место весьма существенное повышение позиции рангового показателя «Удельный вес отгруженной инновационной продукции (работ, услуг), новой для мирового рынка, в общем объеме отгруженной продукции (работ, услуг) организаций промышленности» – с 9-го места в 2016 г. на 1-е в 2017 г. Такое расхождение обусловлено значительной разницей в абсолютных значениях меры сходимости по годам: 2016 г. – 76,92%, 2017 г. – 25%. Для анализа выбраны эти два года, поскольку в этот период наиболее ярко выражены основные показатели меры сходимости. В процессе оптимизации в инновационном блоке в 2017 г.,

то есть при переходе от инерционного сценария к позитивному, рост значений меры сходимости составил 130% (табл. 2).

Расширяя границы предложенной модели (рисунок), представляется возможным понять внутреннюю логику развития процессов в сфере науки и инноваций, скрывающуюся за видимой, часто, казалась бы, парадоксальной картиной экономических явлений,

которая не укладывается в известные логические и эмпирические схемы. Накопленный опыт применения адекватных моделей показывает, что они являются мощным инструментом многоаспектного анализа экономических процессов, без которого немислимо современное прогнозирование и планирование научно-технической и инновационной деятельности [2–5].

- **Summary.** The article analyzes the problems of evaluating the effectiveness and planning of scientific, technological and innovative development. Two directions of theoretical planning concepts are considered: evolutionary-empirical and economic-mathematical. The thesis is substantiated that the developed strategies and plans for the development of the scientific, technical and innovation sphere should not be based on empirical patterns found using statistical data, but on proven theoretical assumptions about the behavior of interacting agents. The possibilities of the method of dynamic standard for the analysis and monitoring of indicators of scientific, technological and innovative development are shown.
- **Keywords:** innovation, scientific and technological development, statistical indicators, ranking, dynamic normative, dynamic normative method, optimization, development scenarios.
- <https://doi.org/10.29235/1818-9857-2019-3-31-37>

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

- Молчанова Е. Исследование влияния инноваций на развитие экономики с помощью математических моделей // [http://resources.krc.karelia.ru/krc/doc/publ2010/socinnov\\_5\\_107-120.pdf](http://resources.krc.karelia.ru/krc/doc/publ2010/socinnov_5_107-120.pdf)
- Балацкий Е. В., Ушакова С. Е., Малахов В. А., Юревич М. А. Национальные модели технологического развития: сравнительный анализ // Журнал институциональных исследований. 2017. Т. 9, №4. С. 37–52.
- О моделях экономической динамики // <http://ipk.bntu.by/o-modelyah-ekonomicheskoy-dinamiki.html>
- Шимов В. Н., Крюков Л. М. Инновационное развитие экономики Беларуси: движущие силы и национальные приоритеты. – Минск, 2014.
- Фролов А. С. Проблемы планирования научно-технологического развития на государственном уровне // <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-planirovaniya-nauchno-tehnologicheskogo-razvitiya-na-gosudarstvennom-urovne>
- Диленко В. А. Экономико-математическое моделирование инновационных процессов. – Одесса, 2013.
- Васюченко Л. П. Оценка уровня технологического развития белорусской экономики // Экономическая наука сегодня. 2017. №6. С. 5–15. // [https://rep.bntu.by/bitstream/handle/data/39828/Ocenka\\_urovnya\\_tekhnologicheskogo\\_razvitiya\\_belorusskoj\\_ekonomiki.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://rep.bntu.by/bitstream/handle/data/39828/Ocenka_urovnya_tekhnologicheskogo_razvitiya_belorusskoj_ekonomiki.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- О состоянии и перспективах развития науки в Республике Беларусь по итогам 2017 года: аналитический доклад / под ред. А. Г. Шумилина, В. Г. Гусакова. – Минск, 2018.
- Походун А. И. Экспериментальные методы исследований. Погрешности и неопределенности измерений: учебное пособие. – СПб., 2006.

Статья поступила в редакцию 28.01.2019 г.

SEE [http://innosfera.by/2019/03/dynamic\\_normative\\_method](http://innosfera.by/2019/03/dynamic_normative_method)

# Кластеры, кооперативно-интеграционные структуры и административные регионы: компаративный анализ

УДК 338.43:631.151.6+631.115.8

**Аннотация.** Проведен сравнительный анализ схожих черт и отличительных признаков кооперативно-интеграционных структур и кластеров. Установлено, что первые имеют более жесткую организацию (специализацию, инфраструктуру, планирование, управление и др.); вторые выстраиваются, как правило, на децентрализованных началах – договорных отношениях, гибкой специализации, индикативном бизнес-планировании, инновационном подходе, сохранении хозяйственной и юридической самостоятельности входящих в них субъектов. Обе формы базируются на известных принципах кооперации и интеграции, выработке единой стратегии и политики, координации деятельности и др. Также изучены сходства и различия между кластерной структурой и административным регионом – их основной общей чертой является территориальная кооперация и интеграция. На основании анализа сдерживающих факторов при реализации кластерной политики в Беларуси сформулированы ключевые задачи развития кластеров в системе отечественного АПК.

**Ключевые слова:** АПК, сельское хозяйство, кооперативно-интеграционные структуры, административные единицы, кластеры.

**Для цитирования:** Гусаков Е. Кластеры, кооперативно-интеграционные структуры и административные регионы: компаративный анализ // Наука и инновации. 2019. №3. С. 38–41. <https://doi.org/10.29235/1818-9857-2019-3-38-41>



Егор Гусаков,

заведующий сектором кооперации Института системных исследований в АПК НАН Беларуси, кандидат экономических наук, доцент; ego-6@mail.ru

чему во многом будет способствовать развитие АПК на кластерной основе.

Существуют различные формы кооперативно-интеграционных объединений субъектов хозяйствования. Тем не менее их создание и функционирование в значительной мере совпадают с аналогичными процессами, протекающими в кластерах [1–5]. Анализ показывает, что между экономическими кластерами и кооперативно-интеграционными структурами имеется ряд схожих свойств, в том числе они одинаково ориентированы на замкнутый цикл производства, однако механизмы их создания и функционирования существенно различаются.

Как показывает выполненное нами исследование, кооперативно-интеграционные и кластерные объединения различаются по ряду существенных признаков (табл. 1). Так, если кооперативно-интеграционные структуры имеют более жесткую централизованную или авторитарную организацию (специализацию, инфраструктуру, планирование, управление и др.), то кластерные формирования выстраиваются

больше на децентрализованных началах – договорных отношениях, гибкой специализации, индикативном планировании, инновационном подходе, сохранении хозяйственной и юридической самостоятельности. Но обе эти формы базируются на известных принципах кооперации и интеграции, выработке единой стратегии и политики хозяйствования, координации деятельности, одинаковых принципах рыночной конкуренции, целевой ориентации на получение востребованной и безопасной продукции под потребительский спрос, стремлении к технико-технологическим инновациям и укреплению финансово-экономической самостоятельности.

Важно отметить, что кооперативно-интеграционные отношения в экономике Беларуси считаются уже устоявшейся категорией, имеют продолжительную ретроспекцию. Например, еще в составе Советского Союза в АПК формировались различные межхозяйственные объединения (по производству кормов, выращиванию молодняка животных, распространению племенного животноводства и др.), а также создавались районные и областные агропромышленные объединения (РАПО и ОбЛАПО), которые предусматривали выраженные принципы кооперации и интеграции субъектов. Интерес к изучению кластеров стал формироваться в начале 2000-х годов. Но в практике системно структурированных кластеров нет до сих пор. Белорусские ученые по-прежнему еще только осваивают кластерную методологию, поэтому часто происходит смешение понятий кластерной организации экономики и административно-территориального устройства хозяйственных систем. Такая подмена имеет место в связи с тем, что в общих организационных формах наличествует территориально-пространственный аспект. Хотя на самом деле это совершенно разные и мало сопоставимые формы организации. Кластер – рыночная форма объединения субъектов хозяйствования по экономическим процессам, а административно-территориальное объединение создается в рамках административного района или региона,

где действующие субъекты функционируют традиционно. В административном устройстве не всегда присутствуют экономические интересы, доминируют централизованные принципы и социально-экономические факторы.

Следовательно, по данным выполненным нами исследований, целесообразно регионам навязывать реализацию кластерной концепции. Это в первую очередь объясняется тем, что, как показывает опыт, действенные кластеры не создаются административным путем. Их эффективность зависит от многих факторов, в числе которых институциональная структура, самодостаточная производственно-сбытовая инфраструктура, готовность к конкуренции и др.

Для понимания принципиальной разницы между административным регионом и кластером нами сделана попытка определить природу административной инфраструктуры. Так, под административным регионом следует понимать планово формируемую и пропорционально развивающуюся на основе централизованного регулирования совокупность взаимосвязанных отраслей, сфер и субъектов хозяйствования (промышленность, сельское хозяйство, строительство, транспорт, непромышленная сфера), которые одновременно решают ряд народнохозяйственных задач в своих областях, сконцентрированы в определенных границах и обладают

Признак	Кооперативно-интеграционная структура	Кластерное объединение
Организационно-правовая форма	Многообразие форм, включая акционерные общества разных типов	Договорные отношения
Принципы вхождения в объединение	На долевых началах в суммарном уставном капитале	На принципах кооперации и интеграции
Организация производства	Выраженная специализация, регламентация технологических процессов и объемов производства, наращивание объемов продаж	Гибкая специализация, выраженная диверсификацией, инновационный подход к организации производства
Организация планирования	Единое сквозное бизнес-планирование и прогнозирование	Индикативное планирование и гибкое бюджетирование
Организация управления	Хорошо выстроенная иерархическая система организации производства, принятия решений и их исполнения	Совет кластера координирует взаимодействие входящих структур, согласовывает направления их деятельности и нивелирует возникающие противоречия
Формирование производственной инфраструктуры	Централизация всего производственно-инфраструктурного комплекса на основе кооперации и интеграции	Оптимизация и концентрация производства без выраженной централизации
Структура организации	Полная или частичная утрата хозяйственной и юридической самостоятельности входящих структур	Сохранение хозяйственной и юридической самостоятельности входящих организаций (с условием делегирования наверх части полномочий)
Конкуренция	Внутри структуры отсутствует	Присутствует между структурами внутри кластера

Таблица 1. Отличительные признаки кооперативно-интеграционных структур и кластеров

Признак	Административный регион	Кластер
Принцип территориального размещения	Границы административного устройства	Инфраструктура имеет пространственную локализацию, но по интересам самих субъектов хозяйствования
Характер формирования	По решению государственных органов власти	По добровольному волеизъявлению субъектов хозяйствования
Характер внешнего управления	Административная (централизованная) вертикаль	Исходя из механизмов и принципов рынка
Форма происхождения	Директивное решение	На принципах самоопределения и самоорганизации
Наличие конкурирующих структур внутри образования	Не предполагается	Является желательным
Состав участников	Административный регион, как правило, объединяет производственные (в разных отраслях – промышленность, сельское хозяйство и др.) и непроизводственные организации как взаимосвязанный комплекс административного регулирования	Подбираются такие субъекты хозяйствования, которые способны создавать производственно-сбытовую самостоятельность инфраструктуры, включая обслуживающие и научные организации
Характер производимой продукции	Производство однородной и устоявшейся по структуре продукции	Производство постоянно совершенствующейся продукции под рыночный потребительский спрос
Субконтракция и аутсорсинг	В административной системе почти не применяется	Широко практикуется как эффективная форма организации системы хозяйствования

Таблица 2. Сравнительный анализ организации административного региона и кластера

совокупностью ресурсов, в том числе человеческих, а также позволяют достигать поставленных административными органами целей как производственного, так и непроизводственного характера. Поэтому административная структура не может возникнуть стихийно, она формируется и функционирует в рамках определенной государственной политики.

Кластеры же в основном возникают на принципах самоорганизации и самоопределения в бизнес-среде, то есть имеют естественную природу. Значит, кластер максимально учитывает рыночный механизм и эффективен тогда, когда создается по инициативе снизу, когда сами субъекты хозяйствования для повышения своей конкурентоспособности приходят к необходимости объединения – это во-первых. Вторая принципиальная особенность состоит в том, что в кластере предполагается наличие конкурирующих субъектов. Третье отличие – широкий состав участников кластера, включая научно-исследовательские структуры, консультационные центры, специализированные логистические институты и др. Четвертое – административный регион, как правило, осуществляет массовое производство однородной продукции, а современный кластер получает целую совокупность постоянно меняющихся продуктовых групп и т.п. Однако

- разрозненность сфер деятельности – сельского хозяйства, перерабатывающей сферы и торговли, включая логистику. Сельское хозяйство имеет в основном сырьевую направленность и экономически и организационно не связано с предприятиями переработки и торговли;
- мало знаний об эффективности кластерных технологий, опыта, рискованность кластерной самоорганизации при отсутствии государственной стратегии;
- недостаточность законодательно-нормативных актов и государственных решений (Указов Президента, постановлений правительства и местных органов) по целевому регулированию развития кластерной стратегии и политики;
- неразвитость связей и взаимодействия начальных форм кластеризации с органами государственного и хозяйственного управления (например, территориальных кооперативно-интеграционных объединений с инфраструктурой власти), а также с финансово-экономическими институтами региона и страны;
- социокультурные особенности современной аграрной экономики, связанные с обособленностью субъектов хозяйствования, желанием

есть немало схожих признаков, которые дают основание определить административный район в виде протокластера.

Представленные в табл. 2 результаты выполненного нами качественного сопоставления административного региона и кластера позволяют убедиться, что хотя эти структуры и имеют схожие признаки, но по сути они совершенно разные.

Несмотря на то что Беларусь еще не охвачена тенденцией кластеризации экономики, как это происходит за рубежом, есть все объективные предпосылки разворачивания этих процессов.

Нами выявлены сдерживающие факторы при реализации кластерной политики в Беларуси, среди которых особо выделяются следующие (применительно к АПК):

сохранять автономию и весь производственный цикл и нежеланием идти на кооперацию и интеграцию;

- слабое развитие инфраструктурных рыночных комплексов – частного бизнеса, системы услуг, финансовых институтов и пр. Это ослабляет возможность кластерной организации на принципах самоопределения и самохозяйствования;
- дисбаланс институциональной и производственно-сбытовой инфраструктуры, а именно непропорциональность разных институтов в сквозной экономической системе (слабость корпоративной науки, отсутствие корпоративных финансовых структур и пр.);
- низкое качество бизнес-климата, отсутствие опыта хозяйствования на основе аутсорсинга, практика развития ассоциативных структур;
- краткосрочность основного бизнес-планирования, недостаточное внимание к прогнозированию и выработке стратегических (долгосрочных) сценариев развития, в то время как реальная отдача от кластерной организации появляется через пять-семь лет.

Анализ перечисленных противоречий позволяет сформулировать ключевые задачи развития кластеров в системе АПК Беларуси:

- разработка комплексной модели создания конкурентоспособных кластеров, механизмов и методики их реализации в реальной практике;
- выявление конкурентоспособных преимуществ самостоятельных кластеров в агропродовольственной сфере в сравнении с другими возможными формами кооперации и интеграции субъектов хозяйствования;
- определение необходимых и достаточных условий (экономических, правовых, технико-технологических, управленческих и др.), а также потенциальных возможностей для реализации в АПК страны кластерных отношений и создания реальных кластеров;
- расчет эффективности организации и функционирования подлинных кластеров, а также синергетического эффекта от кластерных процессов в экономической системе АПК;
- изучение инфраструктуры для оптимизации бизнес-среды кластерной экономической системы; выработка комплекса мер по вовлечению в интеграционные процессы множественных экономических агентов; определение условий для развития аграрного предпринимательства;

- разработка экономических механизмов по расширенному воспроизводству производственного потенциала в составе кластеров, в том числе человеческого, по повышению качества и конкурентоспособности конечной продукции и экономической состоятельности кооперативно-интеграционных объединений.

Таким образом, в результате сравнительного анализа установлено, что кооперативно-интеграционные структуры имеют более выраженную организацию – специализацию, инфраструктуру, планирование, управление и др., для них характерно отсутствие внутренней конкуренции; а кластеры формируются, как правило, на договорных началах, отличаются гибкой специализацией, индикативным бизнес-планированием, инновационными подходами, хозяйственной и юридической самостоятельностью субъектов, наличием между ними конкуренции. Также показано, что основной общей чертой кластерной структуры и административного региона является территориальная кооперация и интеграция. ■

■ **Summary.** The article presents a comparative analysis of similar features and distinctive features of cooperative-integration structures and clusters. It has been established that cooperative-integration structures have a more rigid organization (specialization, infrastructure, planning, management, etc.); cluster organizations are lined up, as a rule, on a decentralized basis – contractual relations, flexible specialization, indicative business planning, an innovative approach, and the preservation of the economic and legal independence of incoming entities. Both forms are based on the well-known principles of cooperation and integration, the development of a unified strategy and policy, coordination of activities, etc. The study of similar features and differences between the cluster structure and administrative region is also carried out – their main common feature is territorial cooperation and integration. Based on the analysis of constraints in the implementation of the cluster policy in Belarus, the key objectives of the development of clusters in the system of the domestic AIC are formulated.

■ **Keywords:** AIC, agriculture, cooperative-integration structures, administrative units, clusters.

■ <https://doi.org/10.29235/1818-9857-2019-3-38-41>

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Гусаков В. Г. Каким быть кооперативно-интеграционным объединениям в АПК Беларуси // В. Г. Гусаков // Белорусское сельское хозяйство. 2010. №2. С. 4–11.
2. Гусаков Е. В. Научные основы и организационно-экономический механизм эффективного функционирования кооперативно-интеграционных объединений в АПК // Е. В. Гусаков. Минск, 2015.
3. Гусаков Е. В. Формирование понятийного аппарата устойчивого развития АПК как мегакластера // Е. В. Гусаков // Вес. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. агр. наук. 2018. Т. 56, №4. С. 437–447.
4. Пилипук А. В. Институциональное пространство кластерной агропродовольственной системы Евразийского экономического союза: аспекты теории и практики // А. В. Пилипук, Е. В. Гусаков, Ф. И. Субоч // НАН Беларуси, Ин-т систем. исслед. в АПК. – Минск, 2016.
5. Субоч Ф. И. Устойчивое динамическое развитие национальных и международных продуктовых структур в инновационно-кластерной системе ЕЭП и ЕвразЭС / Ф. И. Субоч // Экономические вопросы развития сельского хозяйства Беларуси: межведомств. темат. сб. / Ин-т систем. исслед. в АПК НАН Беларуси; редкол.: В. Г. Гусаков [и др.]. – Минск, 2013. Вып. 41. С. 233–251.

Статья поступила в редакцию 21.01.2019 г.

# Адаптация моделей информационных кластеров для Гомельского региона

УДК 338:001.895:332.143 (476)



Борис Сорвиров,

заведующий кафедрой экономической теории и мировой экономики Гомельского государственного университета имени Франциска Скорины, доктор экономических наук, профессор; sorvirov@gsu.by



Александр Баранов,

доцент кафедры экономической теории и мировой экономики Гомельского государственного университета имени Франциска Скорины, кандидат экономических наук, доцент; econfac@inbox.ru

**Аннотация.** Приведены модели формирования кластеров в экономике разных стран – американская, японская, китайская, скандинавская. Выявлены проблемы модернизации инновационной инфраструктуры Гомельского региона. Определены направления и формы ее совершенствования, разработана система взаимодействия ее элементов, представлены субъекты хозяйствования разных форм организации и собственности, которые могут стать основой для создания информационного кластера с учетом внешнеэкономической ориентации.

**Ключевые слова:** инновационный кластер, финансово-промышленная группа, информатизация, информационный кластер, аутсорсинг, электронная торговля, технопарк, ИТ-предприятие.

**Для цитирования:** Сорвиров Б., Баранов А. Адаптация мирового опыта формирования информационных кластеров для Гомельского региона // Наука и инновации. 2019. №3. С.42–47. <https://doi.org/10.29235/1818-9857-2019-3-42-47>

Для информационной экономики, отличающейся технологически новыми способами производства, инновационность становится неизменным атрибутом и потребностью. Между тем уже в конце XX века уменьшилось количество прорывных инноваций – макроизобретений, сейчас экономика развивается преимущественно путем ускоренной оптимизации – за счет микроизобретений. На месте разрушаемых вертикальных индустриальных иерархий возникают горизонтальные сетевые структуры – глобальные ресурсные корпорации, национальные

и региональные инновационные программы, кластеры, органы самоуправления. Резко повысилась плотность электронной коммуникации всех видов – межличностной, межструктурной, межрегиональной; увеличилась роль знаний и информации, способности агентов экономики всех уровней (от одной компании до государства) к всестороннему обучению – иначе неизбежна потеря конкурентоспособности.

Чтобы реструктуризация белорусской экономики прошла успешно, необходимо обеспечить создание интегрированных корпоративных структур нового поколения, которые с помощью информационных технологий (ИТ)

объединят органы власти, финансовые, бизнес-структуры, научно-исследовательские центры, крупный и малый бизнес, другие субъекты экономики. Уместно изучить мировой опыт, поскольку на пути трансформации индустриального общества в постиндустриальное регионы нашей страны в целом значительно отстают от западноевропейских и американских.

## Кластеры и ИТ

В последние два десятилетия происходило активное формирование информационных кластеров. По оценке экспертов, в этот процесс вовлечено около 50% мировой экономики (рис. 1) [1, 2, 10]. В США на их долю приходится более 60% ВВП. В ЕС насчитывается свыше 2 тыс. таких групп предприятий и компаний, в которых занято 38% рабочей силы [2]. По результатам наших исследований, государства с высоким уровнем развития ИТ и научных исследований и разработок (НИР) являются кластерными лидерами

Страна	Кластеры (ИТ-НИР)	ИТ-индекс
США	450	0,657
Италия	207	0,643
Великобритания	170	0,589
Индия	150	0,579
Франция	98	0,481
Китай	89	0,412
Дания	43	0,397
Германия	39	0,348
Россия	29	0,255
Нидерланды	24	0,224
Финляндия	11	0,187
Беларусь	2	0,022

Таблица. Обобщенная характеристика уровня информатизации некоторых стран, 2017 г.

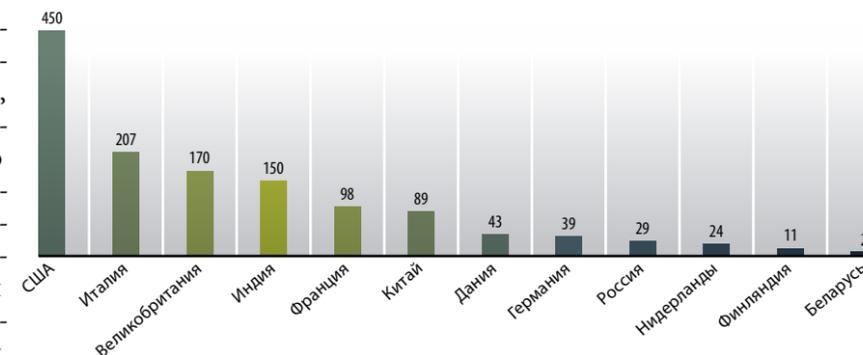


Рис. 1. Количество инновационных кластеров в экономиках стран мира, 2017 г.

