

**Сборник материалов
Дней белорусской науки
в г. Москве.
Научные достижения
Республики Беларусь**





А.Г. Шумилин

**Председатель
Государственного комитета
по науке и технологиям
Республики Беларусь**

Уважаемый читатель!

Вашему вниманию предлагаются доклады, представленные ведущими учеными и специалистами Республики Беларусь и Российской Федерации на Дни белорусской науки в Москве. Тематика докладов соответствует приоритетным направлениям научно-технического и инновационного развития Беларуси и России, таким как нанотехнологии и новые материалы, космические исследования и агротехнологии, медицина, фармацевтика и биотехнологии. Разумеется, что рамки настоящего мероприятия не позволяют в полной мере охватить весь спектр научных достижений наших стран, но и представленной информации достаточно для формирования целостного представления о состоянии и перспективах развития науки Союзного государства.

Отношения научных сообществ Беларуси и России всегда характеризовались тесным переплетением и взаимным дополнением фундаментальных и прикладных исследований, активным и эффективным использованием интеллектуальных, технологических, производственных и финансовых потенциалов. Все это послужило прочным фундаментом для формирования единого научно-технологического пространства Беларуси и России.

Новым и уже хорошо зарекомендовавшим себя форматом сотрудничества наших стран является сотрудничество регионов в области экономики, промышленности, сельского хозяйства, образования и науки. Прошедшие три Форума регионов Беларуси и России и проводимый четвертый Форум подтвердили его эффективность и наличие достаточного потенциала развития.

Примите пожелания активной профессиональной деятельности и новых достижений.

СОДЕРЖАНИЕ

НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НАНОТЕХНОЛОГИИ И КОСМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ	3
МЕДИЦИНА И ФАРМАЦИЯ	41
НАУКИ О ЖИЗНИ И АГРОТЕХНОЛОГИИ	151
БЕЛАРУСЬ И РОССИЯ: МЕЖВУЗОВСКАЯ ИНТЕГРАЦИЯ В НАУЧНОЙ СФЕРЕ	199



**НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ,
НАНОТЕХНОЛОГИИ
И КОСМИЧЕСКИЕ
ИССЛЕДОВАНИЯ**

НАПРАВЛЕНИЯ СОТРУДНИЧЕСТВА В ОБЛАСТИ НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ, НАНОТЕХНОЛОГИЙ И КОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Витязь П.А., руководитель аппарата НАН Беларуси, сопредседатель Межакадемического совета РАН и НАН Беларуси, академик, д-р техн. наук, профессор, заслуженный деятель науки и техники

Многолетний опыт взаимодействия белорусских и российских ученых лег в основу десятков совместных программ и проектов, выполняемых в рамках Союзного государства. Определены приоритетные направления сотрудничества, среди которых важнейшими являются космические исследования и информационные космические технологии, новые материалы, наноматериалы и нанотехнологии. Эти вопросы рассматриваются на отдельной секции в ходе проведения дней белорусской науки в Москве. На настоящий момент отработаны механизмы взаимодействия ученых посредством прямых связей через Фонды фундаментальных исследований Российской Федерации и Республики Беларусь и в рамках программ Союзного государства. Все это дает ощутимый результат для экономик наших стран.

Республика Беларусь входит в число 5 стран — основных торговых партнеров Российской Федерации. Удельный вес белорусских товаров в российском товарообороте составляет около 4 %. Дальнейшее углубление и расширение сотрудничества в рамках Союзного государства необходимо направить на решение вопросов социально-экономического развития путем концентрации финансовых, материальных, интеллектуальных ресурсов на решении приоритетных задач Союзного государства.

Примером, позволяющим оценить роль союзных программ в формировании единого научно-технического и информационного пространства, может служить космическая отрасль.

Космическая деятельность — область концентрации новейших достижений человечества, вершина научно-технического прогресса, средство решения глобальных, межгосударственных, государственных и региональных задач. Развитие космических технологий и использование данных дистанционного зондирования земли (ДЗЗ) позволяют значительно повысить эффективность принятия управленческих решений по обеспечению национальной безопасности, предупреждению чрезвычайных ситуаций природного и технологического характера, повышению эффективности землепользования



и сельскохозяйственного производства, охране окружающей среды и рационального использования природных ресурсов и по решению ряда других задач.

Развитие сотрудничества в этой области между учеными и производителями Беларуси и России активно проводилось еще в СССР. В том числе, в области новых материалов и их испытания, оптики, электроники, информационных технологий. Взаимодействие в космической отрасли получило новый импульс развития в рамках Союзного государства. С 1998 г. выполнено 5 программ, включая «Космос-БР», «Космос-СГ», «Космос-НТ», «Нанотехнология-СГ», «Стандартизация-СГ». Их выполнение дало возможность десяткам белорусских и российских организаций развивать космические технологии, закрепить, и сохранить и приумножить научный и инженерный кадровый потенциал, создать новую аппаратуру, приборы и материалы. Важной вехой стало подписание 15 марта 2011 г. Соглашения между Правительством Российской Федерации и Республики Беларусь «О сотрудничестве в области исследования и использования космического пространства в мирных целях».

На НАН Беларуси Указом Президента возложены функции организации и координации работ в космической сфере. Систематически проводятся встречи руководства Роскосмоса и НАН Беларуси по актуальным вопросам и перспективам развития сотрудничества. Создана рабочая группа для анализа полученных результатов, обоснования новых векторов кооперации ученых, в том числе, в рамках союзных программ. Значительный объем проведенных совместно работ, усилиями НАН Беларуси, ВНИИЭМ и организаций Роскосмоса, позволил разработать белорусский космический аппарат ДЗЗ с разрешением 2 м и аналогичный российский спутник «Канопус-В». Они были успешно выведены на орбиту 22 июля 2012 г. с космодрома «Байконур». В этом году исполняется 5 лет их успешной работы. На их базе создана космическая группировка спутников ДЗЗ, система управления, приема космической информации, технологии ее обработки и использования в интересах отраслей народного хозяйства.