в мировом сообществе, что свидетельствует о связи этих показателей (таблица) [2].

Нами выработаны основные модели формирования информационных кластеров на основе институциональных особенностей их организации в различных странах [1–4]. Каждая модель представляет собой определенное сочетание семи ключевых характеристик: степень рыночных связей и конкуренции, наличие фирм-лидеров, развитие малого бизнеса, инновации, использование ИТ, интернационализация, объем прямых зарубежных инвестиций.

**Американская модель** отличается выраженной конкуренцией между предприятиями, производственный процесс не предполагает налаживания тесных взаимосвязей. За счет конкуренции между поставщиками в кластере, а также массового производства у головной фирмы достигается низкая себестоимость конечного продукта, при этом показатель ИТ высокий (рис. 2) [3]. Основные принципы деятельности – партнерство и коммерциализация НИОКР. Государство через федеральную контрактную систему предоставляет корпорациям-подрядчикам

(исполнителям программ НИОКР) следующие права: безвозмездное использование промышленного оборудования и научных лабораторий; преференции при приобретении сырья и материалов от государственных ведомств и фондов; налоговые льготы; досрочную амортизацию основных фондов и т.д. [5]. В США существует два типа инновационных кластеров: возникшие спонтанно, по инициативе отдельных личностей или частных организаций (например, Силиконовая долина в Санта-Кларе), и созданные по указанию правительств отдельных штатов. В 2017 г. в стране



Рис. 2. Американская модель кластеризации в информационной среде

насчитывалось 450 инновационных кластеров и технопарков (см. рис. 1), что составляет более 30% их общемировой численности [1, 2, 10].

**Японская модель** формируется вокруг фирмы-лидера, интегрирующей поставщиков для различных этапов создания и выпуска продукции. Применима для производства технологически сложных продуктов, разработка которых требует постоянных высоких издержек, значительного уровня использования ИТ и которые могут окупиться только при большом объеме продаж.

Как и в США, кластеры создаются для продвижения наиболее современных информационно емких направлений: больших интегральных схем, нанотехнологий, робототехники. Особое внимание уделяется так называемым смешанным отраслям – биопроизводству и биоинформатике. (В Европе нередко преобладают кластеры в «традиционных» сельском, морском и лесном хозяйствах.) Слабым местом японской

инновационной системы является разобщенность между частными промышленными компаниями, научно-исследовательскими, учебными учреждениями, соответствующими государственными

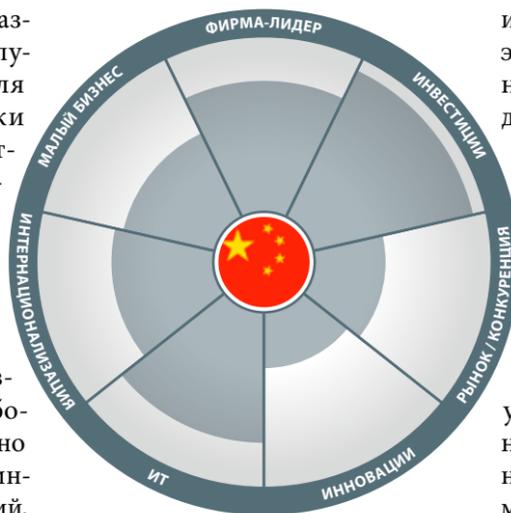


Рис. 4. Китайская модель кластеризации в информационной среде

организациями. В связи с этим большое значение придается налаживанию кооперации, а также установлению контактов с зарубежными предприятиями, университетами и научно-исследовательскими учреждениями. К специфике японской кластерной политики можно отнести активную поддержку венчурного бизнеса. Так, в 1976 г. доцент Университета Хоккайдо Е. Аоки организовал «Группу микрокомпьютерных исследований Хоккайдо». Многие входившие в нее студенты впоследствии организовали свои компании, занимающиеся разработкой ИТ, что в итоге привело к созданию одного из первых в Японии крупных научно-производственных объединений, выросших из венчурного предприятия, – Долины Саппоро [6].

**В Китае** кластеры развиваются за счет привлечения крупных международных компаний через прямые иностранные вложения. Хороший инвестиционный климат необходим для освоения передовых технологий и выхода на мировые рынки. При этом производится инноваций немного, в основном происходит трансфер технологий развитых стран, а объем использования ИТ существенный (рис. 4). Как и ЕС, КНР проводит кластерную политику с целью повышения своего промышленного и инновационного потенциала. Так, например, в 2015 г. здесь было около 60, а к 2017 г. уже 90 особых зон, предназначенных для формирования объединений в различных отраслях промышленности, обеспечивающих средний уровень продаж на сумму около 200 млрд долл. в год.

**Скандинавская модель**, которая поддерживается мощным сектором НИР, широким использованием возможностей ИТ, развитой системой образования, характеризуется высоким уровнем инноваций и степени информатизации. Применима для небольших стран, с относительным дефицитом природных ресурсов, ориентированных на экспорт (рис. 5).

Например, промышленные предприятия Финляндии с начала XXI в. занимают ведущие места в мировых рейтингах благодаря политике кластеризации. Тесное взаимодействие фирм лесопромышленной отрасли с научно-исследовательскими центрами, обладающими мощной научной базой по биотехнологиям, обеспечивает им конкурентные преимущества в распространении знаний перед торговыми соперниками, благодаря чему на страну,

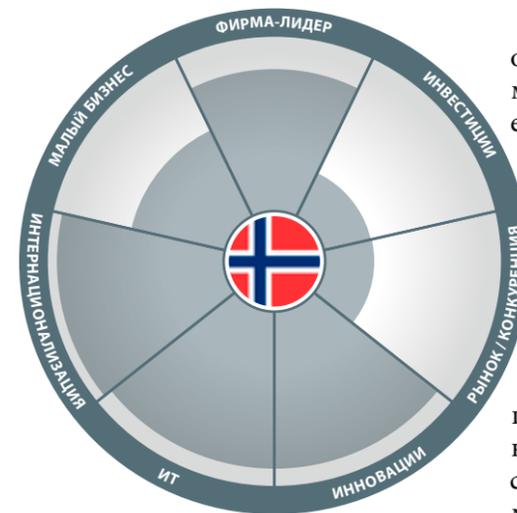


Рис. 5. Скандинавская модель кластеризации в информационной среде

имеющую 0,5% мировых запасов древесины, приходится 10% мирового экспорта продуктов лесопереработки, в том числе 25% качественной бумаги. Самыми первыми и наиболее успешными кластерами были объединения в сфере мобильной связи, в которой Финляндии принадлежит 40% мирового экспорта, и это один из лучших показателей развития информационной инфраструктуры.

### Кластеризация в Гомельской области

В соответствии с Концепцией формирования и развития инновационно-промышленных кластеров в Республике Беларусь, инновационную инфраструктуру региона формируют организации различных институционально-правовых форм и инновационно-институциональные структуры (технопарки, бизнес-инкубаторы, инвестиционные и венчурные фонды, центры трансфера технологий, консалтинговые агентства и т.д.) [7].

Одной из основных проблем Гомельской региональной инновационной системы является

отсутствие эффективных информационных взаимосвязей между ее элементами, информационная непрозрачность, низкая мотивация к созданию и финансированию инноваций, непроработанность механизмов коммерциализации результатов деятельности. Создать эффективные информационные каналы между участниками инновационного процесса можно только в условиях экономики знаний, с помощью использования современных ИТ и механизмов формирования транснациональных информационных кластеров [8].

Разработанная нами перспективная модель взаимодействия основных элементов инновационной инфраструктуры Гомельского региона показана на рис. 6. В качестве технологической основы может служить КУП «Гомельский научно-технологический парк», в котором зарегистрировано 8

резидентов. Спектр их деятельности широк: проектирование и техническое обслуживание автоматизированных систем управления технологическими процессами, разработка и изготовление нанотехнологического исследовательского оборудования, программного обеспечения, мобильных приложений; энергосберегающие технологии; логистический аудит и др. [9]. Особенно активно развивается ИТ-сектор. Почти треть продукции поставляется на экспорт в США, Великобританию, Гонконг, Россию и другие страны.

В рамках информационного объединения можно наладить крепкие разносторонние взаимосвязи технопарка с крупными предприятиями региона, а также научно-исследовательскими центрами учреждений образования – Гомельского государственного технического университета

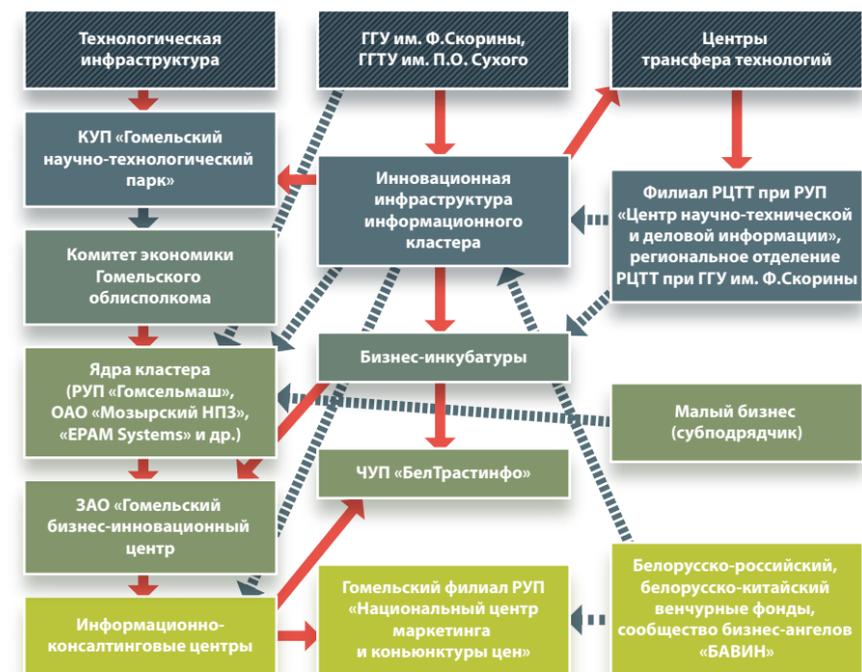


Рис. 6. Модель взаимодействия основных элементов инновационной инфраструктуры Гомельского региона

им. П. О. Сухого» и Гомельского государственного университета им. Ф. Скорины.

На базе РУП «Гомсельмаш», ГГУ им. Ф. Скорины, ГГТУ им. П. О. Сухого в регионе сформирован агромашиностроительный кластер. Однако наши исследования показателей кластеризации экономики области по отдельным сферам показывают, что наилучшие предпосылки существуют для таких отраслей, как топливная и обрабатывающая промышленность (ядром кластера может стать ОАО «Мозырский НПЗ»), при этом формирование систем электронной торговли, финансовых и сбытовых инструментов возможно только в интегральном взаимодействии с крупной ИТ-компанией, например ЕРАМ Systems [2, 10].

Университетские центры обеспечивают необходимую для информационного кластера подготовку специалистов, в том числе и с помощью дистанционного ИТ-обучения. Так, в ГГУ им. Ф. Скорины с сентября 2015 г. в рамках сотрудничества с Университетом Овернь Клермон-1 (Франция) функционируют курсы «ГГУ-Профи» проекта «Школа – университет – предприятие», что открывает возможности белорусским студентам стать специалистами совместных трансграничных подразделений информационного кластера во Франции и других странах ЕС.

Важным элементом инновационной инфраструктуры региона, ориентированным на повышение внешнеэкономической эффективности субъектов кластера, является ЗАО «Гомельский бизнес-инновационный центр». Он специализируется на проведении маркетинговых исследований,

на разработке бизнес-планов инвестиционных проектов, стратегии развития, эффективной системы управления предприятиями. Предлагаются новые технологии, готовые к внедрению в производство. Центр функционирует в тесном взаимодействии с Комитетом экономики Гомельского облисполкома, Управлением предпринимательства Гомельского облисполкома, со всеми местными и республиканскими инкубаторами, фондами и центрами поддержки предпринимательства, имеет контакты с Международной финансовой корпорацией, агентством по международному развитию США, бизнес-инкубаторами стран СНГ и Европы. Это единственный в Республике бизнес-инкубатор при высшем учебном заведении – ГГТУ им. П. О. Сухого. Таким образом, именно Гомельский бизнес-инновационный центр может стать информационной площадкой эффективно-го взаимодействия малого бизнеса, научно-исследовательских учреждений, правительственных организаций, международных финансовых структур и ядра кластера – крупных предприятий.

Вспомогательную роль при интеграции небольших аутсорсинговых фирм в информационный кластер может играть Бизнес-инкубатор малого предпринимательства ЧУП «БелТрастинфо», оказывающий консалтинговые услуги малому бизнесу (за период с 2006 по 2018 г. проведено 700 семинаров-практикумов) [11].

РУП «Национальный центр маркетинга и конъюнктуры цен» МИД Республики Беларусь способен оказывать маркетинговые услуги, информационно-рекламную поддержку; осуществлять поиск деловых партнеров, оперативно

извещать о конкурсах и торгах в Беларуси и за рубежом; обеспечивать информационное сопровождение государственных закупок, а также проводить их в форме электронных аукционов на своей электронной торговой площадке; предоставлять услуги удостоверяющего центра (выдача сертификата открытого ключа электронной цифровой подписи). Подобный информационно-консалтинговый центр необходим для облегчения деятельности внешнеэкономических партнеров.

Для финансовой поддержки виртуальных информационных кластеров предлагается использовать венчурные компании, которые осуществляют инвестиции в ценные бумаги или предприятия в сфере новейших научных разработок, высоких технологий с большой степенью риска. В декабре 2016 г. подписан договор о создании Российско-белорусского фонда венчурных инвестиций объемом 24 млн долл. [12]. К 2020 г. планируется его увеличение до 150 млн долл. и выше.

Если венчурные фонды предпочитают вложения в проекты со средней степенью риска (типичная инвестиция 1–5 млн долл. в проект), то бизнес-ангелы, как правило, решаются на более рискованные инвестиции (хотя и менее затратные, 50–300 тыс. долл.), предлагая сотрудничество компаниям на самой ранней стадии их развития. Общественное объединение «Сообщество бизнес-ангелов и венчурных инвесторов» (БАВИН) – первая такая организация, ее цель – увеличить количество и качество малых технологических бизнесов [11].

Основная цель функционирования подразделений Республиканского центра трансфера технологий в кластере – содействие

сотрудничеству между разработчиками, предпринимателями и инвесторами, создание и поддержка информационных баз данных, обслуживающих клиентов технологического трансфера, что будет способствовать международному сотрудничеству и укреплению ИТ-взаимодействия в кластере.

Комитетом экономики Гомельского облисполкома предлагается использовать следующие виды поддержки регионального информационного кластера:

- *налоговые льготы, аналогичные льготам в Парке высоких технологий;*
- *увеличение таможенных пошлин импортных конкурирующих товаров, введение квот на ввоз конкурирующих товаров, сырья и др.;*
- *помощь в международном сотрудничестве посредством Интернета, торгово-экономических связей, конференций, переговоров с иностранными инвесторами и международными донорами, форумов и др.;*
- *предоставление информационному кластеру статуса субъекта права при заключении договоров о международном сотрудничестве как с зарубежными ассоциациями и их членами, так и с администрациями зарубежных регионов.*

В нашей стране есть успешный опыт реализации кластерного развития в ИТ-индустрии (на базе научно-технологической ассоциации «Инфопарк» и Парка высоких технологий). Так, в Республиканскую ассоциацию наноиндустрии в 2017 г. входило 30 организаций различных форм собственности и ведомственной подчиненности, осуществляющих разработку и производство нанотехнологической продукции, взаимодействие

между которыми является основой для формирования инновационно-промышленного кластера [13]. При этом, как правило, используется китайская модель, для которой характерна высокая роль государства, вертикальная интеграция и специализация предприятий в пределах одной географической области, что имеет ряд недостатков.

Для Беларуси, несмотря на высокий уровень развития индустрии и образования, предпочтительна японская модель формирования кластеров, с акцентом на развитие малого бизнеса и усиление роли

университетов в производимой продукции и инновациях, на правильное использование местных ресурсов и человеческого капитала. Государственно-частные ИТ-предприятия с участием бизнеса, чья деятельность нацелена на повышение коммерческой эффективности производства и создание рентабельных инновационных проектов в регионах, очень перспективны для развития индустрии. Создание таких хозяйственных субъектов на территории Беларуси значительно повысит успешность и эффективность региональной экономики. ■

■ **Summary.** Dynamics of formation of clusters is given in economy of foreign countries, models of a clustering of economy of the developed countries taking into account specifics of use of information technologies are developed, offers on change of model of formation of innovative clusters in Belarus are developed. The model of interaction of basic elements of innovative infrastructure of the GOMEL region for formation of information cluster is developed, the main problems of modernization of innovative infrastructure of the GOMEL region are revealed, the main directions and forms of her improvement taking into account the external economic orientation of information clusters are defined.

■ **Keywords:** innovative cluster, financial and industrial group, informatization, information cluster, outsourcing, electronic trading, science and technology park, IT-enterprise.

■ <https://doi.org/10.29235/1818-9857-2019-3-42-47>

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Смородинская Н. Кластерная политика: мировые реалии и российская специфика // Материалы международного семинара «Территории и города в мировом и страновом контекстах». Институт экономики РАН. – М., 2018.
2. Баранов А. М., Западнюк Е. А. Специфика развития информационных кластеров в мировой экономике // Актуальные вопросы экономического развития: теория и практика [Электронный ресурс]: сб. науч. статей. Вып. 6. – Гомель, 2017. С. 19–22.
3. Несмачных О. В., Литовченко В. В. Кластерная политика в стратегии инновационного развития России и зарубежных стран // Экономические науки. 2014. №9. С. 162–165.
4. Воробьев П. И. Формирование конкурентоспособных промышленных кластеров в регионе: модели организации и инструменты политики // Проблемы государственной политики регионального развития России: материалы Всероссийской научной конференции. – М., 2008.
5. Порваткина М. В. Зарубежный опыт формирования и развития региональных кластеров в экономически развитых странах // Вестник ГГПУ. 2011. №12. С. 112–116.
6. Батуева Т. Б. Мировая практика развития кластеров в экономически развитых странах // Конкурентоспособность и модернизация экономики. 2015. №5. С. 41–48.
7. Об утверждении Концепции формирования и развития инновационно-промышленных кластеров в Республике Беларусь и мероприятий по ее реализации: Постановление Совета Министров Республики Беларусь, 20 января 2014 г., 5/38322, №27 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Минск, 2014.
8. Евсеев О. С., Коновалова М. Е. Развитие инновационной инфраструктуры в условиях модернизации национальной экономики // Фундаментальные исследования. 2012. №9. С. 220–224.
9. Резиденты Гомельского технопарка // Официальный портал Гомельского технопарка [Электронный ресурс]. 2018. // [www.gntp.by/residents/](http://www.gntp.by/residents/)
10. Baranov A. M. Information economy of Belarus and allocation of social capital // Ekonomické trendy, 2017. N1. P. 70–74.
11. Гомельский бизнес-инновационный центр // Портал информационной поддержки Гомельского бизнес-инновационного центра. 2018 // <http://bel-consult.com/company.php?id=206>.
12. Директор Белинфонда – о первых вложениях и том, почему не надо бояться бюджетных денег // Государственный комитет по науке и технологиям Республики Беларусь [Электронный ресурс]. 2018. // <http://gknt.gov.by/notes/stati/pervyy-poshel-direktor-belinfonda-o-pervykh-vlozheniyakh-i-tom-pochemu-ne-nado-boyatsya-byudzhetnykh>
13. В НАН Беларуси состоялось Общее собрание Республиканской ассоциации наноиндустрии // Официальный портал НАН Беларуси. 2018. // <http://nasb.gov.by/rus/news/2517/>

SEE [http://innosfera.by/2019/03/information\\_clusters](http://innosfera.by/2019/03/information_clusters)

Статья поступила в редакцию 12.07.2018 г.

## ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ

ЦИФРОВАЯ ЭКОНОМИКА:  
ПОНЯТИЯ  
И НАПРАВЛЕНИЯ  
РАЗВИТИЯ

**Аннотация.** Рассмотрены теоретические основы, этапы, движущие силы, факторы эффективности современной цифровизации и цифровой экономики. Представлены ключевые составляющие термина «цифровая экономика»: цифровые технологии, экосистемы и трансформации с учетом их взаимосвязи и взаимообусловленности, а также преемственности с ранее выработанным понятийным рядом – информатизацией, интеллектуализацией и роботизацией. Для четкого понимания объекта и предмета исследования показана важность сущности явления цифровой экономики и этапов его развития. Отмечено, что цифровая экономика является составной частью информационной (цифровой) среды, формируемой в соответствии с потребностями реального сектора экономики и запросами социума, изменяющимся под воздействием технологических инноваций.

**Ключевые слова:** цифровизация, цифровые технологии, цифровая экономика, цифровые экосистемы



**Борис Панышин,**  
профессор кафедры  
экономической информатики  
экономического факультета БГУ,  
доктор технических наук

**Т**ермин «цифровая экономика» широко применяется как в теории, так и на практике, однако единого мнения относительно его трактовки не существует. Согласно известным утверждениям, сформулированным Стэном Капланом в его методиках анализа рисков, 50% проблем в мире возникают из-за ситуаций, когда используются одинаковые слова для обозначения разных понятий, и столько же появляется потому,

что одни и те же понятия трактуются различными словами [1]. Это умозаключение характерно и для сферы цифровой экономики, где зачастую для привлечения внимания к цифровой теме термин «цифровая экономика» широко употребляется журналистами и специалистами применительно к самым различным направлениям цифровизации, в результате чего темп смысловых изменений постоянно увеличивается и, как следствие, возникает риск размытия границ новой сферы знаний, потери ею своей идентичности и инвестиционной привлекательности.