С запуском БКА Беларусь получила возможность реального участия в международных структурах и проектах по использованию космического пространства в мирных целях. На 68 сессии Генеральной ассамблеи ООН 1 ноября 2013 г. Республика Беларусь принята в члены Комитета ООН по использованию космического пространства в мирных целях (резолюция Генеральной ассамблеи ООН А./С.4/68/1.3./Rev/1). Беларусью подписаны и ратифицированы межправительственные соглашения с Украиной и Казахстаном. Беларусь стала полноправным участником Международной Хартии «Космос и крупные катастрофы».

Научно-техническое сотрудничество в области космической деятельности с Российской Федерацией по созданию новых приборов, устройств, технологий, материалов, стандартов и технико-технологических решений в области природопользования и разведки полезных ископаемых, охране окружающей среды, развивается по линии союзных программ «Мониторинг-СГ», «Технология-СГ». Подготовлены и согласовываются концепции трех новых программ: «Интеграция-СГ», «Мульти-САТ-СГ» и «Робототехника». Ведутся работы по двум перспективным направлениям, связанным с построением глобального контура спутниковой и наземной связи на основе квантовых технологий, а также по структурному мониторингу работоспособности изделий и объектов ракетно-космической техники.

Основной комплекс работ в области космических исследований и разработок выполняется более чем 20 белорусскими и 40 российскими научными и производственными организациями. Созданы благоприятные условия для дальнейшей интеграции партнеров из двух стран. Разрабатываются научно-образовательные программы по подготовке специалистов, создаются наноспутники, обосновываются комплексные решения в области информационных технологий и системной обработки получаемой космической и наземной информации в интересах природопользования, охраны окружающей среды, других задач в интересах отраслей экономики. Во многом благодаря программам СГ на практике сформировано единое научно-технологическое и информационное пространство в области космических технологий ДЗЗ.

Рассматриваются вопросы дальнейшего развития сотрудничества в области космических исследований, путем концентрации усилий ученых и инженеров по созданию инновационного экспортноориентированного российско-белорусского спутника ДЗЗ с высокой разрешимостью, создание группировки спутников для проведения мониторинга при решении многочисленных задач.

Осуществление долгосрочного сотрудничества наших государств по интеграции наземных и орбитальных космических средств, а также интеллектуальных и производственных ресурсов для проведения исследования и использования космического пространства в мирных целях является программа Союзного государства «Разработка космических и наземных средств обеспечения потребителей России и Беларуси информацией дистанционного зондирования Земли» («Мониторинг-СГ» на 2013–2017 гг.) В ее реализации принимают участие 23 белорусских и 35 российских предприятий и организаций.

В рамках белорусской части программы выполнялся ряд крупных научно-технических проектов по созданию перспективных технических средств, в том числе гиперспектральной и радарной спутниковой аппаратуры дистанционного зондирования Земли, а также информационных технологий приема, обработки, хранения и доведения до широкого круга потребителей ин-



формации ДЗЗ от космических аппаратов с перспективной аппаратурой наблюдения, орбитальной группировки белорусского и российского космических аппаратов на основе использования современных достижений вычислительной техники и телекоммуникационных средств.

Важные вопросы решаются в выполняемой программе «Скиф-Недра», в которой разрабатываются информационно-вычислительные технологии и аппаратура для увеличения и эффективного использования ресурсного потенциала углеводородного сырья Союзного государства.

Вопрос разработки нормативно-технического обеспечения единых требований и правил проведения работ в области космических исследований и техники на основе действующих ведомственных систем стандартизации Роскосмоса и НАН Беларуси интегрированной системы стандартизации космической техники решался в рамках выполненной программы «Стандартизация-СГ» и найдет дальнейшее продолжение в формируемой программе «Интеграция-СГ». Новая программа направлена на разработку, модернизацию и гармонизацию нормативного, организационно-методического и аппаратно-програмного обеспечения целевого применения систем дистанционного зондирования Земли.

Перспективным развитием сотрудничества будет широкое использование многоуровневой системы ДЗЗ, включающей космическую технику, авиацию и беспилотники. Это направление рассматривается на секции и вырабатываются направления развития сотрудничества.

Среди новых программ, которые сейчас совместно разрабатываются, можно отметить следующие: «Мульти-Сат-СГ», направленная на разработку базовых элементов орбитальных и наземных сегментов многоцелевых космических систем с использованием многоспутниковых группировок космических аппаратов малой размерности.

Новые материалы и технологии решались в рамках выполненной программы «Наноматериалы-СГ» и продолжают выполняться в программе «Технология-СГ», которая направлена на разработку комплексных технологий создания материалов, устройств и ключевых элементов космических средств и перспективной продукции других отраслей.

Создание новых технологий и оборудования для производства современных полимерных материалов для высокотехнологичных отраслей промышленности будет выполняться в формируемой программе «Новопол» и в дальнейшем развиваться в программе «Аддитивность» на использовании различных материалов, цифровых технологий и 3D принтеров.

Российские и белорусские ученые обсуждают и ряд других направлений развития сотрудничества, как в области фундаментальных исследований, так и решения прикладных задач, имеющих важное значение для наших стран в

сфере аграрной техники и технологий, гуманитарных наук, здравоохранения, безопасности, молодежной политики. Для выработки предложений по анализу эффективности сотрудничества и выработки стратегических направлений развития науки, технологий и техники и создан Межакадемический Совет РАН и НАН Беларуси совместно с Постоянным Комитетом Союзного государства, на котором неоднократно рассматривались вопросы формирования и выполнения Союзных программ и перспективы развития сотрудничества.

Предлагается рассмотреть возможность широкого практического использования Межакадемического совета в интересах дальнейшего развития интеграции Союзного государства путем активного взаимодействия с депутатами Парламентского Собрания Союза Беларуси и России.