Актуальность проблем формирования цифровой экономики обусловлена как ростом масштабов социальных коммуникаций посредством социальных сетей, так и эффективностью цифровых платформ, повышающих скорость и многообразие обменов (путем применения технологий, построенных на использовании признаков дискретности, программируемости

и алгоритмичности производственных процессов), что в целом открывает принципиально новые и более широкие возможности роста эффективности массового производства, развития экономики и общества. По оценке экспертов Всемирного экономического форума, потенциал цифровых трансформаций (и как следствие массового применения цифровых технологий для сокращения различных затрат, и как средство оптимизации процессов в экономике, социуме, и как результат появления новых отраслей) оценивается в объеме свыше 100 трлн долл [2]. Многие страны определили стратегии цифрового развития как высокоприоритетные и реализуют комплекс мер по цифровизации экономики и социума. В их числе и Беларусь, избравшая курс на расширение процессов информатизации на 2016–2022 гг. и осуществляющая его в рамках госпрограммы по цифровой экономике и Декрета №8 «О развитии цифровой экономики», предполагающих совершенствование ключевой инфраструктуры, формирование и поставку данных, кадровое и нормативно-правовое обеспечение, комплексную поддержку взаимодействий бизнес-процессов по всем отраслям и видам деятельности, а также переход от аутсорсинговой к продуктовой модели оказания компьютерных услуг, что позволит стране больше зарабатывать на послепродажном обслуживании поставляемых на экспорт программных продуктов.

Возвращаясь к термину «цифровая экономика», следует отметить, что направления, формы и виды деятельности, связанные с применением ИКТ, цифровых

технологий и анализом больших данных развиваются столь стремительно, что за ними не успевают даже определения. В этой связи актуальны как уточнение понятийного аппарата цифровизации, так и оценка ее текущего состояния и перспектив, что требует соответствующих теоретических обоснований этого феномена. Следует указать на его два основных аспекта: цифровизацию и цифровую экономику. Первая представляет собой длительный, сложный и многоаспектный процесс перевода производственных и управленческих технологий и информационных ресурсов в состояние, пригодное для эффективного применения цифровых устройств и технологий и предполагает достижение следующих целей:

- *удешевление и повышение надежности сбора, систематизации, передачи и анализа данных (за счет дискретных датчиков – Интернета вещей, RFID-меток и др.);*
- *снижение стоимости и упрощение коммуникаций в экономике и социуме (цифровизация контента и каналов связи);*
- *создание системы для мультивзаимодействия людей и бизнес-процессов по вертикали и горизонтали (межорганизационные цифровые системы).*

Так же, как информатизация и автоматизация, цифровизация, по определению Дж. Нейсбита, является мегатрендом развития экономики, в основе которого лежат кибернетические методы и средства управления, инструментарий анализа больших данных и искусственный интеллект [2]. Достижение критической отметки в цифровизации

какого-либо бизнес-процесса (или предприятия в целом) приводит к его качественно новому состоянию (трансформации), характеризующемуся более высокой эффективностью.

### Движущие силы и источники эффективности цифровизации и цифровой экономики

Процесс цифровизации целесообразно рассматривать в широком и узком смыслах. В первом – понимаются многоаспектные организационно-технологические процессы массового применения новых цифровых технологий в производстве и управлении с целью сокращения издержек и повышения скорости осуществления бизнес-процессов. Во втором, более узком, техническом плане она означает переход с аналоговой формы передачи, обработки и представления данных (информации) на цифровую, осуществляемую посредством применения соответствующих технологий и платформ.

Согласно экономической логике становятся очевидными преимущества цифровизации, которые определяются следующими факторами эффективности [4] (рис. 1):

- *ускорение использования предприятиями новых рыночных возможностей вследствие прямых цифровых сигналов от внешней среды;*
- *улучшение качества обслуживания заказчиков за счет упрощения и удешевления сбора данных для персонализации их запросов и поддержания постоянной связи с ними;*



Рис. 1. Базовое различие между информатизацией и цифровизацией

- расширение возможности оптимизации бизнес-процессов (путем максимального исключения задержек), а также их упрощения и ускорения за счет цифровых устройств;
- увеличение целевой аудитории и географического охвата предприятия за счет использования всех форм цифровых каналов и точек их соприкосновения.

Эти факторы имеют тактическое значение и в большей степени характерны для предприятия, переходящего на использование цифровых технологий в производстве и сбыте продукции.

Для формирования национальной стратегии в сфере цифровизации и цифровой экономики важно учитывать, что актуальность цифровизации обусловлена ростом масштабов социальных коммуникаций, осуществляемых посредством сетей и цифровых платформ, повышающих скорость и многообразие обменов и открывающих принципиально более широкие возможности для развития экономики и общества [5]. Поставщики и потребители все чаще взаимодействуют друг с другом без посредников,

а ценовые факторы увязки спроса и предложения вытесняются новыми механизмами сотрудничества, что, в свою очередь, расширяет рынки по составу участников и разнообразию продуктов, приводит к ускоренному применению технических и организационных инноваций на предприятиях, которые становятся более гибкими и маневренными. Одновременно формируется распределенная модель координации взаимосвязей производителей и потребителей через сетевые узлы (гибридный сетевой порядок), позволяющая системам всех уровней повышать свою адаптивность к изменениям внешней среды [5].

Преимущества горизонтальных сетевых взаимодействий перед иерархичными – основа нового экономического роста, который всегда зависит от скорости и многообразия обменов. По мнению нобелевского лауреата О. Вильямсона постиндустриальная экономика выстраивает себя в виде совокупности горизонтальных (неиерархичных) сетевых партнерств, которые намного гибче по своей конфигурации, чем жесткие

вертикальные иерархии, и одновременно более интегрированы, чем гибкие, но атомистичные рынки [5]. То есть создание государством возможностей объединения и умелого использования информации (знаний) в ходе коммуникаций посредством сетей и платформ является важнейшим условием инноваций и роста постиндустриальной экономики.

Следствие цифровизации – более полное применение в управлении механизмов обратных связей, так как именно они позволяют определить меры повышения устойчивости и эффективности хозяйственной деятельности в соответствии с планами [5].

Исходя из данных теоретических положений можно предположить, что цифровизация – не цель, а средство, а цифровая экономика не может рассматриваться отдельно от остальной экономики и должна трактоваться как сегмент деятельности, когда материализация добавленной стоимости в производстве товаров и услуг осуществляется с помощью цифровых технологий, особенно для отраслей, являющихся интернет-зависимыми. При этом она имеет смысл и ценность в том случае, если цифровые технологии и инфраструктура содействуют сотрудничеству во всех сферах экономики и уровней хозяйствования. Одновременно формируется комфортная среда для появления, выращивания и реализации различных стартапов.

### Основы теории цифровой экономики

Цифровая экономика формируется на основе цифровизации и имеет свою специфику, которая состоит в следующем:

- приоритетная роль индивидуума в создании и контроле личного контента (драйверами роста являются знания и люди, обладающие этими знаниями);
- предмет труда – информация – играет активную роль, в то время как в реальном секторе она пассивна;
- преимущественно сетевая структура коммуникаций экономических агентов;
- интегрированные цифровые платформы выступают основой экосистемы и трансформации бизнеса;
- искусственный интеллект – как практически неограниченная комбинаторика различных средств производства и производственных отношений.

Цифровая экономика существенно изменяет отношения, складывающиеся в системе производства, распределения, обмена и потребления товаров и услуг. Это выражается, прежде всего, во внедрении человекозамещающих систем на основе концепции интеллектуального управления предприятием (ИЕМ), предполагающей переход от планирования ресурсов в парадигме ERP к прямому управлению бизнес-процессами путем однократного ввода и многократного использования данных, реализацию принципа самоорганизации, а также автоматического исполнения производственных и бизнес-процессов без участия персонала [6]. Источником прибыли в таких системах формируется за счет роста эффективности управления предприятием путем высокоскоростной обработки массива данных в цифровой форме и генерации полезной информации. Таким образом, сутью цифровой экономики является превращение имеющихся

на предприятии (в стране, городском хозяйстве) информационных ресурсов и технологий в такие активы, используя которые можно реально сокращать транзакционные издержки и повышать скорость и эффективность бизнес-процессов. Совокупность этих особенностей и характеристик оцифрованного производства и управления определяет возникновение и устойчивость самостоятельного применения термина «цифровая экономика».

Основой для теоретического обоснования подходов к определению понятия «цифровая экономика» и источников ее эффективности, по нашему мнению, могут служить следующие теории и концепции:

- **положение, о трех ключевых задачах экономики**, сформулированное лауреатом Нобелевской премии по экономике Полом Самуэльсоном. На его взгляд, нужно иметь четкое представление о том, какие блага, в каких количествах, как и для кого производить (то есть из каких ресурсов и с помощью какой технологии). Применительно к цифровой экономике эти задачи определяют необходимость учета важности соответствия применяемых цифровых технологий уровню развития конкретного производства или систем управления и оценки их реального влияния на общественное производство, экономический рост страны и качество жизни населения [1].

- **теория экономического порядка Вальтера Ойкена**. Она предполагает, что хозяйственная деятельность может регулироваться либо централизованно согласно планам (форма централизованно управляемого хозяйства), либо в соответствии с программами,

самостоятельно разработанными многочисленными индивидуальными предприятиями и домашними хозяйствами, которые вступают в экономические отношения друг с другом. Это массовые и повседневные сделки, деятельность которых координирует рынок. То есть административная и рыночная экономика не два различных способа производства, а способы организации управления производством, отличающиеся методами согласования хозяйственных планов и решений [5]. Из этого следует, что главной задачей цифровизации экономики на современном этапе ее развития является создание интегрированных цифровых платформ (ИЦП) для практической реализации стремлений и способностей людей и предприятий совместно использовать информацию и технологии для воплощения своих планов (горизонтальное взаимодействие) [5]. При этом эффективность регулирующей роли государства в цифровой экономике многократно возрастает за счет постоянного и комплексного совершенствования порядка взаимосвязи и взаимодействия экономических агентов, основанного на естественной потребности (мотивации) людей объединяться для совместной работы на принципах взаимовыгодности и взаимодополнения. Это, в свою очередь, создает условия и предпосылки наиболее успешного протекания экономических и социальных процессов и увеличения притока инвестиций во все сферы.

- **модель архетипов отраслей**, предложенная Глобальным институтом McKinsey, – позволяет учитывать специфику конкретных секторов экономики для разработки стратегий инновационного развития, конкретизировать

направления цифровизации с точки зрения инноваций и определять особенности и факторы ее эффективности в конкретных условиях:

- для оптимизации производственных процессов – снижение расходов, повышение качества управления и скорости процессов;
- для определения баланса в потребительском сегменте – маркетинговые инновации, позволяющие быстро изменять оцифрованные бизнес-процессы и продукты в зависимости от запросов потребителей;
- для инновационного развития – создание новых продуктов и промышленных технологий, основанных на инженерных инновациях и интеграция предприятий в рамках промышленных кластеров [6].

В теоретическом плане также представляет интерес двойной подход к рассмотрению сути понятия цифровой экономики,

сформулированный профессором Р. М. Мещеряковым, который заключается в следующем (рис. 2):

- классический – когда цифровая экономика рассматривается как экономика, основанная на цифровых технологиях в области электронных товаров и услуг (телемедицина, дистанционное обучение, продажа медиаконтента и т.д.);
- расширенный – как экономическое производство с использованием цифровых технологий, включая цепочку товаров и услуг, оказываемых с их помощью (логистика, Интернет вещей, Индустрия 4.0, умная фабрика, сети связи пятого поколения, инжиниринговые услуги, прототипирование и т.д.) [7].

### Предпосылки развития цифровой экономики

Рост транзакционного сектора (различного рода услуг по взаимодействию предприятий

с рынком) и формирование бизнес-процессов на основе Интернета вещей выступают базой развития информационных и цифровых технологий. Резкое снижение цен на последние стало для предприятий и организаций стимулом к дополнению и замене существующих факторов производства (рабочей силы и капитала) информационными и цифровыми технологиями, а также к роботизации некоторых видов деятельности. То есть цифровой сегмент определил новую парадигму ускоренного развития экономики, основанную на обмене данными в реальном масштабе времени и росте уровня интеллектуальности их обработки в целях совершенствования автоматизированного и автоматического управления производством.

К технологическим основам цифрового развития традиционно относят большие данные, социальность, мобильность и облачность. Их сочетание позволяет существенно удешевить бизнес-процессы, аналитически адаптировать продукты к потребностям конкретного клиента (кастомизация) и поставлять товары и услуги тогда и туда, где они необходимы.

Производственной составляющей цифровой экономики становятся технологии, которые первоначально были в большей степени связаны с хранением и передачей аудио- и видеoinформации в электронном виде. С ростом объемов и качества аудиовидеоконтента и масштабов применения технологий Интернета вещей совершенствовались техника и технологии передачи, регистрации, систематизации и анализа данных в цифровой форме, что

постепенно нашло применение в реальном секторе экономики.

### Генезис понятия «цифровая экономика»

Термин «цифровая экономика» – зонтичный. Он используется для описания рынков, которые фокусируются на цифровых технологиях и отражают переход от третьей промышленной революции к Индустрии 4.0, то есть к замене аналоговых электронных и механических устройств в конце XX в. на цифровые. Существует большое многообразие трактовок «цифровая экономика». Так, в фундаментальной работе Р. Бухта, Р. Хикса приведено свыше двух десятков значений термина и отмечается нечеткая определенность их границ [4].

Понятие «цифровой экономики» было введено в оборот Н. Негропonte в 1995 г. как метафора новой информационной культуры, органической частью которой стал контент в цифровой форме (музыка, фильмы, картины, игры и т.д.), что вначале определялось как «компьютирование». Со временем оно в большей степени стало применяться к экономике, что подтверждает тезис главенствующей роли культуры в создании новых смыслов и ценностей.

Согласно определению Всемирного банка, под цифровой экономикой понимается система экономических, социальных и культурных отношений, основанных на использовании ИКТ. Однако эта дефиниция недостаточно полная, она не учитывает ключевую роль создания «бесшовных» информационных систем, когда цифровой сигнал «пронизывает» все уровни

производства и сбыта продукции, начиная от приобретения клиентом товара (услуги) и заканчивая системой формирования заказа на сырье и комплектующие для производства.

Исходя из теории Ф. Броделя об одновременном существовании в экономике кортежа способов производства, на наш взгляд, правильнее говорить не о цифровой экономике, а о ее цифровом сегменте. Фактически различные способы производства тесно связаны друг с другом – самые передовые зависят от состояния самых примитивных и наоборот.

Экономика нового уклада – продукт развития информационного общества. За последние 30 лет она прошла три этапа:

- 1990-е гг. – возникновение и развитие Интернета, с которым связывают качественные сдвиги в производстве и управлении, ставшие основой цифровой экономики;
- начало 2000-х гг. – когда цифровая экономика рассматривалась как деловая активность на базе Интернета (электронная торговля, в том числе торговля цифровым контентом);
- 2010-е гг. – цифровая экономика стала рассматриваться в комплексе с развитием ИКТ и внедрением цифровых датчиков (Интернет вещей), что создало предпосылки для изменений в бизнес-процессах и хозяйственной системе предприятий.

Кардинальным отличием цифрового сегмента экономики является то, что вследствие «знаниеемкости» цифровые технологии зависят от качества человеческого капитала, то есть от соответствующей подготовки

пользователя, его умений и способности к их адекватному восприятию и применению.

Дальнейшее формирование электронного сегмента экономики можно охарактеризовать как переход к умному управлению – качественно новому этапу, когда цифровые технологии будут рассматриваться как трудосберегающие, сокращающие торговые, транспортные и временные издержки, формирующие новую предпринимательскую культуру и активный «биологический вид» – цифровые экосистемы, позволяющие осуществлять автоматическую персонализацию покупателя и индивидуализацию заказов, оптимизацию цепей производства и поставок. Происходит формирование так называемых инновационных пирамид, когда рассчитываются требуемые доходы от продаж уже созданных товаров для перехода к разработке, освоению новых.

Важно учитывать, что процессы, обусловившие цифровизацию, вызревали постепенно и задолго до появления понятия «цифровая экономика», которая стала составной частью информационной среды, формируемой в соответствии с потребностями реального сектора экономики и запросами социума, изменяющимися под воздействием передовых технологий.

### Цифровые технологии

Применительно к цифровой экономике цифра понимается как сигнал, передающий число или управляющий импульс, который доходит до каждого экономического агента (поставщика, потребителя, посредника и т.п.), что создает качественно

#### Подходы к определению термина «цифровая экономика»



Рис. 2. Двойной подход к определению сути понятия «Цифровая экономика»

новые возможности по автоматическому управлению производственными и логистическими процессами в рамках предприятия и в целом экономики страны. Максимальный уровень эффективности достигается в том случае, когда все транзакции проводятся автоматически по всей цепочке (сквозные технологии), без участия человека, и транзакционные издержки снижаются практически до нуля. К сквозными цифровым технологиям относятся:

- *большие данные (Big Data);*
- *искусственный интеллект (AI) и нейротехнологии;*
- *системы распределенного реестра (blockchain);*
- *квантовые технологии;*
- *промышленный Интернет (IoT);*
- *компоненты робототехники и сенсорики;*
- *технологии беспроводной связи (внедрение сетей стандарта 5G);*
- *технологии виртуальной и дополненной реальности, которые становятся все более доступными для массового применения.*

**Понятие «цифровая экосистема»** – следующее в иерархии понятийного аппарата цифровой экономики. Бизнес-эффекты цифровых технологий проявляются через изменения потребительского спроса, конкуренции и цепочек поставок. Более комплексный подход включает в себя редизайн ключевого потребительского предложения компании путем превращения его в интегрированное решение или платформу. Поэтому в экономическом плане суть цифровизации состоит в переходе к созданию партнерств с целью построения экосистемы вокруг цифровой

платформы. Примерами цифровых экосистем являются платформы таких интернет-гигантов, как Amazon, Alibaba, социальная сеть «Фейсбук» и другие масштабные интернет-системы комплексного взаимодействия потребителей с поставщиками товаров и услуг.

Представление о цифровой экосистеме базируется, в свою очередь, на следующих положениях:

- *концепции цифрового двойника, модели некоторого объекта с присущими ему взаимосвязями с внешним миром. В отношении реального производства это создание виртуальных прототипов конкретного физического изделия или процесса с целью сбора и повторного использования цифровой информации;*
- *автоматическом управлении цепочками взаимодействия как дальнейшего развития клиентоориентированного подхода, реализуемого ранее в рамках известной концепции логистического управления VMI, суть которой состоит в том, что уровнем запасов того или иного товара на складе розничного продавца управляет его поставщик;*
- *концепции комплексного управления жизненным циклом продукта, реализуемой с помощью соответствующего инструментария, позволяющего отслеживать каждую партию (и даже каждый экземпляр) продукта на всех этапах жизненного цикла – выявление потребности потребителя, учитывая его разнообразные требования, все этапы производства, отгрузки и эксплуатации, а также утилизации в конце срока службы и архивирование всей информации. Цифровизация предполагает*

*применение датчиков, встраиваемых в оборудование и перманентно определяющих его состояние, то есть речь идет об Интернете вещей.*

Функционирование цифровой экосистемы обуславливает развитие аутсорсинга (сервисной модели) по принципу «продукт – услуга».

**Цифровая трансформация** как еще одно ключевое составляющее понятия «цифровая экономика» предполагает не столько внедрение цифровых технологий, сколько изменение бизнес-процессов и институтов управления таким образом, чтобы предприятие, организация или орган государственного управления могли воспользоваться преимуществами новых технологий.

Наиболее полно понятия «цифровая трансформация» и «цифровые технологии» приведены в Рабочем докладе Института исследований развивающихся рынков бизнес-школы Сколково. В нем отмечено, что успешная цифровая трансформация реализуется путем преобразования существующих на предприятии бизнес-процессов в направлении их «бесшовности» и следования принципу концепции интеллектуального управления, за счет чего происходит переход от планирования на основе обработки информации посредством ИКТ, когда информация представляется в виде изображения численного значения, к прямому автоматическому управлению на основе сквозного цифрового сигнала.

При этом, если традиционные информационные технологии направлены в большей степени на анализ состояния предприятия и решение отдельных задач, формальных, контролируемых и находящихся под централизованным

управлением, то применение цифровых технологий в большей степени ориентировано на решение задач пользователя, которые в основном носят неформальный характер и направлены на интересы и удобство клиентов.

На уровне предприятия цифровая трансформация означает переход от традиционной ИТ-службы (ориентированной на решение отдельных задач, формализованной, контролируемой, управляемой и дорогостоящей) к миру открытых систем, направленных на человека (неформальных, спонтанных, эмпатических и доступных по цене). В результате информационные и цифровые технологии перестают быть внутренними ресурсами и активами предприятия и превращаются в факторы формирования и развития новых рынков товаров и услуг на основе новых бизнес-моделей.

Таким образом, трансформация бизнес-моделей под влиянием цифровых технологий и формирования цифровых экосистем объективно обусловлена постоянно возрастающей сложностью экономики и, как следствие, ростом информационной деятельности по обеспечению взаимодействия всех звеньев производства товаров и услуг и все большего учета индивидуальных запросов потребителей.

Цифровая экономика формируется на основе цифровизации и имеет свою специфику, определяемую характером создания добавленной стоимости путем наращивания и систематизации цифрового контента (предмета труда), роста интеллектуализации алгоритмов его обработки автоматически (без участия человека и со все большим учетом нелинейности реальных процессов)

и в зависимости от сигналов внешней среды. Одной из ключевых характеристик цифровой экономики является скорость изменений в производстве товаров и услуг, в применяемых бизнес-моделях и менеджменте.

Количественные изменения в бизнес-моделях под влиянием удешевления и массовости применения цифровых устройств привели к появлению новых цифровых технологий, которые являются основой современной экономики, базирующейся на преимущественно горизонтальных взаимодействиях (самоорганизации и сингулярности), инновационном предпринимательстве (саморазвитии), информационном инжиниринге (самосовершенствовании) и автоформализации (автоструктурировании) экономических процессов.

По темпам цифровизации экономики и социума Беларусь не отстает от передовых стран, о чем свидетельствуют высокие рейтинги в сфере ИКТ, электронного правительства, разработки программного обеспечения, формирования законодательства. Вместе с тем известно, что при быстром развитии процесса при отсутствии ограничений на разработку и применение различных организационных схем и продуктов многократно возрастают различные риски,

приводящие к искажению первоначально намечаемых целей. Поэтому целесообразно учитывать прямую взаимосвязь оцифровки процессов на производстве с соответствующим совершенствованием аналоговой составляющей (организационной структуры, подготовки кадров, методик и инструкций). Драйверами роста в цифровой экономике являются данные, знания и люди, обладающие этими знаниями. Следовательно, прежде чем перестраиваться на применение цифровых технологий на предприятии, необходимо провести анализ бизнес-процессов и определить экономически целесообразную степень цифровизации, разработать логику внедрения новых технологий, определить ключевые бизнес-задачи для трансформации производства и управления. Качественные и систематизированные знания – необходимая основа для цифровизации предприятий, так как собственно обработка и анализ данных составляют менее 20% времени и усилий, остальные 80% – это бизнес-аналитика и подготовка (оцифровка) данных.