МЕТАМАТЕРИАЛЫ В ОПТИЧЕСКОЙ ОБЛАСТИ СПЕКТРА: ТЕХНОЛОГИИ, СВОЙСТВА И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ

*Белый В.Н., заведующий центром Института физики НАН Беларуси,
Казак Н.С., директор Института физики НАН Беларуси,
Курилкина С.Н., главный научный сотрудник Института физики
НАН Беларуси,
Агабеков В.Е., директор Института химии новых материалов
НАН Беларуси*

В настоящее время значительный интерес в сфере нанотехнологий представляют оптические метаматериалы (ММ) — композитные среды, обладающие свойствами, зависящими не столько от их химического состава, сколько от упорядоченной особым образом наноструктуры, состоящей из совокупности элементарных ячеек (искусственных «атомов»), размеры которых, как и расстояние между ними, значительно меньше длины волны света. В данном докладе рассмотрены разработанные в Республике Беларусь технологии получения композитных металл-диэлектрических (МД) (в том числе металл-полимерных) наноструктур, которые могут проявлять свойства метаматериалов, предложены оригинальные методы и устройства для характеристики созданных новых композитных наноструктур, а также представлены результаты изучения их диэлектрических и резонансных свойств.

Важнейшим видом метаматериалов являются гиперболические ММ, оптические свойства которых описываются продольной и поперечной ди-



электрическими проницаемостями, имеющими противоположные знаки. На основе нанопористого анодного оксида алюминия, периодически расположенные нанопоры которого заполнены благородным металлом (золотом или серебром), разработана оригинальная конструкция гиперболического метаматериала, который обладает отрицательной продольной диэлектрической проницаемостью в широком спектральном диапазоне [1].

Предложен новый подход к созданию оптических метаматериалов типа «рыбачья сеть», основанный на использовании шаблона самоорганизованных наночастиц (плотно упакованных полистирольных наносфер), в пространство между которыми внедряется металл (золото или серебро), либо чередующиеся нанослои металла и полимера [2]. Данный метод позволяет получать однородные МД наноструктуры достаточно большой площади (порядка единиц см^2), которые могут обладать одновременно отрицательной диэлектрической и магнитной проницаемостями, т. е. оптическим магнетизмом и отрицательным показателем преломления в видимой и инфракрасной области спектра.

Гиперболические метаматериалы на основе МД структур сформированы также из чередующихся слоев золотых наночастиц и полупроводниковых квантовых точек теллурида кадмия [3].

Обоснована возможность использования мультислоев Ленгмюра — Блоджетта диоктилсульфосукцината натрия с олигофениленвинилом и золотыми наночастицами для создания материалов с близкой к нулю диэлектрической проницаемостью [4].

Для характеристики образцов, изготовленных с помощью вышеуказанных технологий, нами разработан высокочувствительный интерферометрический метод, обеспечивающий прямое измерение фазового сдвига световой волны в тонких слоях поглощающих наноструктур. Для реализации данного метода создан дифференциальный поляризационный интерферометр, который позволяет проводить измерения в широком спектральном диапазоне при произвольных углах падения света на исследуемый материал. Кроме того, разработан высокоэффективный эллипсометрический способ определения толщины, показателя преломления диэлектрической матрицы, объемной концентрации пор, эффективной диэлектрической проницаемости созданных нанопористых структур.

Предложены метод и устройство, которые позволяют обнаружить у созданных композитных МД наноструктур наличие отрицательного показателя преломления. В основе их действия — различие в направлении поперечного смещения прошедшего через образец луча для материалов с положительным и отрицательным показателями преломления.

Свойства изготовленных композитных МД наноструктур исследованы как теоретически, так и экспериментально, в результате чего получен ряд новых результатов, имеющих как фундаментальное, так и прикладное значение.

ние. Среди них отметим обнаружение нового типа плазмонов, локализованных у границы раздела диэлектрика и метаматериала (металла) — бесселева мультиплазмона, который характеризуется наличием ярко выраженных, симметрично расположенных в приосевой области сверхузких (с размером несколько десятков нанометров) максимумов интенсивности, сохраняющих свою пространственную структуру при удалении от границы раздела, что обуславливает его перспективность для создания нового вида виртуальных оптических квазибездифракционных зондов для ближнепольной микроскопии [5].

В результате проведенных исследований обоснована перспективность применения созданных наноструктур для получения изображений с субволновым разрешением. Разработаны ближнепольные суперлинзы, позволившие достичь разрешения 70 нм в ультрафиолетовой области спектра при глубине фокуса 40 нм и усилении интенсивности излучения в 30 раз [6]. Показано, что данные линзы могут использоваться для работы с высоким разрешением в широком спектральном диапазоне (от 300 до 800 нм) как в ближнем, так и в дальнем поле.

Показана перспективность использования разработанных ближнепольных линз для резонансно-усиленной нанолитографии на основе интерференции эванесцентных волн. Предложена МД структура, которая при работе в ультрафиолетовом диапазоне ($\lambda = 365 \text{ nm}$) позволяет формировать в помещенном за ней фоторезисте различные типы двумерных нанорешеток, которые перспективны для применения в оптоэлектронике и наноплазмонике.

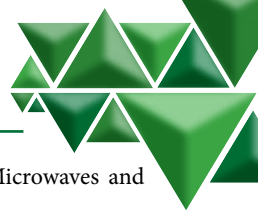
Кроме того, на основе нанопористого оксида алюминия разработано устройство управления поляризацией световых пучков с широким угловым спектром, которое функционирует как четвертьволновая или полуволновая пластинка [7].

Таким образом, как свидетельствуют результаты теоретических и экспериментальных исследований, метаматериалы на основе МД наноструктур перспективны для получения изображений с субволновым разрешением, в резонансно-усиленной нанолитографии на основе интерференции эванесцентных волн, для управления поляризацией света.

Список использованной литературы

1. Конструкция гиперболического метаматериала для оптического спектрального диапазона: пат. U 10687 Респ. Беларусь, МПК Н 01 L 29/06/ Н. И. Мухуров, М. А. Бинхуссаин, М. С. Алшамари, Х. А. Аларифи, И. В. Гасенкова, Н. С. Казак, В. Н. Белый; заявители Институт физики НАН Беларуси (BY), Научно-технический центр им. Короля Абдулазиза (SA). — № u 20140450; заявл. 12.12.2014; опубл. 30.06.15 // Афiцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. — 2015. — № 6.

2. Simulation of Negative Refraction Condition for Fishnet Structures Based on Self-Assembled Nanoparticles Templates/S. Kozik, S. Ravaine, V. Belyi, N. Kazak// Proc. of the



9th International Congress on Advanced Electromagnetic Materials in Microwaves and Optics Metamaterials, Oxford, 2015 — P. 520–522.

3. Hyperbolic metamaterials based on quantum-dot plasmon-resonator nanocomposites/ S. V. Zhukovsky [et al.]// Optics Express. — 2014. — V. 22. — N. 15. — P. 18290–18298.

4. Langmuir-Blodgett films of polystyrene-poly-2-vinylpyridine with silver nanoparticles/ A. Salamianski [et al.]// Proc. of the 9th International Congress on Advanced Electromagnetic Materials in Microwaves and Optics Metamaterials, Oxford, 2015. — P. 574–576.

5. Kurilkina, S. N. Features of vortex Bessel plasmons generated in metal-dielectric layered structures/ S. N. Kurilkina, V. N. Belyi, N. S. Kazak// Journal of Optics. — 2013. — V. 15. — P. 044017.

6. Far-field plane lens based on a multilayered metal-dielectric structure/ V. Belyi [et al.] // Advanced Electromagnetics. — 2014. — V. 3. — N. 2. — P. 1–5.

7. Преобразование поляризации света с использованием нанопористых пленок оксида алюминия/ В. А. Длугунович, А. Ю. Жумарь, С. Н. Курилкина, Н. И. Мухуров// Журнал прикладной спектроскопии. — 2015. — Т. 82. — № 5. — С. 766–772.

НОВЫЙ КОМПОЗИЦИОННЫЙ МАГНИТНЫЙ НАНОМАТЕРИАЛ

Вечер А.К., старший научный сотрудник ГО «Научно-практический центр НАН Беларуси по материаловедению»

Говор Г.А., ведущий научный сотрудник ГО «Научно-практический центр НАН Беларуси по материаловедению»

ГО «Научно-практический центр НАН Беларуси по материаловедению»

В ГО «НПЦ НАН Беларуси по материаловедению» разработана технология изготовления различных материалов на основе металлических порошков с нанометровыми покрытиями. В зависимости от основы и способа обработки возможно получить несколько классов материала:

– **магнито-мягкие материалы** — для применения в электродвигателях, в т. ч. беспилотных летательных аппаратах, генераторах, трансформаторах, для электромобилей и электробусов и других электротехнических изделий;



Рис. 1 Изделия на основе разработанного композиционного магнитного материала

– **резистивные** — для изготовления экономичных, с КПД до 95 % электронагревательных элементов различной формы, мощности и конфигурации и резисторов с габаритами в 5 раз меньше выпускаемых;



Рис. 2 Электронагревательные элементы для автотракторной техники и бытовых электроплит

– **магнито-твердые** — для изготовления недорогих и высокоэффективных магнитов;

– **магнитокалорические** — для изготовления холодильных устройств.



Рис. 3 Схема работы магнитного холодильника и экспериментальный образец термомагнитного двигателя

Технико-экономические показатели материалов

Получаемые материалы по своим параметрам превосходят в 2–5 раз имеющиеся, имеют низкую себестоимость, в 2–10 раз дешевле применяемых в настоящее время. Позволяют создавать продукцию и устройства, не имеющие аналогов на рынке.

Новые композиционные магнитные материалы на основе ферритизированного порошка железа могут с успехом заменять ламинированную электромагнитную сталь для многих высокочастотных применений, в таких изделиях как трансформаторы дроссели, современные вентильные высокооборотные электродвигатели и генераторы.



Рис. 4 Использование композиционных материалов

Композиционные резистивные материалы позволяют создавать широкий ряд электрокерамических нагревательных устройств любой мощности, форм и конфигураций.

Магнито-твердые материалы предназначены для изготовления недорогих и высокоэффективных магнитов различного применения.

Магнитокалорические материалы позволяют изготовить холодильные бездвигательные устройства и термомагнитные двигатели.

Также композиционные материалы можно использовать для 3D печати широкого ряда деталей для электрических машин и устройств.

ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК БЕЛАРУСИ КАК АКТИВНЫЙ ПАРТНЕР ИНТЕГРАЦИОННОГО СОТРУДНИЧЕСТВА С ОРГАНИЗАЦИЯМИ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО СЕКТОРА ЭКОНОМИКИ РОССИИ

Залесский В.Г.

*Государственное научное учреждение «Физико-технический институт
НАН Беларуси»*

В прошедшем 2016 году Государственное научное учреждение «Физико-технический институт Национальной академии наук Беларуси» отметило 85-летний юбилей.

К основным научным направлениям института относятся исследования и разработка новых материалов на основе металлов, сплавов и керамик, а также разработка высокоэффективных технологических процессов их получения и обработки. В последние годы наиболее активно развиваются исследования в области инженерии поверхностей, основанные на применении концентрированных потоков энергии, включая ионные, электронные пучки, лазерное излучение и потоки плазмы. Одновременно сохраняются и продолжают развиваться такие традиционные для института фундаментальные и прикладные исследования, как структурообразование при интенсивной, в том числе высокоскоростной, пластической деформации материалов, высокоскоростная термообработка, а также обработка металлов и сплавов с использованием магнитных полей, теория и практика поперечно-клиновой прокатки.

К разработанным в институте технологическим процессам относятся горячее гидродинамическое выдавливание, точная объемная штамповка деталей сложной формы в штампах с разъемными матрицами, теплая деформация различных металлов и сплавов в процессах выдавливания, прессования и прокатки и др.