Качество оцифрованных данных, подготовленные кадры, приоритет горизонтальных связей и координация со стороны государства определяют успех цифровизации. ■

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Kaplan S. The Words of Risk Analysis // Risk Analysis. 1997. N17(4). P. 407–417.
2. Нейсбитт Дж., Эбурдин П. Что нас ждет в 90-е годы. Мегатенденции. Год 2000. М., 1992.
3. Digital Transformation Initiative. In collaboration with Accenture. Unlocking \$100 Trillion for Business and Society from Digital Transformation. [https://www.accenture.com/t20170116T084450\\_\\_\\_w\\_\\_\\_us-en/\\_acnmedia/Accenture/Conversion-Assets/WEF/PDF/Accenture-DTI-executive-summary.pdf](https://www.accenture.com/t20170116T084450___w___us-en/_acnmedia/Accenture/Conversion-Assets/WEF/PDF/Accenture-DTI-executive-summary.pdf)
4. Бухт Р., Хикс Р. Определение, концепция и измерение цифровой экономики // <https://iorj.hse.ru/data/>
5. Смородинская Н. Ф. Усложнение организации экономических систем в условиях нелинейного развития. [spkurdyumov.ru/uslozhnenie-organizacii-ekonomicheskix-sistem](http://spkurdyumov.ru/uslozhnenie-organizacii-ekonomicheskix-sistem).
6. Иванов В. В., Малинецкий Г. Г. Цифровая экономика: мифы, реальность, перспектива. – М., 2017
7. Ефимушкин В. А. Понятие цифровой экономики // <https://bi.hse.ru/>
8. Цифровые технологии // <https://ru.wikipedia.org/wiki>.

# СИНЕРГИЯ ЗНАНИЙ

## ЦЕЛЕВЫЕ ВАУЧЕРЫ как эффективная форма поддержки инновационных предприятий

**Аннотация.** В статье рассматривается механизм стимулирования инновационного развития экономики с помощью целевых ваучеров, предназначенных для решения конкретных проблем, связанных с осуществлением инновационной деятельности субъектами малого и среднего бизнеса. Анализируются опыт Китайской Народной Республики по эффективному использованию ваучерной системы в поддержке инновационного предпринимательства и предложения по его применению в Беларуси.

**Ключевые слова:** инновационная деятельность, инновационный ваучер, инновационные фонды, финансирование инноваций.



**Валерий Бельский,**  
директор Института  
экономики НАН Беларуси,  
кандидат  
экономических наук, доцент



**Лариса Тригубович,**  
ученый секретарь  
Института экономики  
НАН Беларуси,  
кандидат  
экономических наук



**Надежда Батова,**  
завсектором эколого-  
экономических проблем  
Института экономики  
НАН Беларуси,  
кандидат  
экономических наук

Ключевые проблемы реализации инновационных процессов в Беларуси связаны с финансовой составляющей их обеспечения. В то же время анализ показывает, что выделяемые государством ресурсы для инновационных целей не всегда используются эффективно. С 2013 г. в нашей стране действует механизм поддержки инновационного предпринимательства в форме выдачи Белорусским инновационным фондом на конкурсной основе инновационных ваучеров и грантов юридическим лицам, являющимся субъектами малого предпринимательства, индивидуальным предпринимателям для реализации отдельных инновационных проектов на ранних стадиях. Однако, как показало наше исследование, данная разновидность финансовой поддержки в настоящее время остается невостребованной, а сам механизм требует совершенствования и развития.

Проекты, для осуществления которых может быть предоставлен ваучер, должны удовлетворять следующим требованиям:

- соответствовать приоритетным направлениям научно-технической деятельности в Республике Беларусь;
- предусматривать создание, производство и реализацию инновационных и (или) высокотехнологичных товаров, включенных в соответствующие перечни;
- реализовываться на основе патента, выданного в установленном законодательством порядке субъекту, претендующему на получение ваучера;
- выполняться с использованием секретов производства (ноу-хау), обладателем которых является претендент на получение ваучера, при наличии материальных объектов (образцов новых материалов, приборов, установок, изделий различного назначения и другого), подтверждающих техническую возможность использования указанных секретов производства (ноу-хау) [1].

Механизм поддержки малого и среднего бизнеса с помощью ваучеров имеет важное значение для развития инновационной сферы, поскольку обеспечивает предприятиям доступ к недостающим финансовым ресурсам. Среди стран бывшего СССР только в Беларуси и Молдове функционирует подобная система. Однако в нашей стране она не отражает интересы предпринимательства, и Белинфондом инновационные ваучеры практически не выдаются. Основными причинами, по нашей оценке, являются: во-первых, узкая целевая направленность поддержки,

связанная непосредственно не с осуществлением деятельности субъектом хозяйствования, а с конкретным проектом, что значительно ограничивает интересы и возможности предпринимателя; во-вторых – необходимость выполнения достаточно жестких условий, которые не всегда могут быть реализованы в рамках малого и среднего бизнеса.

В целях концентрации ресурсов для развития высокотехнологичных отраслей и выполнения новейших исследований и разработок в стране сформированы республиканский централизованный и местные инновационные фонды, в которых аккумулируются значительные ресурсы, призванные обеспечить реализацию актуальных инновационных разработок. В 2017 г. объем фактических доходов всех инновационных фондов составил 292,8 млн руб., что на 28,9% больше, чем в 2016 г. Процент фактического освоения этих средств составил 76,7% (225,8 млн руб.). Рассматривая использование данного ресурсного потенциала в разрезе отдельных инновационных фондов, можно отметить, что уровень освоения средств республиканского централизованного инновационного фонда составляет 90,3% (93,2 млн руб.), местных инновационных фондов – 69,5% (132,6 млн руб.). Всего на начало 2018 г. остаток средств местных инновационных фондов составил 52,6 млн руб., что сопоставимо с величиной всех осуществленных расходов за полгода. То есть выделяемое финансирование остается невостребованным [2].

Считаем, что неиспользованные средства инновационных фондов могут быть эффективно включены в инновационную

деятельность в рамках совершенствования ваучерной системы поддержки инновационного предпринимательства. Организации и индивидуальные предприниматели нуждаются не только в финансировании конкретных проектов, но и в доступе к результатам научно-технической деятельности, созданным академической и вузовской наукой, а также консультационным, маркетинговым, информационным и образовательным услугам, непосредственно связанным со спецификой реализации инновационных процессов. Узкая направленность на осуществление конкретного, уже запатентованного проекта значительно сдерживает возможности взаимодействия заинтересованных сторон в цепи «наука – производство». Поэтому целесообразно оказывать поддержку инновационным предпринимателям с помощью различных типов ваучеров,



**ОРГАНИЗАЦИИ  
И ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ  
ПРЕДПРИНИМАТЕЛИ  
НУЖДАЮТСЯ В ДОСТУПЕ  
К РЕЗУЛЬТАТАМ  
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ  
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, А ТАКЖЕ  
КОНСУЛЬТАЦИОННЫМ,  
МАРКЕТИНГОВЫМ,  
ИНФОРМАЦИОННЫМ  
И ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫМ  
УСЛУГАМ**

которые можно было бы использовать для решения разнообразных задач, возникающих в ходе реализации инновационных проектов. Данная практика широко распространена в мировой экономике.

С учетом высокой степени государственного участия в управлении инновационными процессами для Беларуси особый интерес представляет опыт функционирования ваучерной системы поддержки инновационного предпринимательства, характерный для Китайской Народной Республики. Создание и целевое использование различных источников финансирования и адресного стимулирования производителей инновационной продукции является одним из ключевых элементов механизма стимулирования инновационного развития в стране, в том числе и коммерциализации результатов научно-технической деятельности.

Так, в Китае выделение предпринятиям инновационных ваучеров, предназначенных для решения конкретных проблем, связанных с осуществлением субъектами малого предпринимательства инновационной

деятельности, – один из наиболее востребованных в реальном секторе экономики методов стимулирования. Данная инициатива проводится в КНР с 2012 г. на экспериментальной площадке в г. Суцзянь провинции Цзянсу. Суть метода заключается в следующем: правительство разрабатывает и выпускает так называемые инновационные купоны, которые используются субъектами малого предпринимательства в качестве своеобразной ценной бумаги для приобретения научных услуг у специализированных организаций, занимающихся исследованиями и разработками. Данная практика в области науки и технологий широко распространена по всей стране. Источниками финансирования купонов выступают специальные фонды, создаваемые местной администрацией для поддержки и проведения инновационно-технических мероприятий [3].

Для научно-исследовательских структур инновационные купоны являются не только возможностью реализации своего потенциала, но и дополнительным средством информационного обеспечения и широкого представления своих результатов. В активе предприятий данные средства рассматриваются и учитываются в качестве ценных бумаг и позволяют при недостаточности собственных ресурсов получить доступ к высокотехнологичным и наукоемким продуктам.

Такая политика направлена на поддержку инновационного потенциала малого бизнеса в широких масштабах и укрепление связей между образованием, наукой и производством, поскольку в данной программе активно участвуют и учреждения высшего

образования, и крупнейшие научные организации страны, в том числе Китайская академия наук, Университет Цинхуа, Университет Фудана, отдельные колледжи, а также представители зарубежных высших школ. Ваучеры представляют собой мощный мобилизующий инструмент, позволяющий не только широко задействовать научный потенциал страны для активизации инновационного предпринимательства, но и способствовать эффективному развитию его производственных возможностей. Например, когда в 2013 г. в г. Суцзянь были выпущены инновационные купоны на сумму 10,2 млн юаней, это позволило обеспечить реализацию 137 инновационных проектов, результатом от внедрения которых стала прибыль в сумме 132 млн юаней. Таким образом, эффективность вложений достигла соотношения 1:12,9 [4].

Рассматриваемый механизм реализуется на постоянной, систематической основе и важным его элементом является строгий контроль со стороны государства за целевым использованием выделяемых средств. С одной стороны, это усиливает ответственность участвующих в проектах сторон, с другой – позволяет руководству страны в реальном режиме времени отслеживать, координировать и в случае необходимости уточнять направленность и масштабность происходящих инновационных процессов в соответствии с принятыми государственными приоритетами инновационного развития.

По нашему мнению, опыт Китая по выпуску и целенаправленному использованию инновационных ваучеров – весьма перспективен для развития инновационной сферы Беларуси, поскольку

данный механизм расширяет возможности взаимодействия и партнерства в инновационных процессах, способствует ускорению адаптации субъектов хозяйствования в условиях неопределенности и повышенного риска, обусловленных стремительным развитием научно-технического прогресса.

Внедрение инновационных ваучеров в отечественную практику позволит решить следующие актуальные задачи:

- расширит горизонтальные связи инноваторов (представителей науки и производства);
- обеспечит импортозамещение продуктов и технологий посредством целенаправленной поддержки отечественных разработок;
- ускорит продвижение результатов научно-технической деятельности посредством формирования базы данных для предложения предприятиям реального сектора экономики;
- повысит ответственность и значимость труда создателей инноваций за счет их непосредственного включения в процесс купли-продажи продуктов, технологий и услуг и заинтересованности в получении материальной выгоды от собственных разработок.

Выделение инновационными фондами целевых ваучеров различного номинала в качестве специфической ценной бумаги, используемой для расчетов, которую субъекты малого и среднего предпринимательства смогут направлять на приобретение исследовательских услуг, технологий, проведение научно-технических мероприятий, патентование, реализацию проектов, связанных с трансфером технологий и т.д.,

является эффективной альтернативой прямому выделению средств под конкретные проекты. Цель данного инструмента – повышение мотивации субъектов экономической деятельности к активному участию в выполнении высокорисковых инновационных проектов, базирующихся на знаниях и технологиях, накопленных научными и образовательными отечественными учреждениями.

К тому же инновационные разработки не обязательно должны быть источником создания нового производства, довольно часто они способны существенно улучшить результативность давно функционирующего бизнеса. Кроме того, возможность получения квалифицированных консультационных и образовательных услуг в рамках оказываемой помощи будет способствовать снижению рисков для предпринимателей, впервые планирующих участие в инновационных процессах. Целевой характер использования инновационных ваучеров позволит в реальном режиме времени контролировать и в случае необходимости корректировать происходящие в стране инновационные преобразования.

Совершенствование механизма поддержки инновационного предпринимательства посредством инновационных ваучеров требует разработки комплексных методических подходов к организации данной системы, включающих определение:

- спектра видов деятельности, финансируемых таким образом;
- оснований и условий предоставления ценных бумаг субъектам хозяйствования;
- номиналов ваучеров, выделяемых на конкретные цели;

- требований к организациям, оказывающим услуги путем оплаты через данную систему;
- степени сотрудничества организаций науки и производства, учитываемой при финансировании инновационной деятельности посредством ваучеров;
- критериев эффективности использования выделенных финансовых средств и др.

Данный метод стимулирования инновационных процессов, эффективность которого подтверждена китайской практикой, в Беларуси вполне реализуем при условии обеспечения системности и скоординированности действий органов государственной власти и заинтересованных субъектов. Кроме того, он может рассматриваться в качестве укрепляющего звена в цепи «наука – производство», поскольку, с одной стороны, расширяет информационную базу действующих и потенциальных НИОКР страны и доступность высокотехнологичных и наукоемких продуктов для инновационных предпринимателей, с другой – обеспечивает приоритетность технологической модернизации производства за счет внедрения отечественных результатов научно-технической деятельности. ■

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Указ Президента Республики Беларусь от 20.05.2013 №229 «О некоторых мерах по стимулированию реализации инновационных проектов / ООО «ЮрСпектр», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2017.
2. О состоянии и перспективах развития науки в Республике Беларусь по итогам 2017 года: аналитический доклад / ГКНТ, НАН Беларуси. – Минск, 2018. – 354 с.
3. 创新券在我国首次实践的经验和启示 // [http://www.qstheory.cn/kj/yjsk/201310/t20131028\\_283131.htm](http://www.qstheory.cn/kj/yjsk/201310/t20131028_283131.htm).
4. 促进创新成果转化的分析: 基于安徽省教育厅的经验研究 // <http://www.crs.org.cn/xueshuzhuanli/yanjudongtai/062020002017.html>.

SEE <http://innosfera.by/2019/03/vouchers>



**ЦЕЛЕСООБРАЗНО  
ОКАЗЫВАТЬ ПОДДЕРЖКУ  
ИННОВАЦИОННЫМ  
ПРЕДПРИНИМАТЕЛЯМ  
С ПОМОЩЬЮ РАЗЛИЧНЫХ  
ТИПОВ ВАУЧЕРОВ**

# Совершенствование механизма участия белорусских вузов в международных образовательных выставках

**Аннотация.** В настоящее время экспорт образовательных услуг белорусскими учреждениями высшего образования (УВО) рассматривается в качестве одного из приоритетных направлений развития отечественной высшей школы, поскольку, привлекая иностранных граждан на обучение в нашу страну, национальная экономика получает дополнительное финансирование. В этой связи возрастает актуальность исследований маркетинговых каналов продвижения отечественного образования на внешние рынки. Автором даются методические рекомендации по повышению эффективности участия вузов в международных выставочных мероприятиях.

**Ключевые слова:** экспорт образовательных услуг, иностранные студенты, образовательные выставки.

**Для цитирования:** Калинин А. Совершенствование механизма участия белорусских вузов в международных образовательных выставках // Наука и инновации. 2019. №3. С. 60–63. <https://doi.org/10.29235/1818-9857-2019-3-60-63>



**Андрей Калинин,**  
аспирант  
Республиканского  
института высшей  
школы;  
[ices.kalinin@gmail.com](mailto:ices.kalinin@gmail.com)

В соответствии с Протоколом поручений Президента Республики Беларусь Лукашенко А. Г., данных 24 августа 2017 г. на Республиканском педагогическом совете, на Министерство образования возложена обязанность начиная с 2018 г. обеспечить рост экспорта образовательных услуг. Значимость этого направления также находит свое отражение в следующих нормативных правовых актах: Программе социально-экономического развития Республики Беларусь на 2016–2020 гг.; Государственной программе «Образование и молодежная политика» на 2016–2020 гг.; Национальной программе поддержки и развития экспорта Республики Беларусь на 2016–2020 гг.; Директиве Президента «О приоритетных направлениях укрепления экономической безопасности государства» [1].

Выполнение подобных задач подразумевает повышение эффективности экспортной деятельности учебных заведений. Она предполагает принятие качественных решений по обеспечению функционирования системы экспорта, а для этого необходима

разработка соответствующих концепций, подходов и методик. Проведение исследований каналов продвижения образовательных услуг позволит усовершенствовать маркетинговые стратегии вузов на мировом рынке.

Ежегодно отечественные университеты принимают участие в выставочных мероприятиях (в среднем около пяти) в зарубежных странах для демонстрации своих достижений в сфере образования, науки и технологий, развития межгосударственного сотрудничества, установления деловых контактов между белорусскими и иностранными учреждениями образования, а также рекрутинговыми компаниями, для диверсификации экспорта образовательных услуг.

По данным Республиканского института высшей школы, в 2017 г. белорусские вузы приняли участие в шести крупных международных выставках – в Узбекистане (2), Испании, России, Германии и Китае [2].

Автором были проведены исследования результативности каналов привлечения иностранных студентов в различные отечественные УВО путем опроса экспертов и специалистов отделов международного сотрудничества из 5 университетов страны. По их мнению, основными инструментами расширения экспортных услуг белорусских вузов являются: рекомендации друзей/родственников – 56%; веб-сайты УВО, социальные сети – 16%; заключенные межправительственные (межведомственные) межвузовские договоры – 14%; посредничество рекрутинговых компаний – 9%; участие в выставочных мероприятиях – 5% [3].

Данные результаты свидетельствуют о недостаточном использовании университетами Республики Беларусь потенциала выставочной деятельности по привлечению иностранных граждан на обучение в нашу страну. Целью настоящего исследования является разработка механизма по подготовке и организации участия УВО в международных образовательных выставках за рубежом.

В соответствии с законодательством Республики Беларусь порядком такой деятельности регламентируют следующие нормативные правовые документы:

- Положение «О порядке организации национальных выставок (экспозиций) Республики Беларусь за рубежом от 23.04.2012 г. №384» (в редакции постановления Совета Министров Республики Беларусь от 23.11.2016 г. №964);
- Указ Президента Республики Беларусь от 13.06.2005 г. №274 (редакция от 23.02.2015 г.) «Об утверждении Положения о порядке направления в служебные командировки за границу»;
- постановление Министерства иностранных дел Республики Беларусь от 26.03.2012 г. №3а (редакция от 03.04.2012 г.) «Об утверждении методики оценки эффективности служебных командировок за границу и методических рекомендаций по составлению отчетов об их результатах и эффективности»;
- постановление Государственного комитета по авиации Республики Беларусь от 27.11.2000 г. №13 «Об утверждении авиационных правил перевозки пассажиров

и багажа авиапредприятиями Республики Беларусь»;

- Инструкция о порядке и условиях предоставления гарантий и компенсаций при служебных командировках за границу (в ред. постановлений Минтруда и соцзащиты от 19.10.2010 г. №148, от 14.09.2011 г. №87, от 22.12.2011 г. №134, от 10.02.2012 г. №22).

Ключевой целью организации выставки за рубежом является поиск и отбор потенциальных абитуриентов из числа иностранных граждан. Для решения указанной задачи необходимо грамотно представлять университет и его образовательные услуги; исследовать рынок экспорта образовательных услуг; находить новые ниши и партнеров в данной области; расширять международные контакты; определять спрос на имеющиеся и потенциальные образовательные услуги; изучать предложения университетов-конкурентов; формировать благоприятный имидж университета; заключать договоры в сфере образования.

Основными этапами организации подготовки и участия вуза в международной образовательной выставке являются: выбор образовательной выставки; подготовка к участию; работа на выставке; работа с результатами.

## Первый этап: выбор образовательной выставки

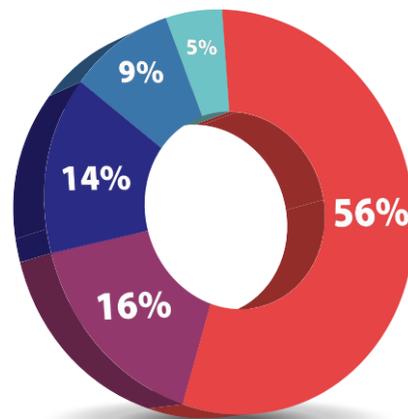
Университетам целесообразно заблаговременно составить план участия в выставках за рубежом на год исходя из стратегии продвижения образовательных услуг в страны, перспективные для наращивания экспорта образовательных услуг.

Критериями для выбора того или иного мероприятия выставки являются: хорошая деловая репутация; опыт выставочной деятельности; стоимость услуг; актуальность экспозиции; количественный и качественный состав участников и посетителей; отзывы о мероприятии в СМИ. Для проверки указанных аспектов целесообразно исследовать информацию о потенциальном партнере – организаторе выставки, в том числе запрашивая рекомендации у ранее принимавших участие учреждений и посетителей.

### Второй этап: подготовка к участию

Успех проведения выставки во многом зависит от качества организации подготовительного этапа. Его оптимальный период составляет не менее двух месяцев. За это время необходимо определиться с формой участия учреждения образования в таком мероприятии. Возможны пять вариантов: на индивидуальном стандартном стенде; на индивидуальном стенде, оформленном в авторском дизайне; в составе коллективного стенда; в качестве посетителя; заочное участие.

Весь комплекс мероприятий на данном этапе включает в себя: проведение переговоров с организаторами выставки, в том числе и о возможности предоставления лучших условий для участия в мероприятии, например о снижении цены за аренду выставочной площади, оказании дополнительных услуг и т.п.; определение оптимального размера и размещения стенда; разработка его макета; составление сметы расходов участия; заключение договора с выставочным центром.



Основные каналы привлечения иностранных граждан на обучение в УВО Республики Беларусь [3]

Как показала практика, накануне проведения мероприятия очень важное значение имеет рекламно-информационная кампания. Ее целью является предварительное привлечение наибольшего объема целевой аудитории к экспозиции. Данная задача достигается посредством рассылки приглашений на выставку представителям школ, лицеев и другим заинтересованным организациям; опубликования информации об учреждении образования в печатных изданиях выставки; размещения рекламы в специализированных журналах, в интернет-изданиях, на радио и телевидении; подготовки тематических выпусков журналов и/или газет для распространения на выставке.

Рекламную продукцию необходимо изготовить на языке страны проведения образовательной выставки. Необходимо подготовить сувенирную продукцию,

которая должна быть функциональной и содержать символику учебного заведения, а также контактную информацию, например шариковые ручки, значки, календари, блокноты и т.п.

### Третий этап: работа на выставке

Выставочный стенд – это визитная карточка учреждения образования. Он должен быть изготовлен в фирменном стиле вуза, по которому посетители смогут его безошибочно узнавать. Это же относится и к рекламно-информационным материалам.

Для привлечения большего внимания экспозицию целесообразно оборудовать мультимедийной аппаратурой, позволяющей транслировать рекламные видеоролики и презентации. Рекламная продукция должна находиться в свободном доступе для посетителей.