Создана гамма новых материалов с высоким уровнем физических, механических и функциональных свойств: алюминий-графитовые композиты, экономно легированные стали для тяжелонагруженных узлов автомобилей, бронзы с ультрамелкокристаллической структурой, электропроводность которых лишь на 10–15 % ниже электропроводности чистой меди, а прочность — в 4–5 раз выше, керамические огнеупорные композиты для термических и тепловых агрегатов, получаемые с использованием вторичных ре-



сурсов, инструментальные алмазосодержащие композиты различного назначения, броневые материалы для средств индивидуальной защиты и другие. Получены тонкопленочные и нано-структурированные объекты с уникальными физико-химическими свойствами.

Разработана технология формирования композиционных покрытий на основе оксида титана, применяемая при изготовлении медицинских имплантатов для остеосинтеза и в производстве искусственных клапанов сердца. Создан новый метод комбинированного физического и химического формирования тонких алмазоподобных углеродных пленок и покрытий, обеспечивающий увеличение скорости их осаждения в 2–3 раза и снижение уровня остаточных внутренних напряжений в 5–7 раз. Получены новые композиционные алюмооксидные керамические материалы, а также разработан гибридный метод их получения, основанный на электролитно-плазменном полировании и импульсном высоковольтном электрохимическом оксидировании.

Разработаны новые способы и технологии модифицирования вторичных алюминиевых сплавов с последующим изготовлением из них ответственных деталей поршневой группы двигателей внутреннего сгорания, что позволило использовать в производстве ОАО «Управляющая компания холдинга МИНСКИЙ МОТОРНЫЙ ЗАВОД» более 60 % вторичных ресурсов без снижения свойств конечных изделий. Разработана конструкция поршня с низрезистивной вставкой и галерейным охлаждением, использование которого обеспечивает соответствие двигателя нормам Евро-5.

В институте создано современное сертифицированное серийное производство полупроводниковых генераторов на транзисторной основе и индукционных установок для скоростной электротермической обработки и нагрева деталей и полуфабрикатов для последующих технологических операций.

В Республике Беларусь Институт является головной организацией по таким актуальным техническим проблемам, как сертификация режущего инструмента, безопасность эксплуатации сосудов высокого давления, включая нефте- и газопроводы направления «Восток — Запад».

На протяжении всей своей истории институт активно участвовал и участвует в реализации научных и научно-технических программ и проектов с организациями и предприятиями Российской Федерации. В 2016 г. успешно завершены создание и поставка оборудования ионно-плазменного азотирования для Волгодонского предприятия АО «АЭМ-технологии-Атоммаш». Долговременным партнером института являются организации Томского научного центра Сибирского отделения Российской академии наук. Уместно отметить, что результаты этих исследований неоднократно отмечались премией имени академика В. А. Коптюга, родившегося в Беларуси и много лет возглавлявшего Сибирское отделение Российской академии наук. Мно-

голетние хорошие традиции сложились со специалистами Нижегородского университета в области исследования процессов интенсивной пластической деформации металлов и сплавов. На протяжении ряда лет успешно развивается сотрудничество в области разработки высокоэффективных технологических процессов инженерии поверхностей металлов и сплавов со специалистами Ростовского государственного университета путей сообщения. Активизировалось сотрудничество с Уфимским государственным авиационным техническим университетом в области ионно-плазменной и химико-термической обработки поверхностей.

В последние годы интенсивно развивается сотрудничество с Объединенным институтом ядерных исследований в г. Дубна. Целью этих работ является создание технологии получения сверхпроводящих ниобиевых резонаторов для оснащения перспективных коллайдеров и ряда других установок, основанных на использовании высокоэнергетических частиц.

Специалисты института успешно выполнили и продолжают выполнять ряд проектов в рамках научно-технических программ Союзного государства, связанных с развитием исследований космического пространства, создания современной мобильной техники, технологических процессов микроэлектроники и инженерии поверхностей. В настоящее время институт активно участвует в подготовке программ Союзного государства в области аддитивных технологий, технологий создания и производства эндопротезов, развития ускорительной техники.

УДК 629.7:528.8

ПУТИ РАЗВИТИЯ БЕЛОРУССКОЙ КОСМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

Золотой С.А., директор

*Научно-инженерное республиканское унитарное предприятие
«Геоинформационные системы» НАН Беларуси*

В Республике Беларусь, в рамках выполнения Национальной космической программы на 2008–2012 гг., создана и с декабря 2013 г. успешно функционирует Белорусская космическая система дистанционного зондирования Земли (БКСДЗ). В ее состав входят:



- белорусский космический аппарат (БКА) со съемочной аппаратурой высокого пространственного разрешения;
- белорусский наземный комплекс управления (БНКУ);
- белорусский наземный комплекс приема, обработки, хранения и распространения космической информации (БНКПОР).

К настоящему времени благодаря сведениям, получаемым с помощью средств космического базирования (в том числе зарубежных) и пилотируемого авиационного комплекса, создан ряд специализированных баз геопространственных данных государства:

- база данных сети республиканских автомобильных дорог;
- база данных радиационного загрязнения почв;
- кадастр недвижимого имущества, прав на него и сделок с ним;
- земельный кадастр;
- лесной кадастр;
- единые реестры административно-территориальных и территориальных единиц и др.

Логическим продолжением данной работы в текущем периоде времени стала Государственная программа «Научные технологии и техника на 2016–2020 гг.» в части Подпрограммы 7 «Исследование и использование космического пространства в мирных целях». В ее рамках планируется создание:

- нового перспективного космического аппарата БКА-2 со съемочной аппаратурой сверхвысокого пространственного разрешения;
- высокоскоростного радиотракта для передачи информации на Землю;
- дополнительных авиационного (включая беспилотный) и наземного информационных уровней.

Все это позволит существенно повысить возможности БКСДЗ как по качеству получаемых космических данных, так и по объему обрабатываемой информации, реализуя тем самым принципиально новую многоуровневую систему — МБКСДЗ.

Создание МБКСДЗ будет способствовать унификации геопространственных данных и реализации надежного партнерства всех заинтересованных министерств и ведомств, государственных организаций и коммерческих структур. Это позволит избежать дублирования, повысить степень достоверности и доступности геопространственных данных, а также организовать мониторинг процессов и явлений на территории как Беларуси, так и других заинтересованных государств.