Площадь стенда необходимо разделить на информационную, презентационную и переговорную зоны.

Для участия в выставке следует направить в служебную командировку не менее двух специалистов. Они должны владеть языком страны, где предстоит работать; знать все о рекламируемых образовательных услугах; иметь презентабельную внешность и коммуникативные навыки, опыт деятельности на подобных мероприятиях.

Сотрудник, командированный за рубеж, обязан взять на контроль объем и своевременность предоставления услуг организатором выставки. Для специалиста важно творчески подойти к работе для привлечения максимального числа посетителей, выявления абитуриентов, обеспечения

с ними дальнейших контактов в целях приглашения на обучение в учреждение образования. При этом рекомендуется использовать разнообразные способы привлечения внимания целевой аудитории к стенду, не нарушая общую концепцию выставки. Целесообразно раздавать проспекты, флайеры, брошюры или каталоги, содержащие детальную информацию о правилах приема и возможностях обучения в УВО. По возможности следует давать интервью средствам массовой информации, принимать участие в мероприятиях – семинарах, круглых столах и др., направленных на презентацию услуг вуза, а также активно работать вне стенда для сбора информации о других участниках выставки, ценах, каналах распространения, для поиска новых партнеров, изучения возможностей продвижения услуг на целевые рынки. Анализ предложений экспонентов-конкурентов позволит скорректировать маркетинговую стратегию учреждения высшего образования. Желательно организовать фото и видеосъемку проведения выставки в целях последующей презентации своего учреждения образования.

### Четвертый этап: работа с результатами

Под результативностью участия в выставке понимается степень выполнения задач на основе определенных критериев и шкалы оценки. Это весьма трудная задача, поскольку, во-первых, отдача может появиться через значительный временной промежуток, во-вторых, имиджевые результаты довольно сложно выразить математически, а в-третьих,

цели и задачи УВО в образовательных выставках могут существенно отличаться, следовательно, будут разными и критерии. Таким образом, учреждениям высшего образования целесообразно разработать собственную систему оценки эффективности участия в выставке, исходя из своей маркетинговой стратегии.

Общими критериями результативности работы на выставочном мероприятии являются: число полученных на нем обращений; объем заключенных договоров с рекрутинговыми агентствами, другими учреждениями образования за рубежом; численность привлеченных на обучение студентов в результате проведения выставки; количество переходов на сайт учреждения высшего образования.

В настоящее время потенциал выставочных мероприятий как канала привлечения иностранных обучающихся не реализуется отечественными вузами

в полной мере. Чтобы повысить эффективность проведения экспозиций, нужно совершенствовать механизм подготовки и организацию участия в них. Поскольку выставка во многом является имиджевым мероприятием, оценить ее эффективность зачастую не представляется возможным. Результативность некоторых критериев может отразиться как в краткосрочной, так и в долгосрочной перспективе. В целом же роль выставок в расширении влияния на потребительский спрос на образовательные услуги велика: они способствуют распространению информации об образовательных возможностях учреждений образования, содействуют налаживанию делового сотрудничества между заинтересованными организациями и способны значительно увеличить объем экспортных услуг белорусских учреждений высшего образования. ■

**Summary.** Currently, the export of educational services by Belarusian universities is considered as one of the priority areas for the development of higher education institutions in the Republic of Belarus, since the Belarusian educational services market in the last decade has been characterized by a decrease in the number of applicants. It should also be noted that by attracting foreign citizens to study in the Republic of Belarus, the national economy receives additional funding. In this regard, the relevance of research marketing channels to promote domestic education in foreign markets is increasing. In this article, the author provides guidelines for improving the effectiveness of participation of universities in international exhibitions.

**Keywords:** export of educational services, foreign students, educational exhibitions.  
<https://doi.org/10.29235/1818-9857-2019-3-60-63>

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь. 2007. №1/8668 // <http://pravo.by/document/?guid=3961&p0=P00700003>.
2. Международная деятельность учреждений высшего образования: 2017 // <http://studyin.edu.by/>.
3. Калинин А. В. Маркетинговые каналы привлечения иностранных студентов в Республику Беларусь / А. В. Калинин // Социально-гуманитарные знания: материалы 15-й республиканской научной конференции молодых ученых и аспирантов, Минск, 29 нояб. 2018 г. / Респ. инст. Выш. шк. – Минск, 2018. С. 131–132.

Статья поступила в редакцию 30.01.2018 г.

SEE <http://innosfera.by/2019/03/universities>

# В МИРЕ НАУКИ

## Надежда Дубовец: Жизнь в науке состоялась



В современной белорусской науке трудится немало женщин, однако говорить о феминизации научной элиты пока не приходится: в составе НАН Беларуси на сегодняшний день всего одна женщина-академик и девять членов-корреспондентов. Среди этих покорительниц научного Олимпа – Надежда Ивановна ДУБОВЕЦ, известный цитогенетик, главный научный сотрудник Института генетики и цитологии НАН Беларуси. Но, по признанию ученой, у нее никогда не было больших амбиций и желания достичь высших ступеней в научной карьерной лестнице – она просто всегда была очень увлечена своей работой и старалась делать ее как можно лучше.

### Все мы родом из детства

Желание стать ученым, и именно биологом, начало кристаллизоваться у Надежды еще в детстве, которое проходило в постоянном общении с природой. Военный городок Болбасово под Оршей, где она росла, со всех сторон был окружен лесом, подступающим к самым домам, и в семье было традицией в любое время года совершать прогулки по любимым тропинкам. А по весне, как только просыхала земля, начинались воскресные велосипедные походы на Днепр, который протекал в 7 километрах. Там за небольшой прибрежной деревушкой под названием Боровцы были чудные места, практически не тронутые в те годы человеком. Особенно сказочным казался девочке огромный пойменный луг, красота которого достигала своего апогея в июне-июле, когда он сплошь покрывался цветущим нивяником и синел колокольчиками, розовел горичетом, раскачивался на ветру головками короставника... Но более всего поражали своей утонченной красотой растущие на лугу цветы, очень похожие на миниатюрные гладиолусы. Как потом выяснилось, это был занесенный в Красную книгу шпажник черепитчатый, причем он был не единственным «краснокнижником» в тех местах.

*Папа закидывал удочки, а мы с мамой весь день бродили по окрестностям, наслаждаясь красотой природы, пением многочисленных птиц и ароматами разнотравья, собирали цветы... В результате дома у нас с весны до поздней осени стояли роскошные букеты лесных или полевых цветов, причем мама, будучи по образованию филологом, знала названия большинства из них.*

*Не удивительно, что среди множества прочитанных мною в детстве книг наибольший отклик в душе вызвали рассказы Пришвина и Бианки, которые я отыскивала в библиотеке Дома офицеров. Но однажды мне в руки попала книга Веры Корсунской «Карл Линней», и это явилось тем самым знаковым событием, которое определило мою дальнейшую судьбу. Любовь Линнея к природе, к растениям, отношение к цветку, как к самому прекрасному из всех созданий, самому таинственному явлению в жизни растения, были невероятно созвучны моим собственным чувствам, а его тяга к знаниям и упорство в достижении поставленной цели вызывали восхищение и желание подражать.*

В старших классах преподаватели пытались отговорить Надежду от поступления на биофак (школа была очень сильная, но биология в ней совсем не котировалась): будешь, мол, грядки на пришкольном участке копать, а в ответ на слова, что она хочет быть ученым, а не учителем, скептически улыбались. Но это не остановило девушку. На тот момент у нее уже был второй кумир – Мария Склодовская-Кюри, которую по праву считают символом успеха женщины в науке. Ее пример еще более укрепил желание посвятить свою жизнь этой сфере деятельности. В итоге после некоторых колебаний (манил Московский университет, но желание быть поближе к родителям перевесило) Надежда поступила на биофак БГУ, имея твердое намерение специализироваться на кафедре систематики растений.

### От сессии до сессии

Когда речь заходит о студенческом периоде жизни, невольно в памяти всплывают слова: «От сессии до сессии живут студенты весело, а сессия всего два раза в год...». Однако разгульная студенческая жизнь, как правило, – непреложный атрибут общежития, а в советские времена количество мест там было ограничено, и в первую очередь туда селили студентов из сельской местности и малообеспеченных. Ни к тем, ни к другим Надежду не причислили, и она

вынуждена была искать квартиру. К этой проблеме добавилась еще одна – катастрофическая нехватка учебников. На каждый имеющийся в библиотеке учебник выдавали талон на несколько человек, и счастливыми обладателями этих источников знаний становились преимущественно обитатели общежития. Надежде достался лишь сборник задач по высшей математике. Но в конце концов удача ей улыбнулась: после смены нескольких наводящих безысходную тоску «углов» она стала снимать комнату вместе с однокурсницей, у которой папа был партийным начальником и смог достать все необходимые учебники.

*Мы с усердием принялись «грызть гранит науки», не отвлекаясь ни на какие столичные соблазны. Да и не тянуло как-то на развлечения... Познание живой природы, где все так сложно и в то же время так гармонично устроено, доставляло невероятное удовольствие. Упорный труд дал свои плоды – первая сессия была сдана на отлично. И хотя бытует мнение, что сначала студент работает на зачетку, а потом зачетка работает на него, расслабляться я не стала, тем более что для меня важны были не оценки, а знания. Начиная со второго курса моим постоянным местом подготовки к занятиям и экзаменам стала Ленинская библиотека. Мы с подружкой облюбовали стол на так называемом балконе читального зала, где меньше было народа и отвлекающих факторов, и так часто там бывали, что попали в объектив фоторепортера, в результате чего огромная фотография склонившихся над учебниками студенток долго висела в Центральном книжном магазине города.*

Зачеты и экзамены Надежда старалась сдавать в первой пятерке и, «отстрелявшись», бежала на ближайшую почту, чтобы разделить свою радость с родителями, отправив им коротенькую телеграмму, состоявшую из названия сданного предмета и слова «отлично». Особенно приятно было отправлять телеграммы после сдачи экзаменов по микробиологии (лекции читал Ю.К. Фомичев), биохимии (А.Т. Пикулев) и, пожалуй, более всего – по дарвинизму и истории эволюционных учений (А.В. Константинов), поскольку все эти экзамены являлись камнем преткновения для многих студентов, а на последнем «сыпались» даже самые стойкие отличники.

После каждой летней сессии студентов ждала учебная практика, и это был настоящий праздник жизни, в особенности первые два года, когда их вывозили всем курсом сначала в Плещеницы, потом



Школьные годы чудесные (Надежда в центре)



Первые шаги в лаборатории экспериментальной полиплоидии



Обсуждение доклада на последнем съезде Всесоюзного общества генетиков и селекционеров в Минске в 1992 г. (в центре Бадаев Н.С.)



Коллеги в гостях на Рождество (справа в первом ряду – первая аспирантка, в центре во втором ряду – вторая, ныне замдиректора Института генетики и цитологии по науке)

в Столбцовский район. Совместное проживание давало возможность лучше узнать друг друга, подружиться. Днем они исследовали флору и фауну окрестностей, собирали гербарии и коллекции жуков и бабочек, учились определять их таксономический статус, узнавать по голосам виды птиц, а по вечерам пели песни под гитару у костра, танцевали...

*В дальнейшем, когда я уже специализировалась на кафедре систематики растений, во время летней практики мне посчастливилось не раз побывать в Налибокской пуще. В кузове грузовика мы объехали всю ее юго-восточную часть, раскидывая палатки на ночевку в наиболее живописных местах. Кстати, в таких экспедициях мне очень пригодились навыки, полученные в школьной команде, выезжавшей каждое лето на туристические слеты. Там одним из этапов соревнований было преодоление полосы препятствий, где нужно было, уцепившись за узел на конце маятникового каната, перемахнуть через предполагаемый овраг, проползти через «мышеловку», не сбив ни одной рейки, положенной на небольшой высоте на вбитые в землю колышки, пробежать по бревну, перекинутому через овраг (это получалось у меня лучше всех, поскольку в школьные годы я к тому же долгое время занималась спортивной гимнастикой), быстро разжечь костер и поставить палатку. Последние два навыка как раз и оказались очень ценным приобретением.*

*Однажды мы остановились на ночевку неподалеку от знаменитых руин замка Тышкевичей. Берега протекающей там Исличи были сплошь покрыты зарослями источавшей тонкий аромат цветущей черемухи, откуда периодически доносились соловьиные трели. Но когда на наш лагерь опустились сумерки, аромат черемухи стал таким густым, что порой перехватывало дыхание, а одинокие трели переросли в сплошной хор. Иногда этот хор вдруг замолкал, и слышалась песня только одного соловья. И так чисто и звонко звучал его голос в ночной тишине, так отчетливо он выделял одно колено за другим, что душа замирала от чародейства этих трелей. А потом опять вступал хор. Тут уж было не до сна...*

### Случайность как непознанная закономерность

Путь в науку Надежды Дубовец был весьма тернист – судьба не раз испытывала ее мечту на прочность. По окончании университета она вынуждена была пойти работать по распределению – учителем

биологии в Боровлянскую среднюю школу. Сбылось-таки предсказание школьных учителей: грядки на пришкольном участке покопать пришлось, правда, недолго. Через год удалось получить открепление и начать поиски работы в Минске. Целью был, конечно же, Институт ботаники. Но тут в судьбе Надежды Ивановны случился неожиданный поворот. В фойе корпуса она столкнулась с однокурсницей, которая, как оказалось, поработав какое-то время в Институте ботаники, перешла в Институт генетики. Она с таким восторгом говорила про директора института Любовь Владимировну Хотылеву, про замечательную атмосферу в коллективе, что в конечном итоге Надежда согласилась зайти в лабораторию, где освободилось место старшего лаборанта. Зашла и осталась там навсегда... Вот так совершенно случайно она оказалась в Институте генетики и цитологии и из ботаника переквалифицировалась в цитогенетика растений.

Лаборатория, в стенах которой Надежда Ивановна прошла путь от старшего лаборанта до заведующего, носила тогда название «экспериментальной полиплоидии», и руководил ею член-корреспондент Всеволод Евстафьевич Бормотов. В лаборатории велись исследования по двум полиплоидным культурам – сахарной свекле и тритикале, и большой удачей для молодой сотрудницы явилось то, что она попала в группу «тритикальщиков». Тогда, в 70-е годы, в мире наблюдался повышенный интерес к этой первой искусственно синтезированной человеком сельскохозяйственной культуре, которой прочили большое будущее. Достаточно сказать, что в 1975 г. Международное сортоиспытание тритикале проводилось в 75 странах. В Беларуси же селекция культуры только зарождалась, и в задачи лаборатории входила разработка теоретических основ этой селекции, в частности выяснение причин цитологической нестабильности пшенично-ржаных гибридов.

*Первой методикой, которую я освоила на новом рабочем месте, была методика исследования процесса формирования гамет у злаковых культур. Все мы из школьного учебника по биологии имеем общие понятия о таких способах деления клетки, как митоз и мейоз, но представленные там схематические изображения этих процессов ни в какое сравнение не идут с картинками, увиденными мною в микроскопе: вот хромосомы выстраиваются попарно на экваторе клетки, а вот они начинают двигаться к полюсам, причем одна из пары к одному полюсу, а другая к противоположному... Как они узнают*

*свою пару? Что заставляет их начинать расходиться по разным полюсам? Каков механизм этого расхождения? Эти вопросы будоражили ум, порождали желание глубже проникнуть в святая святых жизни клетки... Таким было мое первое близкое знакомство с хромосомами, этими удивительными творениями природы, призванными быть надежным хранилищем генетической информации.*

Правда, в дальнейшем главной привязанностью Надежды Ивановны стали не мейотические, а дифференциально окрашенные митотические хромосомы злаков. Этому предшествовало создание в лаборатории уникального объекта – тетраплоидных тритикале, большая заслуга в синтезе которых принадлежит старшему научному сотруднику, кандидату биологических наук Анне Михайловне Щербаковой. Идейным вдохновителем этого направления исследований был В. Е. Бормотов, всегда внимательно следивший за мировой научной мыслью. Ему присылали содержание выпусков многих зарубежных журналов, и он умудрялся добывать копии всех полезных для работы статей. Все они были пронумерованы, разложены по папкам, стройные ряды которых занимали несколько шкафов в его кабинете. Здесь же располагалась картотека, позволяющая определить номер интересующей публикации и найти ее в соответствующей папке. Это было очень ценным подспорьем для успешной работы, доступным всем сотрудникам.

### Пропуск в цитогенетику

В Советском Союзе тетраплоидные тритикале были получены на Дагестанской опытной станции ВИР и в Институте генетики АН БССР. А поскольку эти формы имеют уникальное строение кариотипа: наряду с диплоидным набором хромосом ржи, свойственным всем тритикале, содержат пшеничный компонент, представленный различными сочетаниями хромосом А- и В-геномов, для дальнейшей работы с ними необходимо было определить хромосомный состав полученных форм. Наиболее адекватным для достижения этой цели являлся метод дифференциального окрашивания хромосом (С-бэндинг), позволяющий по индивидуальному для каждой хромосомы рисунку расположения полос гетерохроматина узнавать их «в лицо». И хотя на тот момент Надежда Дубовец работала с гексаплоидными тритикале, в Институт цитологии и генетики в Новосибирск для освоения этого метода послали ее.

Эта первая научная командировка сыграла очень важную роль в моей жизни. Я окунулась в атмосферу ведущего в стране генетического учреждения, познакомилась с цитогенетиками, заслужившими мировое признание. Непосредственное руководство моей стажировкой осуществляла доктор биологических наук Антонина Ивановна Шапова, известная своими работами в области цитогенетики пшенично-ржаных гибридов. Она проявила искреннюю заинтересованность в обучении меня всем премудростям методики, а самое главное, в конце стажировки сказала, что из меня получится хороший цитогенетик. И это было не просто похвалой, а стало своего рода пропуском в цитогенетику, поскольку она представляет собой одновременно и науку, и искусство в силу того, что сделать хороший цитологический препарат и проанализировать его может далеко не каждый, а это основа основ в данной области.

Однако разработанный новосибирцами метод позволял идентифицировать только хромосомы ржи, а белорусов в большей степени интересовали хромосомы пшеницы. Поэтому за поездкой в Новосибирск последовала поездка в Москву к Николаю Сергеевичу Бадаеву, который руководил группой цитогенетиков в лаборатории функциональной морфологии хромосом Института молекулярной биологии им. В. А. Энгельгардта – сначала на месяц, а потом на 2 года.

Группа Н. С. Бадаева состояла в основном из аспирантов и стажеров исключительно женского пола, прибывших на обучение из разных уголков Советского Союза, и коллеги в шутку называли ее бадаевским гаремом. В маленькой комнате, заставленной приборами и реактивами, постоянно совершалось «броуновское движение» – помимо постоянных «жильцов» приходили и уходили коллеги из других лабораторий, институтов, МГУ. Всем не хватало даже стульев, а чтобы поработать за микроскопом, надо было занимать очередь. Но несмотря на это, атмосфера была очень творческой и дружелюбной.

Поначалу в Москве меня сильно напрягал совершенно другой ритм жизни, но вскоре я втянулась в него и, к своему удивлению, стала успевать за день очень многое: ранним утром занималась модной тогда аэробикой, затем интенсивно работала в институте, вечером трудилась над диссертацией или посещала театр. Мне повезло за время стажировки побывать практически во всех ведущих театрах Москвы и увидеть многих великих артистов. Иногда позволяла себе провести выходной

день в каком-нибудь художественном музее, чаще всего это была Третьяковка. Я очень люблю живопись, сама неплохо рисовала и даже ходила в изостудию, и у меня есть любимые картины, к которым в первую очередь хожу на «свидание»: в Русском музее Санкт-Петербурга – «Лунная ночь на Днепре» Куинджи, а в Третьяковской галерее – «Демон сидящий» Врубеля, а потом уже наслаждаюсь другими шедеврами классической живописи. Залы современного искусства я обхожу стороной. Весь этот новомодный авангард кажется мне отражением деградации искусства, берущим начало от «Черного квадрата» Малевича, гениальность которого я никогда не понимала и полностью согласна с мнением великого художника и критика искусства А. Бенуа, что «...это один из актов самоутверждения того начала, которое имеет своим именем мерзость запустения и которое кичится тем, что оно через гордыню, через заносчивость, через поспешность всего любовного и нежного, приведет всех к гибели».

### Секреты «танцев» хромосом

Из Москвы молодая ученая вернулась с освоенной методикой С-бэндинга и проверенными практикой навыками идентификации хромосом пшеницы и ржи, а также наполовину написанной кандидатской диссертацией, которую через несколько месяцев успешно защитила, причем объектом исследований в работе являлись тетраплоидные тритикале. Параллельно с завершением диссертации Надежда с энтузиазмом собирала цитологическую «кухню», необходимую для воспроизведения методики, для чего часть приспособлений была привезена из Москвы. Всеволод Евстафьевич всячески способствовал этому процессу – он был прекрасным организатором научных исследований, способным достать, казалось бы, самые недоступные тогда импортные реактивы и необходимое оборудование.

И наконец настал тот момент, когда я впервые повторила весь процесс в лаборатории, а длится он почти две недели, и с замиранием сердца положила на предметный столик микроскопа окрашенный препарат. С первого же взгляда в микроскоп стало понятно, что все получилось, и моему ликование не было предела!

Постепенно вокруг меня сформировалась группа единомышленников – таких же увлеченных цитогенетикой растений сотрудников с золотыми

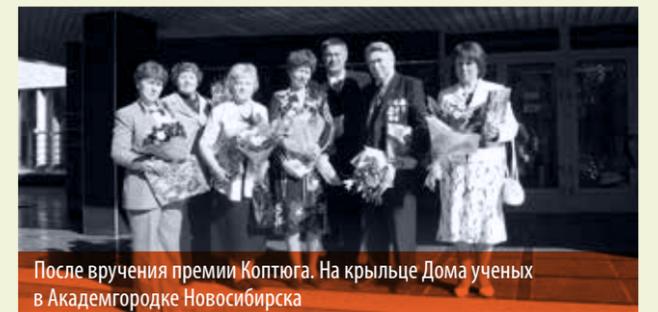
руками и высоким чувством ответственности за полученные результаты, и мы принялись штурмовать новые высоты. Освоенный метод анализа карิโอ типов злаков позволил развернуть работы в новом для института и страны направлении – хромосомной инженерии зерновых злаковых культур. С помощью данной технологии мы стали создавать рекомбинантные формы тритикале, пшеничный компонент карิโอ типа которых составлен сочетаниями хромосом всех трех субгеномов пшеницы: А, В и D. Целью работы была интрогрессия в карิโอ тип тритикале хозяйственно-полезных генов, локализованных в хромосомах D-генома пшеницы, отсутствующего у сортов тритикале, что позволяло решать такие проблемы этой важной для Беларуси культуры, как склонность к полеганию и предуборочному прорастанию зерна в колосе, низкие хлебопекарные качества. Начальные этапы работ вошли в успешно защищенную в 1996 г. диссертацию моей первой аспирантки.

Но ученую не покидал интерес к тетраплоидным тритикале, и связано это было с поиском новых эффективных методов расширения и качественного изменения спектра генетической изменчивости зерновых злаковых культур. Надежде Ивановне долгое время не давала покоя мысль, что потенциал аллополиплоидии – этого столь часто употребляемого природой способа образования новых видов, используется человеком далеко не в полной мере. Чтобы убедиться в этом, достаточно взглянуть на семейство злаков, многочисленные виды которого довольно равномерно распространены по всем континентам и всем климатическим зонам – от Арктики до Антарктиды. Столь широкий диапазон изменчивости представителей семейства, обусловивший приспособленность к самым разнообразным экологическим нишам, был создан природой из одного стартового набора генетического материала предковой формы, и основным индуктором этой изменчивости послужила полиплоидия. И хотя она давно используется человеком для создания новых форм растений, однако успехи науки весьма скромны по сравнению с достижениями природы. Это наводило на мысль, что в ней существуют способы генерирования изменчивости, о которых наука пока ничего не знала, отсюда и возник интерес ученой к эволюционным аспектам становления семейства злаков.

Как-то ей в руки попала работа двух израильских исследователей – Зохари и Фельдмана, которые изучали естественно произрастающие популяции



Рабочий момент с Всеволодом Евстафьевичем Бормотовым



После вручения премии Коптюга. На крыльце Дома ученых в Академгородке Новосибирска



Цветы – хобби на всю жизнь



Четыре поколения женщин в семье Дубовец. Встреча Нового, 2018 года

эгилопсов в различных районах Израиля, Турции и Греции и обнаружили много гибридов F1 и их беккроссных потомков. При этом они установили, что легче всего скрещиваются тетраплоидные виды, имеющие в своем составе один общий геном. На основе полученных данных авторами была сформулирована гипотеза эволюции полиплоидов, согласно которой все многообразие полиплоидных видов пшеницы и эгилопсов возникло в результате гибридизации небольшого числа первичных тетраплоидов, имевших один общий – базовый геном и различившихся вторыми – дифференцированными геномами. По мнению авторов, в таких скрещиваниях базовый геном служил буфером, обеспечивающим возможность множественных рекомбинаций между хромосомными наборами дифференцированных геномов, что приводило к формированию многочисленных вариантов нового рекомбинантного генома.

*Идея авторов в плане генерирования изменчивости мне показалась весьма продуктивной, однако это была лишь гипотеза, сформулированная на основе анализа морфологических признаков. Мне захотелось ее проверить экспериментальным путем с помощью созданных нами тетраплоидных тритикале. По своей геномной структуре гибриды F1 этих форм, содержащие в кариотипе диплоидный набор хромосом ржи (базовый геном) и гаплоидные наборы хромосом А- и В-геномов пшеницы (дифференцированные геномы), как раз хорошо подходили для решения этой задачи. Анализ кариотипов гибридов F6 уже был выполнен в Москве, а дальше нужно было исследовать хромосомный состав последующих поколений популяций тетраплоидных тритикале, детально изучая возможные изменения структуры всех пшеничных хромосом, причем, чтобы иметь право говорить об эволюционном процессе, таких поколений необходимо было проанализировать очень много. В итоге я дошла до 20-го поколения, выявляя в кариотипах тетраформ различные типы рекомбинаций между пшеничными хромосомами, количество которых в ходе смены поколений постоянно нарастало. Это было так увлекательно, что трудно было дождаться в поле следующего поколения растений, чтобы, собрав урожай и изготовив цитологические препараты, вновь прильнуть к микроскопу и наблюдать, какие новые сюрпризы нам приготовил «танец» хромосом во время формирования гамет и последующего рекомбинационного процесса.*

В итоге гипотеза израильских ученых была подтверждена, но белорусские исследователи пошли

дальше. На основе обобщения полученных и литературных данных были выявлены закономерности формирования рекомбинантных геномов злаков, факторы, оказывающие влияние на характер возникающих межгеномных рекомбинаций, предложены возможные пути эволюционных процессов в природных симпатрических популяциях злаков, разработан способ получения мейотических рекомбинаций между филогенетически отдаленными диплоидными геномами злаков, не способными формировать хромосомные ассоциации в мейозе при прямых скрещиваниях. Эти результаты стали частью докторской диссертации Надежды Дубовец, и именно эту фундаментальную часть исследования она считает самой интересной и значимой.

*К сожалению, с развитием молекулярных технологий цитогенетика отошла на задний план. Отдавая дань утвердившимся в последнее время в нашей науке тенденциям и стараясь соответствовать целям и задачам формируемых научных программ, мы освоили методы ДНК-маркирования селекционного материала, проводим анализ аллельного состава хозяйственно-полезных генов в селекционных образцах, созданных сотрудниками НИЦ НАН Беларуси по земледелию. В рамках МЦП ЕвразЭС «Инновационные биотехнологии» нами выполнено два совместных с коллегами-селекционерами проекта, итогом которых явилось создание двух новых сортов тритикале, включенных в этот год в Государственный реестр сортов Беларуси.*

По мнению Надежды Ивановны, наиболее продуктивными являются комплексные исследования, проводимые на различных уровнях организации живой материи, включая, в частности, молекулярный, хромосомный и организменный. Примером таких исследований являются выполняемые в лаборатории цитогеномики растений совместно с коллегами из Института цитологии и генетики СО РАН проекты в рамках конкурсов БРФФИ – РФФИ и БРФФИ – СО РАН. В ходе их реализации на молекулярном и хромосомном уровнях анализируются геномы отдаленных гибридов злаков, исследуются механизмы восстановления фертильности этих гибридных форм, решаются другие фундаментальные и прикладные проблемы. О том, что эти работы важны и ценятся в научном мире, свидетельствует присужденная сотрудникам в составе совместного творческого коллектива премия имени академика В. А. Коптюга. ■

Ирина ЕМЕЛЬЯНОВИЧ

## Первое поколение женских кадров высшей школы БССР



Ирина Чикалова,

профессор кафедры всеобщей истории и методики преподавания истории БГПУ им. М. Танка, ведущий научный сотрудник Института истории НАН Беларуси, доктор исторических наук, профессор

**Аннотация.** Статья знакомит с историей формирования женских кадров высшей школы БССР на этапе ее становления. Они, получившие подготовку на лекциях выдающихся профессоров еще старой российской научной школы, стали наравне с более многочисленными коллегами-мужчинами опорой советских послевоенных вузов и передавали новым поколениям студентов и аспирантов традиции академической среды.

**Ключевые слова:** научно-педагогические кадры, женщины-преподавательницы, университеты, высшая школа, БССР.

курсов в Санкт-Петербурге, активная участница еврейского социал-демократического движения Мария Яковлевна Фрумкина (1880–1943 гг.), занявшая пост заместителя наркома после назначения на ее должность в декабре 1920 г. В. М. Игнатовского. Они вместе с профессорами В. И. Пичетой и Ф. Ф. Туруком вошли в состав правления БГУ, утвержденного коллегией Наркомпроса БССР 2 июля 1921 г.

Процессы, развивающиеся в системе высшего образования современной Беларуси, органически связаны и во многом явились продолжением традиций и тенденций, заложенных в предшествующий период ее существования. Уже в начале 1920-х гг. были приняты законодательные акты, устанавливавшие полное равенство мужчин и женщин в получении образования и выборе профессии. Символично, что с осени 1920 г. наркомом просвещения становится бывшая выпускница Минской Мариинской гимназии и Высших педагогических

Женщины, особенно рабочего-крестьянского происхождения, получили не только равные права с мужчинами, но и ряд дополнительных льгот, что стало основной причиной их интенсивного притока в сферу образования. Уже в 1920-е гг. их представительство становится значительным на уровне средне-специального образования. Среди будущих выпускниц техникумов и училищ, в частности педагогических, появляются такие яркие личности, как, например, Анна Ивановна Концевая (1920–1998 гг.), прошедшая путь от учителя до первого заместителя министра просвещения БССР.

Эгалитарный подход в отношении приема на обучение девушек сочетался с еще одним направлением модернизации высшей школы бывшей императорской России, а именно ее пролетаризацией. Путем изменения классового состава студенчества реализовывалась цель сформировать новую интеллигенцию. Начались первые наборы студентов в вузы на территории советской Беларуси. В них число девушек было более чем заметным, хотя мужчины, естественно, преобладали как среди студентов, так и среди преподавателей.

В соответствии с курсом на вовлечение в интеллектуальные сферы деятельности женщины, безусловно, могли не только учиться, но и преподавать в университетах, однако обладательниц ученых степеней на всю Российскую империю к моменту революции было немного.

Среди наших соотечественниц, работавших после революции в российских университетах, были те, кто окончил Высшие женские курсы в Санкт-Петербурге,



Е. А. Гурвич

Москве или в других городах России, например А. Б. Миссуна и С. А. Яновская. В Минске на преподавательскую работу были приняты выходцы из Беларуси М. Я. Фрумкина, Б. Будкевич, Е. А. Гурвич, Л. И. Аксельрод, окончившие европейские университеты и активно участвовавшие в социал-демократическом движении [14].

Уроженка Витебской губернии О. Д. Акимова, выпускница Высших природоведческих курсов в Санкт-Петербурге, стала работать ассистентом в Витебском учительском институте, затем – с 1924 г. доцентом кафедры ботаники в Белорусском государственном университете. Она, ученица известного альголога, заведующего кафедрой ботаники в 1924–1928 гг. профессора Н. М. Гайдукова, стала первым деканом биологического факультета (1931–1932 и 1943–1948 гг.).



О. Д. Акимова

В то же время на территории советской Беларуси первые центры высшего образования и академической науки начали организовываться в условиях фактического отсутствия традиции, на которую можно было бы опереться при конструировании классической модели вуза. Здесь университетская и академическая система начала формироваться усилиями как местных, так и приглашенных на постоянной или временной основе ученых, которые стали элитой создаваемых в БССР высших учебных заведений. Это были высококвалифицированные специалисты-мужчины, получившие подготовку и ученые степени еще в дореволюционный период, направленные в Беларусь для формирования научных школ.

Так, ректором открытого в 1921 г. БГУ был назначен выпускник Московского университета, доктор русской истории В. И. Пичета. На кафедру всеобщей истории пригласили выпускников Московского и профессоров Смоленского университетов В. Н. Перцева и Н. М. Никольского. Профессорами стали работать выпускник Киевского университета философ С. Я. Вольфсон, Московского – С. М. Мелких, доктор юридических наук М. О. Гредингер, до этого преподававший в университетах в Юрьеве (ныне Тарту) и Риге, химик Н. Ф. Ермоленко. С 1928 г. математику в БГУ преподавал доктор философии Я. П. Громер, прошедший школу Берлинского, Марбургского, Геттингенского университетов, работавший ассистентом А. Эйнштейна. С 1929 г. профессором в БГУ работал выпускник Венского университета, доктор философии (1912 г.), известный математик и физик Ц. Л. Бурстин (в 1931 г. он

стал директором Физико-технического института АН БССР). Первый состав сотрудников медицинского факультета БГУ состоял из выпускников 39 московских, 12 петроградских и 20 украинских высших учебных заведений. Четыре преподавателя получили образование в Бернском, Парижском, Юрьевском и Бейрутском университетах. Среди них были Ф. О. Гаусман, получивший звание доктора медицины в Киевском и работавший профессором в Московском университете, и доктор медицинских наук, профессор В. А. Леонов, окончивший Петербургскую военно-медицинскую академию, преподававший в Воронежском университете [10]. Эти и многие другие ученые возглавили впоследствии известные в СССР и мире белорусские научные школы и позднее руководили институтами АН БССР.

Отдельную группу преподавателей в довоенных белорусских вузах составляли приглашенные на короткие сроки для чтения лекций профессора российских университетов. Например, несколько лет профессором-консультантом Горецкого сельскохозяйственного института работал российский ученый-аграрник Д. Н. Прянишников. С конституционным правом студенты БГУ могли познакомиться на лекциях профессора Московского университета В. Н. Дурденевского, а затем – Г. С. Гурвича, бывшего декана юридического факультета этого же вуза.

Преподавали в белорусских вузах и бывшие учителя гимназий. Например, в 1920-е гг. в звании доцента в БГУ трудился выпускник Киевского университета (1902 г.), учитель математики Минской гимназии Владимир Кондратьевич Дыдырко.

Наконец, со второй половины 1920-х гг. на кафедры стало приходиться новое пополнение из числа недавних выпускников вузов. Уже в 1925–1926 учебном году в качестве аспирантки на кафедру истории русского и литовско-белорусского права была зачислена выпускница Ленинградского университета Аксиния Товстолес. Ее научным руководителем был В. И. Пичета, который в это время занялся изучением вопросов генезиса некоторых институтов (в частности, опекунов) семейного права. С 1927 г. статьи аспирантов стали печататься в периодическом сборнике «Працы Беларускага дзяржаўнага ўніверсітэта ў Менску». Первая публикация Товстолес появилась в 1928 г. [12]. Также известна ее работа, написанная в ходе подготовки диссертации, посвященной семейному праву на основе Статутов ВКЛ [13]. До войны она преподавала в БГУ. В архиве РАН сохранились ее письма Пичете. Одно из них, датированное 1929 г., на белорусском языке подписано «К. Таўстале-Шыёнак». В военные и послевоенные годы связь с научным руководителем поддерживалась даже на расстоянии [4, 5].

По вполне объективным причинам среди преподавателей вузов в довоенные годы преобладали мужчины. В середине 1920-х гг. в вузах БССР работали 436 преподавателей, среди которых лишь 68 женщин (15,6%). Естественно, в этот период не приходилось ожидать их притока и с доцентским званием, не говоря уже о профессорском. Даже мужчины-профессоры в числе преподавателей составляли всего 2,3%, большая их доля была среди научных сотрудников – 13,3% [11]. Подобная картина характерна и для рабочих

факультетов. Со второй половины 1920-х гг. в аспирантуру БГУ стали отбирать кандидатов из числа студентов, проявивших склонность к научной работе. Так, в 1927–1930 гг. первые выпуски биологического факультета БГУ составляли по 80–90 человек. Отдельные выпускницы, например З. Н. Кудряшова, надолго связали свою жизнь с главным вузом страны.

В 1929–1930 учебном году в аспирантуре БГУ учились 44 человека (по другим сведениям – 46) [15]. В 1930 г. аспиранткой стала выпускница социально-исторического отделения педфака БГУ А. И. Воронова [2]. В 1935–1939 гг. не менее 35 выпускников аспирантур Академии наук и БГУ защитили кандидатские диссертации. Среди них были медик Татьяна Васильевна Бирич (1937 г.) и Александра Ивановна Воронова, ставшая среди белорусских историков-аспирантов в 1935 г. первым кандидатом исторических наук («Крестьянские восстания в Белоруссии в XVII веке») [2]. Следом за ней защитились Г. Ефимов («Сунь Ятсен», 1938 г.), Г. Лившиц («Социально-политическая борьба 60-х гг. I ст. до н.э. и заговор Катилины», 1939 г.), Е. Шлосберг («Белоруссия во время разделов Польши», 1939) [16].

Вместе с ростом числа студентов к началу 1930-х гг. проявилась



А. И. Воронова



Т. В. Бирич

тенденция к значительному увеличению количества преподавателей вузов, однако рост числа женщин среди них в пропорциональном отношении отставал от роста числа мужчин: из 734 сотрудников вузов (в их числе 104 профессора и 92 доцента) женщин было 108 (14%) [17]. Эта цифра уступала и соответствующему показателю по РСФСР (18%), в связи с чем привлечение женщин на преподавательские должности объявлялось очередной государственной задачей. К 1939 г. ее решение значительно продвинулось: из 1763 научных работников, профессоров и преподавателей вузов женщин насчитывалось уже 576, что составляло 32,7% [3]. Именно в этот период (1938–1947 гг.) министром просвещения БССР стала Евдокия Ильинична Уралова, занявшая впоследствии должность заместителя Председателя Совета Министров БССР (1950–1958 гг.).

В Беларуси ситуация усугублялась не только отсутствием на ее территории до революции высших учебных заведений, но и минимальным числом научных учреждений разных профилей и, как следствие, – отсутствием национальных научных школ, которые в первые послеоктябрьские десятилетия только начали складываться, но пострадали в результате репрессий. Их жертвами



А.А. Езубчик

стали перспективные в профессиональном отношении молодые женщины, карьерный рост которых только начал намечаться. Среди них – Серафима Георгиевна Гомонова (Маргелова, 1904–1969 гг.) из Института экономики АН БССР, Анна Сауловна Либман (1908 – после 1942 г.) из Института истории АН БССР, дочь доктора исторических наук, академик АН БССР Ю. С. Матулайтиса Екатерина Станиславовна Матулайтис (1900–1938 гг.), со- вмещавшая работу в Институте национальных меньшинств и в Институте истории АН БССР, Анна Петровна Романовская (Софья Мерките, 1903–1986 гг.), работавшая в Комиссии по изучению Западной Белоруссии и в Институте национальных меньшинств АН БССР и другие [1].

Александра Ивановна Воронова после окончания в 1933 г. аспирантуры БГУ одновременно



Н.В. Каменская



Р.А. Никольская

с работой в Институте истории АН БССР преподавала в Минском педагогическом институте. Став кандидатом исторических наук, получила должность доцента, но после ареста мужа потеряла работу. Уехала в 1937 г. преподавать историю СССР в только что открывшийся Учительский институт в Орше, где нашли себе временное место работы и другие жены «врагов народа», за что сам институт называли «ссылным». Все приехавшие были специалистами высокой квалификации. Среди них – Рахиль Абрамовна Никольская (Поссе), оставившая бесценную книгу воспоминаний, охватывающих период с 1904 по 1959 г., когда умер ее второй муж – востоковед, библиист, член-корреспондент Академии наук СССР Н. М. Никольский, в которой детально описывает повороты своей судьбы [6, 8, 9].

Некоторые из поколения выпускниц вузов и аспиранток конца 1920–1930-х гг., например микробиологи Ольга Дмитриевна Акимова (1883–1969 гг.) и Анна Андреевна Езубчик (1904–1975 гг.), биолог Ольга Ивановна Мержеевская, филологи Любовь Ивановна Фигловская (1908–1979 гг.) и Мария Андреевна Жидович (1906–1977 гг.), офтальмолог Татьяна Васильевна Бирич (1905–1993 гг.), историки Александра Ивановна

Воронова (1908–1978 гг.), Рахиль Абрамовна Никольская (1904–2004 гг.), ставшая одним из самых титулованных советских историков Нина Васильевна Каменская (1913–1986 гг.) и другие, сумевшие пройти через все испытания, защитили кандидатские и докторские диссертации, обрели рабочие места в высших учебных заведениях и научных институтах и продолжили работать там после окончания Великой Отечественной войны. ■

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Возвращенные имена: Сотрудники АН Беларуси, пострадавшие в период сталинских репрессий / сост. и автор предисловия Н. В. Токарев; под ред. А. С. Мохначя. – Минск, 1992.
2. Воронова Александра Ивановна. Личное дело // Центральный научный архив НАН Беларуси. Д. 2725.
3. Всесоюзная перепись населения 1939 г.: Основные итоги / под ред. Ю. А. Полякова. – М., 1992.
4. З письма былой аспирантки БДУ. К. Шыёнак-Таўсталес да У.І. Пічэты, г. Калінін, 14 лютага 1943 г. // Памяць і слава: Першы рэктар Беларускага дзяржаўнага ўніверсітэта – Уладзімір Іванавіч Пічэта / склад. С. М. Ходзін, М. Ф. Шумейка, А. А. Яноўскі. – Минск, 2011. С. 191.
5. З письма былой аспирантки БДУ. К. Шыёнак-Таўсталес да У.І. Пічэты, 6 лістапада 1946 г. // Памяць і слава: Першы рэктар Беларускага дзяржаўнага ўніверсітэта – Уладзімір Іванавіч Пічэта / склад. С. М. Ходзін, М. Ф. Шумейка, А. А. Яноўскі. – Минск, 2011. С. 197.
6. Никольская Р. Воспоминания / Р. Никольская. – Харьков, 2013.
7. Из воспоминаний доцента исторического факультета БГУ Р.А. Никольской, 31 июля 2000 г. // <http://time.bsu.by/ru/bsu-hist/bsu-history/1921-1941/ispitaniya-1930-1941/arhivnye-dokumenty/562-3-uspamina-datsenta-gistarychnaga-fakulteta-bdu-r-a-nikolskaj-pra-svajgo-muzha-prafesara-universiteta-akademika-an-bssr-m-m-nikolskaga.html>.
8. Никольская Рахиль Абрамовна // ГАРФ. Ф. Р9506. (ВАК) При Совете Министров СССР. – Оп. 9а. Исторические науки (кандидаты, доценты, старшие научные сотрудники). 1935–1963 гг. – Д. 255 (1946–1957).
9. Никольская Рахиль Абрамовна. Личное дело // Центральный научный архив НАН Беларуси. Д. 1477.
10. Прафесары і дактары навук Беларускага дзяржаўнага ўніверсітэта, 1921–2001 / склад. А. А. Яноўскі. – Минск, 2001.
11. Статыстычны штогоднік: 1924–1925. – Минск, 1926. Вып. 1.
12. Таўсталес А. Застаўное права / А. Таўсталес // Працы Беларускага дзяржаўнага ўніверсітэта ў Менску. 1928. №21. С. 122–128.
13. Таўсталес А. Права сямейнае паводле літоўскіх статутаў: Нарыс да гісторыі старажытнага беларуска-літоўскага грамадзянскага права / А. Таўсталес // Запіскі АН БССР. Аддз. гуманіт. навук. Працы класы гісторыі. 1929. Т. 3. Кн. 8. С. 23–52.
14. Чикалова И. Р. Они были первыми: уроженки белорусских земель в высшей школе и науке (конец XIX – начало XX вв.) / И. Р. Чикалова // Наука и инновации. 2018. №3. С. 4–9.
15. Шаўчук І. І. Гуманітарная навукі ў сацыяльнай гісторыі Беларусі (20–30-я гг. XX ст.) / І. І. Шаўчук. – Брэст, 2007. С. 144, 146.
16. Шаўчук І. Станаўленне сістэмы атэстацыі навуковых работнікаў у Беларусі / І. І. Шаўчук // Гістарыя: праблемы выкладання. 2007. №10. С. 53.
17. Шчарбакоў В. Праблема навуковых кадраў у БССР / В. Шчарбакоў // Савецкая краіна. 1931. №1. С. 33–41.