Анализ технологий получения и целевого использования материалов дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) в Республике Беларусь выявил перечень задач, решение которых актуально для развития ряда отраслей эко-

номики и социальной сферы. В той или иной мере это касается следующих направлений:

- координации организациями-поставщиками информации в процессе ее получения и распространения, позволяющей более оперативно реализовать задания на дистанционную съемку и исключить дублирование выполняемых работ;
- создания объединенного информационного ресурса на территории Республики Беларусь с целью объединения каталогов и банков данных ДЗЗ различных ведомств в территориально-распределенную базу данных;
- сокращения сроков создания средств топогеодезической информации в интересах национальной безопасности на основе данных ДЗЗ и увеличения надежности системы оперативного обеспечения данными МБКСДЗ;
- повышения достоверности и доступности геопространственных данных, в том числе результатов мониторинга процессов и явлений на территории Беларуси и других территориях государственного интереса;
- создания центра оказания услуг владельцами беспилотных летательных аппаратов;
- совершенствования механизмов мониторинга и реагирования при угрозе или возникновении чрезвычайных ситуаций;
- повышения эффективности целевого применения ДЗЗ и расширения круга решаемых целевых задач с учетом возможностей нового перспективного БКА-2 и беспилотных летательных аппаратов;
- разработки государственных стандартов, гармонизированных с международными стандартами в области ДЗЗ.

Одним из приоритетных направлений в разработке МБКСДЗ является создание пользовательских программных и аппаратно-программных комплексов обработки. Структурно МБКСДЗ (в отличие от действующей БКСДЗ, которая предоставляет лишь исходные данные для последующей целевой обработки) будет содержать также дополнительный пользовательский сегмент, формирующий продукцию нового качества — конечную целевую информацию для непосредственного использования ее потребителями.

В состав пользовательского сегмента МБКСДЗ будут включены следующие подсистемы:

- резервного банка данных ДЗЗ Навигационно-топографического управления;
- мониторинга и реагирования при угрозе или возникновении чрезвычайных ситуаций;
- мониторинга земельного фонда;
- мониторинга лесного фонда;
- гидрометеорологической безопасности.



Система в целом будет снабжена дополнительными входными интерфейсами для коммуникаций с базами данных авиационного и наземного сегментов, а также выходными пользовательскими интерфейсами.

Таким образом, МБКСДЗ будет представлять собой территориально-распределенную информационную систему формирования, обработки, обмена и разрешенного доступа к информации, функционально объединяющую информационные ресурсы данных ДЗЗ и производные от них, циркулирующие на функциональных уровнях системы.

Функциональным уровням МБКСДЗ будет соответствовать структура, состоящая из подсистем (сегментов), масштабируемых в зависимости от вида получаемых геопространственных данных и степени расширения перечня решаемых задач на основе информации ДЗЗ. На уровнях формирования, сбора, обработки данных ДЗЗ планируется создание информационных ресурсов правообладателей космического, авиационного и наземного сегментов, которые будут объединены в распределенную межкорпоративную сеть, имеющую геопортальный инструментарий для решения задач соответствующего функционального уровня. Организация взаимодействия между пользователями системы должна обеспечивать разрешенный удаленный доступ к целевой информации. Для реализации этих задач в составе МБКСДЗ будет разработана подсистема сбора данных ДЗЗ и/или их метаданных.

Функция предоставления информации МБКСДЗ будет реализовываться двумя взаимодополняющими подсистемами. Первая из них реализуется в телекоммуникационной сети Национального космического оператора Республики Беларусь (УП «Геоинформационные системы» НАН Беларуси) и связывает собой выделенных потребителей. Особенность данной подсистемы заключается в возможности потребителей участвовать в процессе планирования съемки БКА-2, что позволит существенно сократить время на реализацию заявки на съемку (в ряде случаев менее суток) и исключить дублирование работ при получении данных ДЗЗ сверхвысокого пространственного разрешения. Вторая подсистема реализуется геопортальными решениями, созданными на основе Web-технологий и продуктах OpenSource в сети массового пользования Интернет.

Информационная среда пользовательского сегмента МБКСДЗ будет содержать целевую геопространственную информацию и сопровождающую ее метainформацию. Информационная среда формируется как предприятиями, отвечающими за государственные информационные ресурсы, так и юридическими и физическими лицами, создающими геопространственные данные. Процессы обмена и/или хранения геопространственной информации должны основываться на государственных стандартах, гармонизированных с международными требованиями.

ОБЪЕМНЫЕ НАНО- И МИКРОКРИСТАЛЛИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ И МЕДИЦИНЫ

Копылов В.И., ведущий научный сотрудник Государственного научного учреждения «Физико-технический институт НАН Беларуси»,

Чувильдеев В.Н., директор «Научно-исследовательского физико-технического института» федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского»

В настоящее время технологии интенсивного пластического деформирования (ИПД) являются одними из наиболее востребованных и активно развиваемых методов получения объемных наноструктурированных и ультрамелкозернистых (УМЗ) металлических материалов.

Теоретические и прикладные основы ИПД металлических материалов, разработанные в Физико-техническом институте Академии наук БССР в начале 70-х годов прошлого века д. т. н. В. М. Сегалом, привели к созданию пионерного метода равноканально-углового прессования (РКУП), суть которого заключается в реализации схемы локализованного простого сдвига высокой интенсивности на линии пересечения каналов при продавливании заготовки через два пересекающихся канала одинакового поперечного сечения.

Коллективом ФТИ АН БССР под руководством В. М. Сегала была описана механика процесса РКУП и разработаны технологические основы этого метода, а позднее — к середине 70-х — началу 80-х годов уже получены и всесторонне исследованы первые объемные ультрамелкозернистые материалы с нано- и субмикроструктурной структурой, механические и другие структурно чувствительные свойства которых в разы превышают свойства в обычном поликристаллическом состоянии.

Это позволило выделить РКУП-материалы в особый класс конструкционных материалов, обладающих уникальным сочетанием высокой прочности, сопротивлением усталостному разрушению, рекордными характеристиками сверхпластичности и др.

К середине 90-х годов метод РКУП получил всемирное признание как важнейший метод получения объемных наноструктурированных материалов и включен в известную энциклопедию Ульмана (Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry).



Дальнейшие исследования в области получения и исследования конструкционных УМЗ металлов и сплавов для перспективных приложений в машиностроении и медицине получили всестороннее и плодотворное развитие в рамках многолетнего соглашения о научно-техническом сотрудничестве между ФТИ НАН Беларуси и НИФТИ ННГУ им. Н. И. Лобачевского.

В результате совместных исследований было установлено, что объемные нано- и микрокристаллические материалы, полученные методом РКУП, обладают не только повышенной прочностью, но в них также наблюдается ряд эффектов, открывающих новые технологические возможности, среди которых следует, в первую очередь, отметить эффекты высокоскоростной и низкотемпературной сверхпластичности, эффект комплексного повышения прочности и пластичности при комнатной температуре, а также эффект комплексного повышения прочности и коррозионной стойкости.

В основе выявленных эффектов лежит уникальная возможность формирования в процессе РКУП УМЗ структур с большеугловыми границами зерен (БУГ). Принципиальное значение доминирования БУГ в спектре разориентировок границ зерен связано с исключительной ролью, которую они играют в формировании уникальных свойств УМЗ материалов. Особое свойство БУГ (в отличие от малоугловых границ) — их способность переходить в неравновесное состояние в процессах пластического деформирования и сохранять это состояние в течение определенного времени после деформации. Так, для обеспечения высоких сверхпластических свойств необходимо создать материал с максимально высокой долей БУГ, поскольку только в таких границах зерен может осуществляться зернограничное проскальзывание — основной механизм сверхпластичности. С уровнем неравновесности БУГ связан и обнаруженный эффект одновременного повышения прочности и пластичности при комнатной температуре. Как показано в многочисленных совместных экспериментальных и теоретических работах, именно в понимании особенностей поведения границ зерен лежит ключ к пониманию свойств УМЗ материалов, получаемых методом РКУП.

В настоящее время решен целый ряд фундаментальных и научно-технических задач, позволяющих говорить об этой технологии как новом методе получения конструкционных материалов с высокими физико-механическими свойствами и эксплуатационными характеристиками.

Наиболее значимые результаты совместных исследований ФТИ НАН Беларуси и НИФТИ ННГУ обобщены в коллективной монографии «Fundamentals and Engineering of Severe Plastic Deformation» / Segal V.M., Beyerlein I.J., Carlos N.T., Chuvildeev V.N., Kopylov V.I. — Nova Science Publishers. 2010. 542 p.

Среди важнейших научно-практических результатов следует выделить следующие:

1) разработан ряд УМЗ алюминиевых сплавов системы Al-Mg-Sc-Zr с рекордными характеристиками высокоскоростной сверхпластичности, существенно превосходящими аналогичные показатели сплавов-аналогов.

2) разработаны высокопрочные жаростойкие УМЗ сплавы системы Al-Si (силумины), в которых впервые в мире был реализован эффект сверхпластичности с рекордными значениями удлинения до разрушения. Эффект сверхпластичности в УМЗ сплавах Al-12%Si и Al-18%Si наблюдается в диапазоне скоростей деформации $2 \cdot 10^{-4} \div 3 \cdot 10^{-3} \text{ c}^{-1}$ и температуре деформации в диапазоне 490–520 °С, при которых получены и рекордные значения удлинения до разрушения (более 750 %). Механические испытания УМЗ силуминов Al-12Si и Al-18Si при комнатной температуре показали, что пластичность УМЗ сплавов в 4–5 раз выше пластичности литых образцов.

3) Разработан УМЗ сплав Al-6Mg-1Mn с уникальными механическими свойствами при комнатной температуре (одновременно прочность и пластичность УМЗ сплава в два раза выше, чем аналогичные свойства крупнозернистого сплава) и высоким показателем низкотемпературной сверхпластичности (при температуре 250 °С было достигнуто удлинение 320 %).

4) Разработаны УМЗ магниевые сплавы Mg-Al-Zn и Mg-Zn-Zr, обладающие рекордно высокими сверхпластическими характеристиками. В интервале температур 100–300 °С и скоростей деформации $10^{-3} \text{--} 10^{-2} \text{ c}^{-1}$ разработанные УМЗ магниевые сплавы обнаруживают пластичность более 600 %, что в 2–3 раза превышает показатели пластичности аналогичных сплавов. В УМЗ сплаве Mg-6Zn-0.5Zr удлинение до разрушения при комнатной температуре составляет 45 %, что более чем в 2 раза превосходит лучшие показатели аналогов.

5) Разработан УМЗ титановый сплав Ti-5Al-2V, обладающий одновременно в 1,5–1,7 раза более высокой прочностью и в 4–6 раз более высокой стойкостью к горячей солей межкристаллитной коррозии по сравнению с крупнозернистыми сплавами. Пластичность УМЗ сплава при комнатной температуре (23–25 %) сопоставима с пластичностью крупнозернистого сплава, а при повышенных температурах деформации пластичность УМЗ сплава в ~2 раза превосходит пластичность сплава в крупнозернистом состоянии.

6) Разработаны основы технологии ИПД комплексным методом РКУП и ротационнойковки для получения высокопрочных УМЗ микролегированных титановых стержневых медицинских имплантатов с пределом прочности до 1100 Мпа при относительном удлинении до разрыва 18 %. Сравнение полученных результатов с аналогичными разработками зарубежных и отечественных авторов показывает, что уровень физико-механических свойств полученных наноструктурированных материалов ВТ1-00 и Ti-0,2Pd существенно превосходит уровень свойств материалов, используемых в настоящее время для дентальной имплантологии и челюстно-лицевой хирургии.



Результаты совместных исследований опубликованы в журналах «Scripta Materialia», «Journal of Alloys and Compounds», «Доклады академии наук», «Металлы», «Физика металлов и металловедение» и др.