SEE <http://innosfera.by/2019/03/BSSR>

# Оценка профессиональной деятельности женщин-ученых НАН Беларуси

**Аннотация.** В статье рассматривается профессиональная деятельность женщин-исследователей, работающих в академическом секторе науки Республики Беларусь. Акцентируется внимание на профессиональной самоидентификации, оценке эффективности научной деятельности женщин, значимости различных возможностей работы ученого. Репрезентируются их квалификационные и исследовательские планы, удовлетворенность аспектами труда, а также трудовая мобильность и карьерные намерения.

**Ключевые слова:** женщины-ученые, профессиональная деятельность, эффективность научной деятельности, трудовая мобильность, карьерные намерения.



Алëса Соловей,

научный сотрудник Института социологии НАН Беларуси, магистр социологических наук

В Республике Беларусь в соответствии с Конституцией для граждан созданы равные условия в освоении всех ступеней образования, а также для получения профессиональной подготовки и продвижения по службе. В стране действует Национальный совет по гендерной политике при Совете Министров, а также реализуется Национальный план действий по обеспечению гендерного равенства в Республике Беларусь на 2017–2020 гг.

Ввиду актуализации вопросов, связанных с увеличением представленности женщин среди научных кадров, развитием гендерной политики в научной сфере, социальным и профессиональным положением женщин-ученых,

в 2017 г. впервые было проведено целевое социологическое исследование по изучению социального самочувствия женщин – научных работников НАН Беларуси. Одной из задач являлось изучение профессиональной научной деятельности женщин, которая вносит определенный вклад в становление и формирование ценностей и установок и влияет на самоидентификацию женщины-ученого. Понимание их самоопределения внутри профессионального сообщества, изучение включенности в научную работу как результата жизненного выбора является необходимым условием для оценки профессионального положения женщины в науке.

В ходе исследования по репрезентативной выборке ( $\Delta = \pm 4,2\%$ , при  $\alpha = 0,05$ ) было опрошено 450

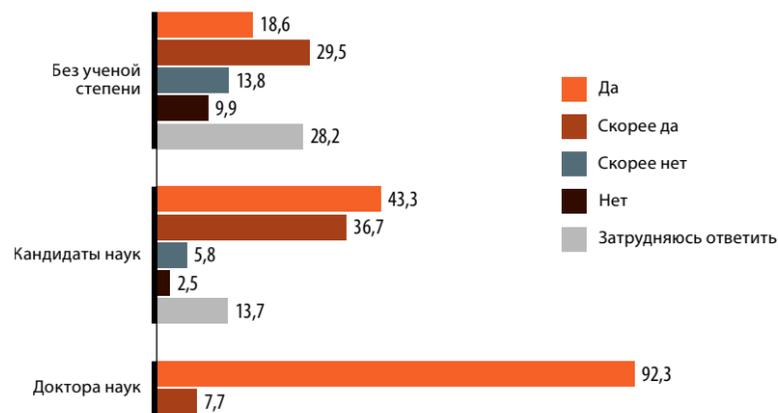


Рис. 1. Распределение ответов на вопрос: «Считаете ли Вы науку своим окончательным профессиональным выбором?» (% , в целом по выборке)

женщин – научных работников в структурных подразделениях НАН Беларуси. Согласно контролируемому признаку «научная степень», опросили 13 докторов наук, 120 кандидатов наук и 317 исследователей без ученой степени. Должностной профиль выборочной совокупности представлен следующим образом: 34,4% работают в должности младшего

научного сотрудника, 27,7% – научного сотрудника, 12,6% – старшего научного сотрудника, 7,6% – ведущего научного сотрудника, 1% – главного научного сотрудника, 8,9% – руководителя структурного подразделения (завотделом, лабораторией, сектором), 2,5% – ученого секретаря, 1,6% – заместителя директора, 0,4% – директора. Вариант

«другое» отметили 2,3% женщин, работающих в должности инженера, почетного директора института, стажера младшего научного сотрудника.

Образовательный опыт женщин характеризуется наличием у всех высшего образования. Абсолютное большинство (97,2%) окончили отечественные вузы, расположенные в Минске, Гомеле, Гомелях, Могилеве, Гродно, Витебске, Бресте, Новополоцке. Ряд респонденток – выпускницы университетов Российской Федерации (1,9%), расположенных в Москве, Новосибирске, Красноярске, Санкт-Петербурге, Благовещенске, Улан-Удэ, и Украины (0,9%) – Киев, Львов. Больше всего женщин учились в Белорусском государственном университете, его окончили 45,8%. Диплом с отличием (красный диплом) имеет каждая пятая (22,3%). Выпускницами магистратуры, аспирантуры и докторантуры

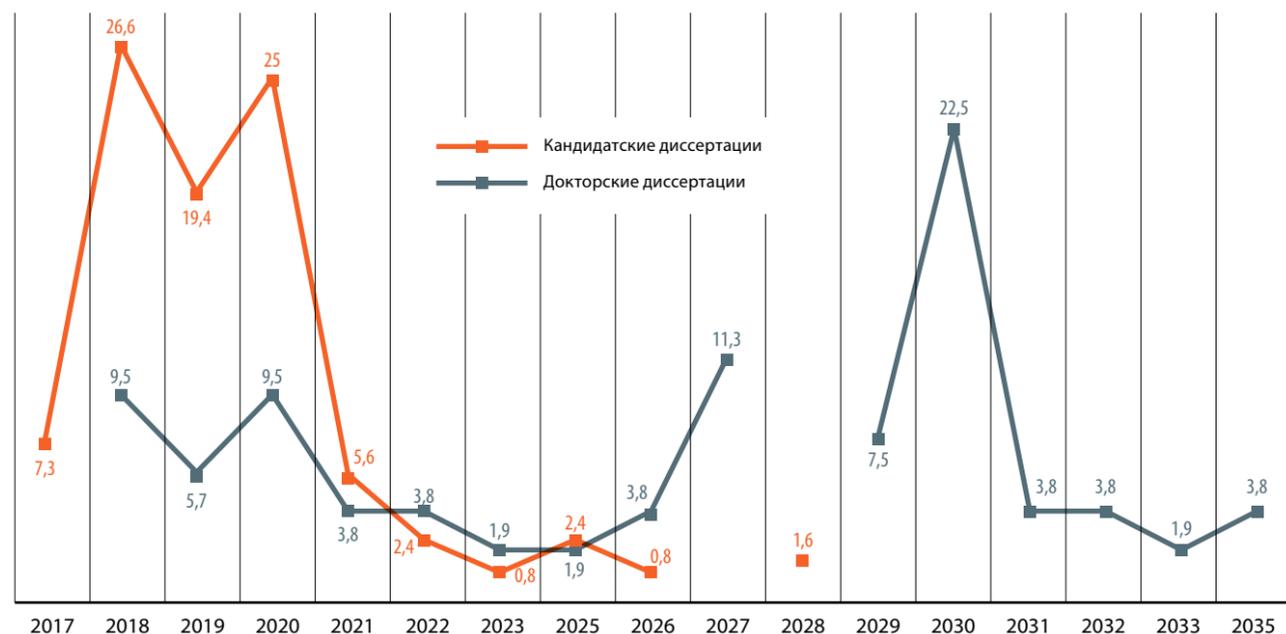


Рис. 2. Планирование защиты кандидатской и докторской диссертаций женщинами – научными работниками НАН Беларуси (% , в целом по выборке)

на момент опроса являлись 30,8%, 49,5% и 1,5% женщин соответственно. Учитывая, что женщины работают в академическом секторе науки, а не в вузовском, у 93,4% нет ученого звания, его имеют – 6,6% (в том числе доцентов – 5,4%, профессоров – 1,0%, членов-корреспондентов – 0,1%, академиков – 0,1%).

Один из важных аспектов в деятельности ученого – профессиональная самоидентификация как процесс и результат выбора исследователем своей позиции в научном сообществе. Более половины женщин (58,4%) считают науку своим окончательным профессиональным выбором. Не считают ее таковым 18,7%, при этом затруднилась ответить на поставленный вопрос практически каждая четвертая опрошиваемая – 23%. Данные о мнении женщин относительно научной деятельности как окончательного профессионального выбора в зависимости от наличия ученой степени представлены на рис. 1.

Получение ученой степени является одной из базовых ступеней квалификации научного сотрудника, а также фундаментом его карьеры. Научно-исследовательская деятельность предполагает необходимость наличия ученой степени как показателя квалификационной карьеры, который необходим для дальнейших исследовательских свершений в науке, признания открытий в академическом сообществе. По результатам исследования, планируют защитить в будущем кандидатскую диссертацию 39,5% женщин, докторскую – лишь 15,7%.

Анализируя данные, представленные на рис. 2, можно предположить, что у женщин защита кандидатской – в краткосрочной и среднесрочной перспективе.

Аспект работы	Полностью удовлетворены	Скорее, удовлетворены	Скорее, не удовлетворены	Полностью не удовлетворены	Затруднились ответить
Занимаемая должность	29,3	52,3	9,4	3,6	5,5
Меры государственной поддержки ученого	4,1	14,8	46,0	24,5	10,6
Перспективы должностного роста	13,0	44,3	18,1	9,2	15,4
Перспективы профессионального роста	15,3	47,4	21,2	6,2	9,9
Размер заработной платы	3,3	15,1	36,9	40,1	4,6
Отношения с руководством	36,7	51,4	5,8	2,6	3,5
Социальный пакет института	14,5	43,7	22,8	10,0	9,1
Состояние своего рабочего места	29,7	42,6	17,7	7,9	2,0
Психологический климат в коллективе	36,1	46,3	10,4	2,9	4,3
Условия своего труда в целом	17,2	59,1	15,5	3,7	4,5

Таблица 1. Удовлетворенность женщин-исследователей аспектами своей работы в НАН Беларуси (% , в целом по выборке)

Наличие ученой степени	Степень эффективности			
	Низкая	Ниже среднего	Выше среднего	Высокая
Доктор наук	0,0	15,4	46,2	38,5
Кандидат наук	4,5	29,6	52,7	13,4
Без ученой степени	6,0	36,5	51,3	6,3

Таблица 2. Оценка эффективности научно-исследовательской деятельности женщин в разрезе наличия ученой степени и ее вида (% , в целом по выборке)

Профессиональные способности	Полностью удовлетворены	Скорее, удовлетворены	Скорее, не удовлетворены	Полностью не удовлетворены	Затруднились ответить
Творческие	18,4	57,6	11,3	1,8	11,0
Научные идеи	12,0	47,2	24,7	1,9	14,3
Публикационная активность	12,0	39,4	32,7	5,4	10,5
Умение организовать свою работу	14,9	53,7	21,6	2,5	7,3

Таблица 3. Удовлетворенность женщин-исследователей своими профессиональными способностями и их реализацией (% , в целом по выборке)

В основном они планируют получить степень в ближайшие пять лет. К примеру, на момент опроса в 2017 г. это собирались сделать 7,3% женщин. Каждая пятая хочет

защитить кандидатскую в 2019 г., а каждая четвертая – в 2020 г. Среди тех, кто планирует стать доктором наук, большинство (22,5%) намерены сделать это в 2030 г.

Одной из профессиональных составляющих социального самочувствия является удовлетворенность различными аспектами трудовой деятельности – интегративный показатель, отражающий благополучие женщины в этой среде (табл. 1).

Выявлены существенные различия в оценке эффективности научной деятельности в зависимости от квалификационной степени и ее отсутствия (табл. 2).

Средняя оценка эффективности научно-исследовательской деятельности женщин по десятибалльной шкале составила 6,06 балла. В квалификационном разрезе данный показатель характеризуется следующим образом: среди докторов наук – 7,78, кандидатов наук – 6,33, научных работников без ученой степени – 5,90. Можно предположить, что возрастание данного показателя с повышением квалификации объясняется наличием ученой степени. Следует отметить, что женщины, удовлетворенные своей работой в НАН Беларуси, выше оценивают и эффективность своей деятельности.

На уровень научного труда влияние может оказывать субъективная оценка различных показателей профессиональных способностей женщин-ученых (табл. 3).

Важным индикатором научной самоидентификации ученого является профессиональная мобильность. Охарактеризуем ее в рамках нашего исследования, исходя из двух основных ее типов (горизонтальной и вертикальной). Большинство респонденток (58,8%) в ближайший год не намерены менять место работы. Хотят сменить его, но не сферу деятельности 3,6% женщин (среди них 0,1% перейдут на другую должность в своем НИИ, 0,7% – в другой НИИ в НАН

Беларуси, 2,8% – в другую научную организацию, не входящую в структуру Академии наук). Вообще намерены уйти из науки 6,6% женщин. Затруднилась ответить на вопрос практически каждая третья из опрошенных (30,9%).

Что касается административной карьеры в науке, то желание занять руководящую должность отсутствует у 40,2% женщин. Хочет это сделать каждая пятая (20,2%), причем в ближайшее время – 3,5% из них, а в будущем – каждая шестая (16,7%). Не ответили на поставленный вопрос 26,2%.

Среди исследовательских целей, которые ставят для себя женщины на ближайшие пять лет, на первом месте – защита кандидатской диссертации (41,4%). Пройти стажировку планируют 27,3%. У каждой четвертой в планах написать монографию (25,8%). Каждая пятая намерена перейти на вышестоящую должность (22,1%). Каждая восьмая планирует поступить в аспирантуру (12,3%). Создать собственное исследовательское направление собирается каждая десятая (10%). Менее всего женщины нацелены на поступление в докторантуру (3,5%) и защиту докторской диссертации (6,9%). Если рассматривать цели в зависимости от возраста респонденток, то большинство планирующих защитить кандидатскую диссертацию находится в возрасте до 39 лет. В то время как тем, кто планирует защитить докторскую, от 40 до 54. Написать монографию больше всего желают женщины, принадлежащие к двум возрастным категориям: 30–34 года и 40–44. Пройти стажировку, создать собственное исследовательское направление и перейти на вышестоящую

должность чаще всего планируют молодые женщины-ученые (30–34 года).

Научные планы женщин, которые были отмечены в ответе «другое» (21,1%), связаны с продолжением исследовательских работ, ответственным выполнением поставленных задач и должностных обязанностей, получением качественных научных результатов и практическим их применением. В планах также повысить квалификацию, получить научные звания, передавать знания и опыт молодому поколению, расширить научную школу и подготовить аспирантов, открыть новые методики исследования, организовывать собственные исследовательские проекты.

Женщины-ученые в академической науке Республики Беларусь ориентированы и мотивированы на занятие научной деятельностью. Для 93,6% значимо чувство морального удовлетворения от пользы научного труда, для 92,9% – ответственное выполнение служебных обязанностей. Высококвалифицированные и такие возможности работы, как признание среди профессионалов (88,8%), коллективная исследовательская работа (85,9%), возможность творческого самовыражения (82,9%), продвижение собственных научных тем (79,2%) и возможность заниматься фундаментальной наукой (73,6%).

Таким образом, женщины-ученые, работающие в академическом секторе белорусской науки, представлены во всех областях научной деятельности и занимаются исследовательской работой как на прикладном, так и на фундаментальном уровне. ■

SEE <http://innosfera.by/2019/03/scientists>



# Беларусь: земля страданий, земля мужества...

## К 100-летию окончания Первой мировой войны 1914–1918 гг.

Окончание. Начало в №2 2019 г.

**Аннотация.** На захваченных белорусских землях уже в 1916–1917 гг. белорусские крестьяне начали вступать в партизанские группы, образованные бежавшими из плена солдатами русской армии или созданные в воинских частях и брошенные в тыл врага. Так стихийное сопротивление населения было направлено в организованное русло. В итоге партизанское движение стало могучей силой, которая помогла Красной армии освободить Беларусь от оккупантов в конце 1918 – начале 1919 г.

**Ключевые слова:** оккупация, интервенты, партизанское движение, партийное подполье, вооруженное восстание, забастовка, добавочное соглашение.

Михаил Смольянинов,

ведущий научный сотрудник  
отдела военной истории Беларуси  
Института истории НАН Беларуси,  
кандидат исторических наук, доцент

**В** результате заключения Брест-Литовского мирного договора между Советской Россией и Германией большая часть белорусских земель была оккупирована германскими войсками. Семь южных уездов, образовавших Полесскую область, германцы передали Украинской Центральной Раде за ее вооруженную поддержку; пять уездов Минской и Могилевской губерний составляли район оккупации 1-го Польского корпуса Довбор-Мусницкого, выступившего против Советской власти.

Но население белорусских земель, несмотря на жестокий террор и расправы за малейшее сопротивление оккупантам, не склонило головы. Одним из многочисленных примеров стойкости и патриотизма белорусов является факт, имевший место в Морочанской волости Пинского уезда. 27 сентября 1915 г. германцы, заняв село Кутынь, согнали всех мужчин в церковь, сняли с них сапоги и полушубки и погнали на рытье окопов. Однако 50-летний крестьянин Адам Евдокимович Демчук отказался подчиниться, заявив немцам: «Я против своих окопов рыть не буду». За это немцы долго избивали смельчака палками, но крестьянин упорствовал. В итоге оккупанты застрелили патриота [1].

Безусловно, в самом начале оккупации, когда на открытый протест психологически трудно было решиться, население выражало свое неприятие оккупационного режима в основном в пассивных формах: уклонялось от реквизиций, поборов и штрафов, обязательных поставок, принудительных работ, игнорировало распоряжения администрации и установленный оккупационными властями жестокий внутренний режим. Однако имеется много сведений о том, что уже в 1916–1917 гг. белорусское крестьянство начало вступать в действовавшие в лесах, особенно в Беловежской пуще, в районе Пинска, партизанские группы, образованные бежавшими из плена солдатами русской армии или созданные в русских воинских частях и заброшенные в тыл врага. Таким образом большевики стремились расширить и направить стихийное сопротивление населения оккупантам в организованное русло. Качественно новый этап борьбы начался в 1918 г. в период февральского наступления германских войск и установления ими контроля почти над всей территорией Беларуси. Именно в этот период во многих уездах и волостях начало создаваться партийное подполье. 28 февраля 1918 г. на первом нелегальном собрании был образован Минский подпольный комитет. В течение марта – мая 1918 г. были созданы Полесский, Рогачевский, Мозырский, Жлобинский, Бобруйский, Борисовский, Речицкий комитеты, которые сформировали широкую сеть партийного подполья, насчитывающего в своих рядах к концу лета 1918 г. более 4 тыс. человек [2].

Принятые организационно-политические меры способствовали формированию партизанских отрядов. В частности, обращение

Гомельского подпольного Совета к рабочим и крестьянам с призывом присоединиться к беспощадной войне с оккупантами принесло свои плоды. Партизанские отряды возникли во многих волостях Гомельского уезда уже в марте 1918 г. и постепенно набирались боевого опыта. В начале марта партизаны взорвали гостиницу «Савой» и городской театр, где были расквартированы германские войска; бросили бомбу в кафе, в котором ужинали офицеры. Большой партизанский отряд из рабочих предприятий сформировался и в предместье Гомеля – Ново-Белице. В деревнях Гомельщины было создано несколько партизанских формирований, наиболее сильным из которых было Переростское. Сеть отрядов действовала в Полесье. Некоторые из них насчитывали до 500 бойцов [3].

Активно развивалось партизанское движение и на Витебщине. Только в Оршанском уезде по состоянию на 15 апреля общая численность партизан составила около 1400 человек, в Городокском на 22 апреля действовало 4 партизанских отряда численностью 378 человек. Всего же в Витебской губернии на конец марта 1918 г. в партизанских отрядах воевало 2400 человек. Крупные отряды действовали в районе Лепеля, деревень Запутье, Гладково, местечка Сухари Могилевского уезда, д. Рудобелка Бобруйского уезда [2].

Рост народного сопротивления оккупантам был вызван стремлением сохранить гарантированные советской властью права и свободы. К примеру, общее собрание крестьян Козьянской волости Городокского уезда Витебской губернии 6 апреля 1918 г. решило «не отдавать снова в руки буржуазии добытую кровью свободу и землю», «мы призываем трудящееся крестьянство объединиться в одну семью, организовать добровольную запись в партизанский отряд для борьбы с оккупантами», – было записано в постановлении собрания [2].

Организаторами партизанских отрядов нередко становились демобилизованные солдаты русской армии. Например, в Рудобельской волости бывшие солдаты А. Соловей и М. Левков организовали подпольный партийный комитет, усилиями которого было создано несколько групп сопротивления, объединившихся в партизанскую бригаду. В Дукорской волости демобилизованный солдат Г. Шычко в июле 1918 г. объединил группы революционно настроенных крестьян в крупную

партизанскую организацию [2]. Новые отряды создавались подпольными комитетами в районах Могилева, Бобруйска, Орши, Быхова, Слуцка, Речицы, Новогрудка, Молодечно, где к осени 1918 г. развивали свою деятельность 80 партизанских формирований. Кроме большевиков в подполье действовали также левые эсеры, партия По-алей-Цион, анархисты и др., которые предпринимали попытки действовать скоординированно.

Состоявшаяся 15 июля 1918 г. первая Минская районная конференция РКП(б) считала, что главной задачей партийной работы на оккупированной территории является подготовка вооруженного восстания с целью восстановления советской власти. Обсудив вопрос об отношениях с другими партиями, конференция признала возможность взаимодействия с ними при условии поддержки позиции большевиков и иных, стоявших на платформе советской власти, партий [4]. Попыткой такого сотрудничества можно считать организацию большевиками Речицы совместно с левыми эсерами и анархистами восстания против оккупантов. Выступление намечалось в ночь с 16 на 17 августа, однако из-за слабости сил и несогласованности действий оно не состоялось. В частности, отказался от участия в восстании Речицкий партизанский отряд под командованием эсера Алексеева, а также группы, рассредоточенные вдоль железной дороги. В то же время успешно провел боевую операцию Горвальский партизанский отряд под командованием большевика И. Костромы, сформированный из крестьян соседних волостей. Он напал на подразделение «варты» в Береговой Слободе. Отняв у гайдамаков оружие, партизаны разгромили немецкий конвой, охранявший имение графа Зубова [5].

С началом весны 1918 г. активизировались крестьянские восстания против оккупантов. В частности, они вспыхнули в Новогрудском, Слуцком, Быховском, Речицком, Бобруйском уездах и вскоре вылились в вооруженную партизанскую борьбу. Против установленного оккупантами режима выступили и рабочие. Повсеместно забастовки трудящихся перерастали в вооруженное сопротивление. Так, вспыхнувшая 15 июля 1918 г. в знак солидарности с коллегами из Украины забастовка гомельских железнодорожников переросла в вооруженную стычку с оккупантами. Бастующих поддержали рабочие Могилева, Жлобина, Рогачева, других городов Беларуси [6].

Усилившаяся борьба партизан и подпольщиков с захватчиками и улучшившееся внутреннее положение Советской России за счет поддержки трудящимся крестьянством советской власти, с одной стороны, а также ухудшившееся политическое и военное положение Германии и международное положение в целом – с другой, заставили германское командование пойти на подписание 27 августа 1918 г. добавочного к Брест-Литовскому мирному договору соглашения об отводе войск с временно оккупированной территории до заключения всеобщего мира.

В соответствии с принятым соглашением, правительство РСФСР приняло меры к занятию войсками Красной армии районов, оставляемых агрессорами. Задача освобождения белорусских земель от немецких оккупантов возлагалась на войска Западного района обороны, сформированного 11 сентября 1918 г. В его состав вошли Витебская, Псковская и Западная дивизии. (15 ноября это объединение было преобразовано в Западную армию.) Отвод германских войск начался с ухода из уездов Витебской губернии. К середине сентября был освобожден Полоцкий, 25 сентября – Лепельский. В 20-х числах начался отвод войск из уездов Могилевской губернии. К началу ноября были очищены часть Сенненского, Оршанского и Могилевского уездов. На оставляемую оккупантами территорию вступали войска Красной армии: части Псковской, 17-й, позже Западной стрелковых дивизий [7].

Германское командование в первое время выполняло взятые на себя обязательства. Об этом 7 октября 1918 г. руководство Красной армии докладывало Председателю Совнаркома В. И. Ленину: «...проведение в жизнь дополнительного соглашения к Брестскому миру пока немцами выполняется серьезно». Но подписанные договоренности не сдерживали враждебного отношения правительственных кругов Германии к Советской стране, не спасали от продолжения оккупации. В приказе германского Верховного командования от 16 ноября 1918 г. говорилось, что «быстрый уход со всех восточных областей... противоречит национальным и хозяйственным интересам Германии». Таким образом, ограбление белорусского народа продолжалось [7].

Однако ситуация, сложившаяся в результате вспыхнувшей в Германии революции, разложение оккупационных войск под влиянием русской

революции и проводимой большевиками агитации, а также поражения Четверного союза в мировой войне, позволила Советскому правительству 13 ноября 1918 г. аннулировать Брестский мирный договор. В принятом ВЦИК Советов постановлении указывалось, что все заключенные в договоре обязательства по выплате контрибуции или уступке территорий объявляются недействительными.

Все эти события ускорили отвод оккупационных войск на запад. К началу ноября 1918 г. ими были оставлены территории по линии Днепра и Друти. Во второй половине ноября германские власти сообщили советскому командованию об очищении белорусских земель к востоку от Березины. Главное командование Красной армии решило провести разведку в направлении Речица – Гомель – Борисов – Полоцк и по возможности овладеть этими пунктами. На занимаемых территориях военным при содействии местных комиссариатов и губернских исполкомов рекомендовалось устанавливать советскую власть, продвигаясь вперед поэтапно, на первое время ограничиваясь захватами главных железнодорожных узлов. При этом Советским правительством и Реввоенсоветом было дано указание командованию Западной армии без необходимости не вступать в вооруженную борьбу с немецкими войсками. Занятие крупных железнодорожных узлов и важных пунктов должно было производиться по взаимному согласию сторон.

В основном освобождение белорусских земель от немецких войск и занятие их частями Красной армии проводилось на основе договоренностей. Необходимо признать положительную роль в этом процессе образованных в германских войсках солдатских Советов, как правило, извещавших командование советских войск о времени отхода своих частей. Таким образом, 21 ноября были освобождены Полоцк, Жлобин, 28 ноября – Бобруйск, 2 декабря – Борисов, 5 декабря – Осиповичи и Калинковичи, 8 декабря – Слуцк, 9 декабря – Игуменский уезд. Части 17-й стрелковой дивизии подступали к Минску, в котором ситуация к этому времени фактически была уже под контролем подпольщиков и партизан. 10 декабря минчане с радостью встретили красноармейцев. Затем были освобождены Молодечно, Воложин, Вилейка, 15 декабря – Ошмяны. В середине декабря вся Сморгонщина была очищена от немцев. В конце декабря оккупанты оставили

Новоельню, Дятлово и Поречье Слонимского уезда. В покинутые врагом населенные пункты вступала Красная армия. В Новогрудок и Новоельню, в частности, вошли эскадроны кавалерии.

Сложнее проходило освобождение южной части Беларуси. Здесь в оккупантах были заинтересованы помещики, зажиточные слои населения и украинские гайдамаки, которые в Гомеле, например, пообещали каждому немецкому солдату по 1200 руб. в месяц за то, чтобы войска оставались в городе и не сдавали его большевикам. Германское командование совместно с петлюровцами пыталось всеми силами удержать Гомель. 20 октября 1918 г. были арестованы члены Гомельского военно-революционного комитета. В ответ на это железнодорожники объявили забастовку. Ее поддержали рабочие заводов и фабрик города и уезда. В результате всеобщей забастовки, наступления Красной армии и действий партизан оккупанты вынуждены были отступить. 14 января 1919 г. последние их части оставили Гомель. За два дня до этого была освобождена Речица. Петлюра, в свою очередь, попытался помешать немцам передать Красной армии Калинковичи.

Предательская политика петлюровцев вызвала огромный всплеск народного недовольства и сопротивления, активизировала партизанскую борьбу: в то время в районе Калинковичей действовали отряды под командованием Петра Короля, уроженца д. Огородники; Андрея Зубца из д. Рудня Горбовицкая; около местечка Юровичи – отряд Филиппа Нагорного. В соседнем, Мозырском уезде партизаны и подпольщики д. Скородное и окрестных населенных пунктов на собрании в конце ноября 1918 г. приняли решение поднять вооруженное восстание против оккупантов. С этой целью они установили контакт с подпольщиками г. Овруч, от которых получили оружие и боеприпасы. Кроме того, вооружение для оснащения отряда было захвачено в немецком гарнизоне д. Валавск в результате успешной операции.

4 декабря, воспользовавшись выездом немцев из имений Валавск и Кузьмичи, Скороднянский партизанский отряд под командованием Р. Т. Витко начал действовать. В Скородном и других населенных пунктах волости была разоружена гетманская стража, гайдамаки, которые оказывали вооруженное сопротивление, были разогнаны или уничтожены. Захват помещичьих

имений позволил партизанам значительно пополнить арсенал отряда, конфисковать пригодных для верховой езды и обоза лошадей, а также повозки, упряжь и седла. Захваченные трофеигодились отряду в боевых действиях.

В первой половине декабря партизанский отряд Р. Т. Витко численностью 300 человек выступил из д. Скородное и, преодолевая сопротивление гайдамаков в районе деревни Кочищи, направился на Каролин и далее – в Буйновичскую, Лельчицкую, Петриковскую и Слободо-Скрыгаловскую волости для восстановления советской власти. В местечке Каролин, например, был создан волостной ревком во главе с партизаном Т. Бычковским.

В те же дни крестьяне д. Павловка И. А. Козинцев и П. Э. Козинцев совместно с жителем д. Подлядичи Мелешковичской волости И. Д. Коваленко организовали партизанский отряд, вскоре выросший до 200 бойцов, который активно действовал в Мелешковичской и Лельчицкой волостях. В результате была восстановлена советская власть, создан волостной ревком под председательством М. А. Кочени [8].

А отряд Р. Т. Витко тем временем из местечка Каролин направился на Мозырь. По пути партизаны освободили д. Мелешковичи и подошли к уездному центру. В это время, 14 декабря 1918 г., в Мозыре начались переговоры советской делегации с представителями германских войск о допуске Красной армии в Мозырь, Калинковичи и Лунинец. 18 декабря советские войска заняли Мозырь. Вест об освобождении Мозырского уезда была восторженно встречена рабочими и крестьянами, выступавшими за объединение с Советской Россией против Петлюры и гайдамаков. В деревнях и селах Мозырского и других освобожденных от оккупантов уездов восстанавливалась Советская власть. Здесь партизаны – участники Скороднянского восстания слились с частями Красной армии [8].

Массовая борьба развернулась в Западном Полесье. В дни оккупации по Полесской железной дороге на запад один за другим «следовали эшелоны с награбленным немцами продовольствием, сырьем, другими ценностями. У крестьян отбирали животных и зерно». Из-за жестокой эксплуатации и грабежа «настроение у рабочих, служащих и крестьян Луниначины было враждебным к оккупантам

и «Украинской раде», что вскоре вылилось в длительную забастовку железнодорожников [9].

В октябре 1918 г. в тех местах вспыхнуло Полесское восстание, центром которого был Пинский уезд. Общее руководство восставшими военно-революционный комитет возложил на Г. Островского и А. Нагорного. Из повстанцев были сформированы 1-й и 2-й Полесские коммунистические полки под командованием соответственно А. Ф. Разановича и Ф. А. Козубовского. Всего в Полесье действовало около 100 отрядов сопротивления [9].

Упорная борьба партизан за освобождение Западного Полесья развернулась в январе 1919 г. Петлюровцы всеми силами стремились удержать за собой стратегически важную для них узловую станцию Лунинец, на которой со времен бывшей прифронтовой полосы находился один из крупных складов вооружения русской армии. В свою очередь советское руководство стремилось использовать арсеналы Лунинца, Лахвы и Видибора для оснащения красноармейских частей. ЦК РКП (б) и Совнарком для поддержки полесских партизан направили нескольких опытных организаторов, в том числе особоуполномоченного Чрезвычайной комиссии по обеспечению Красной армии А. Н. Ильина, которому по прибытии в Лунинец удалось войти в контакт с депутатами немецкого солдатского Совета и договориться об эвакуации германской дивизии до 7 января 1919 г. Немцы согласились передать Лунинецкому ревкому железнодорожный транспорт, все имущество и склады вооружения русской армии.

В связи с наступлением петлюровских войск и угрозой Лунинецкому узлу на собрании повстанческого актива был создан Военный Совет под председательством А. Н. Ильина, в состав которого вошли руководители подразделений сопротивления Г. М. Островский, Ф. А. Козубовский, К. Ф. Русак, М. Д. Ефимов, Н. Я. Лясковец и др. Его главной задачей являлась координация действий повстанцев, подпольных организаций и ревкомов, централизованное управление ими. Военный Совет принял решение неотложно выступить навстречу врагу. Однако собственных сил для отпора петлюровцам и гайдамакам у повстанцев было недостаточно. 5 января Председатель Военного Совета направил в Москву телеграмму В. И. Ленину с просьбой об оказании материальной и военной помощи. В ответ на просьбу повстанцев им на помощь подошли части

Красной армии. 9 января в Лунинец вступил 153-й полк 17-й стрелковой дивизии, сформированный в основном из витебских и смоленских рабочих и крестьян. Затем для координации действий повстанцев и частей Красной армии из Москвы в Полесье был направлен известный партийный деятель, член РВС Республики С. И. Аралов. Кроме того, в Лунинец прибыли эшелоны с личным составом 152-го полка 17-й стрелковой дивизии под командованием Я. В. Шека и С. К. Дергачёва.

Значительно пополнившись (отряд А. Н. Ильина стал насчитывать 3 тыс. человек), повстанцы совместно с красноармейцами 21 января двинулись на Пинск. Активными участниками этого похода были партизаны Лемешевичской и Радчицкой волостей, входившие в состав 2-го Полесского полка, который внес свой вклад в освобождение Пинска от гайдамаков и петлюровцев 25 января. До середины февраля 1919 г. части Красной армии вышли на линию Береза Картузская – Иваново – Сарны. Таким образом было освобождено Полесье.

Дольше всех из белорусских земель под оккупацией находилась Гродненщина. Хотя дошедшие туда вести о победе Октябрьской революции и установлении советской власти в России и на свободных от оккупации белорусских землях повлияли на подъем революционного движения и в этом регионе. Уже в январе – феврале 1918 г. в городах Гродненской губернии прошли стачки протеста против германской оккупации. Рабочие требовали заключения демократического мира, установления Советской власти, объединения с Советской Россией. В Гродно и других местах губернии (Житомле, Поречье, Друскениках) состоялись или готовились выборы в Советы рабочих и крестьянских депутатов [10]. С июля 1918 г. в Гродно действовал подпольный комитет РКП (б), который поддерживал связь с бойцами сопротивления Скиделя, Индуры, Поречья, Житомли, Коптёвки, других населенных пунктов.

В конце 1918 – начале 1919 г. там, а также в Лощанской, Малоберестовицкой и Богородицкой волостях действовали многочисленные коммунистические ячейки. Причем индурскими

и коптевскими партийцами была установлена связь с группой «спартаковцев» оккупационных германских войск [10]. Тем не менее налеты интервью на деревни, ограбление крестьян и расправы над ними продолжались. Так, в последних числах января 1919 г. отряд немцев напал на д. Обухово, изъяс имуществу, поджег несколько хат и запретил тушить пожар; в д. Коробчицы прибыл отряд численностью 28 солдат: оккупанты провели обыски в домах, забрали у крестьян сало, мясо, яйца и другие продукты, затем открыли стрельбу вдоль улицы и по хатам, в результате которой были человеческие жертвы; 6 апреля оккупанты ограбили жителей д. Гожа, один из крестьян, пытавшийся протестовать против бесчинств, был убит. Только в конце апреля 1919 г. германские войска оставили Гродненскую губернию [10].

Таким образом, Первая мировая война принесла белорусскому народу неисчислимы человеческие жертвы, бедствия и страдания, материальный и моральный ущерб. Почти полностью была разрушена промышленность, в ходе боевых действий превратились в руины или сгорели многие города и села, к полному разорению и упадку пришло сельское хозяйство. Огромный ущерб хозяйственной эксплуатации оккупанты нанесли природным ресурсам, особенно Беловежской пуще.

Повсеместно проявлялись неприятие населения навязанного режима и сопротивление как в пассивных формах, так и в активных – забастовках, рабочих и крестьянских восстаниях, перераставших в партизанскую борьбу. ■

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Национальный исторический архив Беларуси. Ф. 295. Оп.1. Д. 9027.
2. Гісторыя Беларусі: У 6 т. Т. 5. – Минск, 2006.
3. Из истории борьбы советского народа против иностранной военной интервенции и внутренней контрреволюции в 1918 г.: сб. ст. – М., 1956.
4. Борьба за Советскую власть в Белоруссии. 1918–1920 гг.: сб. докум. и материалов в 2 т. Т. 1: Февр. 1918 – февр. 1919 гг. – Минск, 1969.
5. Речица. Дорогой столетий в будущее: к 800-летию юбилею города / В. М. Лебедева и др. – Речица, 2013.
6. Нарысы гісторыі Беларусі: у 2 ч. Ч. 2. – Минск, 1995.
7. Иностранная военная интервенция в Белоруссии 1917–1920. – Минск, 1990.
8. Памяць: Гіст.-дакум. хроніка гарадоў і раёнаў Беларусі. Ельскі раён. – Минск, 2001.
9. Памяць: Гіст.-дакум. хроніка Лунінецкага р-на. – Минск, 1995.
10. Памяць: Гіст.-дакум. хроніка Гродзенскага р-на. – Минск, 1993.

SEE <http://innosfera.by/2019/03/Belarus>



**О, Беларусь, ты – гербная держава! Геральдические сонеты = О, Беларусь, ты – гербная дзяржава! Геральдычныя санеты** / Изяслав Котляров ; пер. с рус. Софьи Шах. – Минск : Беларуская навука, 2019. – 287 с.

ISBN 978-985-08-2390-8.

В новую поэтическую книгу Изяслава Котлярова вошли геральдические сонеты, посвященные городам, посёлкам и деревням Беларуси, которые когда-то обладали магдебургским правом и поэтому имеют свои гербы.

По словам члена-корреспондента НАН Беларуси, доктора исторических наук А. А. Ковалени, «предложенные читателю “Геральдические сонеты” Изяслава Котлярова являются определённым продолжением нашей древней литературной традиции в жанре геральдической эпиграммы. Автор имеет несомненный поэтический талант. Очарованный гербами белорусских родов и городов, владея общими историческими знаниями, он создал эпическую геральдическую картину Беларуси в стихах. Такой творческий приём в использовании нашего геральдического наследия будет интересен не только любителям отечественной геральдики и истории, но и широкому кругу читателей».

**Грамадска-палітычнае жыццё ў Беларусі, 1772–1917 гг.** / А. У. Унучак [і інш.] ; рэдкал.: В. В. Даніловіч (гал. рэд.) [і інш.] ; Нац. акад. навук Беларусі, Ін-т гісторыі. – 2-е выд. – Мінск : Беларуская навука, 2019. – 573 с., [2] л. іл.

ISBN 978-985-08-22406-6.

Выданне прысвечана грамадска-палітычнаму жыццю Беларусі ў перыяд знаходжання ў складзе Расійскай імперыі. Паказана эвалюцыя дзяржаўна-прававага статусу беларуска-літоўскай зямель у складзе Расійскай імперыі, прааналізаваны адносіны тагачаснага беларускага грамадства да палітыкі ўлад, прасочаны працэсы станаўлення і кансалідацыі грамадскага і нацыянальнага руху. У кнізе прадстаўлены вынікі навуковага асэнсавання палітычнага становішча нашых зямель у перыяд 1772–1917 гг.

Прызначана для шырокага кола чытачоў, якія цікавяцца гісторыяй Беларусі канца XVIII – пачатку XX ст.

**Тракторы XXI века: состояние и перспективы** / С. Н. Поддубко [и др.]. – Минск : Беларуская навука, 2019. – 207 с.

ISBN 978-985-08-2399-1.

Книга посвящена исследованиям конструкций тракторов и эксплуатационных свойств машинно-тракторных агрегатов для перспективных сельскохозяйственных технологий.

Осуществлен анализ силовых элементов современных гидромеханических и электромеханических трансмиссий тракторов, современных фрикционных механизмов зарубежных и отечественных тракторов, проведены исследования конструктивных схем электропривода машинно-тракторных агрегатов, электропривода активных рабочих органов сельхозмашин, выполняющих функции точного земледелия. Выполнен анализ современных механизмов управления сельхозмашинами, совместимости их с технологическими средствами спутниковой навигации, возможностей электропривода в управлении сельхозмашинами, обоснованы требования к техническим средствам электропривода механизмов управления при точном земледелии.

Предназначена для научных и инженерно-технических работников, занимающихся вопросами исследования и проектирования тракторов и машинно-тракторных агрегатов. Рекомендуется студентам технических вузов соответствующих специальностей.

## РУП «ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ДОМ «БЕЛОРУССКАЯ НАУКА»

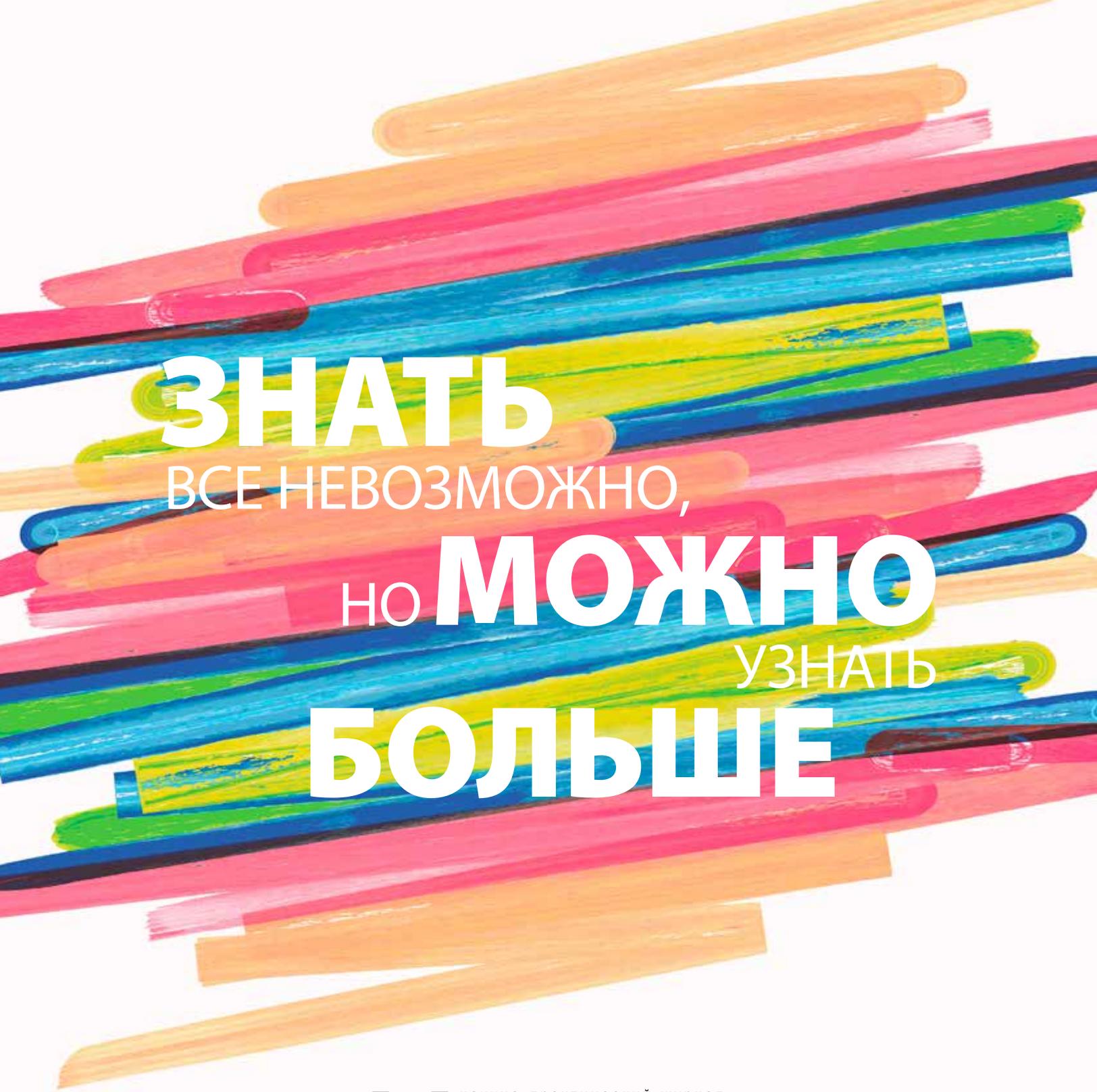
предлагает литературу

- по медицине
- искусствоведению
- литературоведению
- языковедению
- 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 заказы можно по телефонам: (+37517) 369-83-27, 268-64-17, 267-03-74. Адрес: ул. Ф. Скорины, 40, 220141, г. Минск, Республика Беларусь [belnauka@mail.ru](mailto:belnauka@mail.ru) [www.belnauka.by](http://www.belnauka.by)



**ЗНАТЬ**

ВСЕ НЕВОЗМОЖНО,

НО **МОЖНО**

УЗНАТЬ

**БОЛЬШЕ**

научно-практический журнал  
**Наука**  
**И ИННОВАЦИИ**

ПОДПИСНЫЕ  
ИНДЕКСЫ:  
00753  
007532

220072, г. Минск, ул. Академическая, 1-129  
тел./факс: (+375 17) 284-16-12 e-mail: [nii2003@mail.ru](mailto:nii2003@mail.ru)

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