Таким образом, технология РКУП, основоположниками которой являются ведущие ученые ФТИ АН БССР (ФТИ НАН Беларуси), вплоть до настоящего времени остается одной из ведущих и наиболее перспективных технологий получения наноструктурированных и ультрамелкозернистых материалов для перспективных приложений в машиностроении и медицине.

По нашему мнению, у технологии РКУП большое будущее в связи с перспективами ее применения в машиностроении, авиастроении, атомной промышленности и т. д., где РКУП-материалы могут обеспечить решение широкого круга задач по повышению надежности и ресурса длительно эксплуатирующихся высокоответственных элементов конструкций.

НАКОПИТЕЛИ ЭНЕРГИИ НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА

Новиков В.П., канд. ф-м. наук, ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по материаловедению»

Филиппович С.Р., ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по материаловедению»

Рязанов И.В., ООО «Перспективные исследования и технологии»

Главными параметрами химических источников тока-суперконденсатора и аккумулятора являются их удельная энергия и удельная мощность. Для достижения высокой удельной энергии необходимо использовать электроды с высокими окислительно-восстановительными потенциалами. Для высокой удельной мощности необходимо обеспечить высокую проводимость всех компонентов аккумулятора.

Углеродные пористые структуры являются основными материалами для электродов как современных суперконденсаторов, так и аккумуляторов. К этим материалам предъявляется ряд жестких, часто взаимоисключающих, требований. Они должны обладать высокой удельной поверхностью, химической инертностью, высокой электрической проводимостью, устойчивостью к циклованию. Удельную накопленную энергии как суперконденсатора, так и аккумулятора можно повысить путем вовлечения углеродного материала в окислительно-восстановительные процессы. Целью данной работы является создание электрохимического накопителя энергии, который будет сочетать в себе как высокую удельную энергию, так и высокую удельную

мощность. Достижение данной цели предполагает создание новых углеродных материалов для электродов.

Создание сотовых структур для электродов аккумулятора

Сотовые структуры на основе графена (3D-графен) являются наиболее перспективными структурами для электродов аккумуляторов. Технология их изготовления, описанная в литературе, является многостадийной и дорогостоящей.

Нами предложен новый способ создания сотовых структур, в основе которого лежат два процесса — интеркаляция в кристаллический графит аммиака натрия в среде жидкого аммиака и последующее разрушение образовавшегося соединения графита путем гидролиза или за счет термообработки. Выделяющиеся газы трансформируют кристаллы графита в ячеистые структуры, морфология которых зависит от технологических режимов синтеза.

На рис. 1 приведены микрофотографии таких структур.

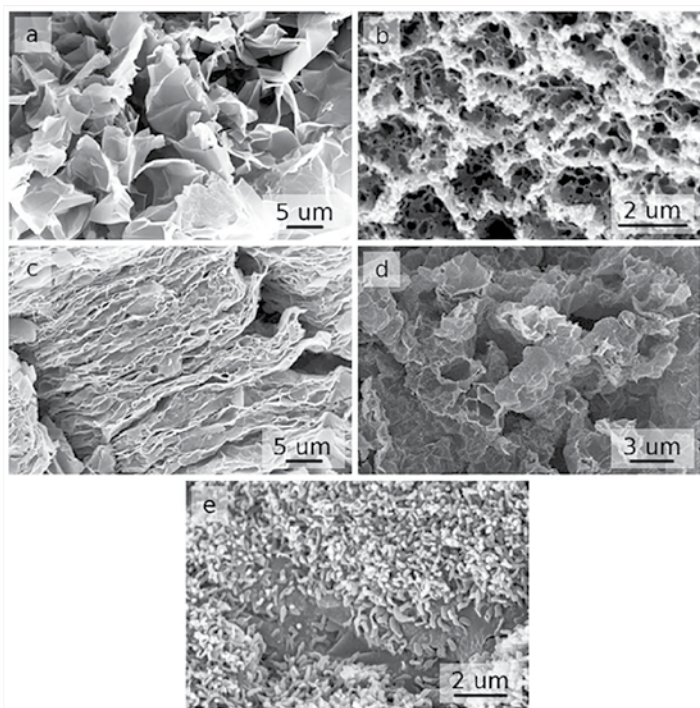


Рис. 1 СЭМ-изображения расширенного графита, синтезированного с использованием разложения интеркалятов графита путем гидролиза перекисью водорода (а), путем сжигания в воздухе (б), путем шокового нагрева в отсутствие воздуха (с, d)



Изготовление компонентов ячейки

Катоды были изготовлены с использованием графеноподобного материала с сотовой структурой, с морфологией, показанной на рис. 1(d). Этот материал имеет высокий потенциал выделения кислорода при электролизе воды (до +1,7 В). Графеноподобные материалы также обладают слоистой структурой и, таким образом, обеспечивают возможность обратимой интеркаляции ионов.

Анод представлял собой подобную же сотовую структуру, однако в состав материала электрода входили наночастицы олова. Композит формировался в одну стадию в процессе, описанном выше, причем частицы олова образовались за счет восстановления солей олова аммиаком натрия. Выбор олова в качестве компонента электрода обусловлен тем обстоятельством, что данный металл образуют интерметаллические соединения со щелочными металлами. Это свойство ингибирует реакцию восстановления водорода и катализирует целевую реакцию восстановления щелочного металла.

В качестве электролитов использовались концентрированные водные растворы солей LiClO_4 и NaClO_4 .

Потенциал-образующие реакции:

- анодная реакция $\text{A}^+(\text{aq}) + \text{Sn} + \text{e}^- \leftrightarrow \text{ASn}$, где А - это Na или Li,
- катодная реакция $\text{ClO}_4^-(\text{aq}) + \text{graphite} - \text{e}^- \leftrightarrow \text{ClO}_4^-@ \text{graphite}^+$.

Напряжение на такой ячейке с использованием перхлората лития достигало 3,5 В. Аналогичная ячейка с электролитом на базе перхлората натрия характеризуется напряжением 3,2 В и кулоновской эффективностью более 90 %.

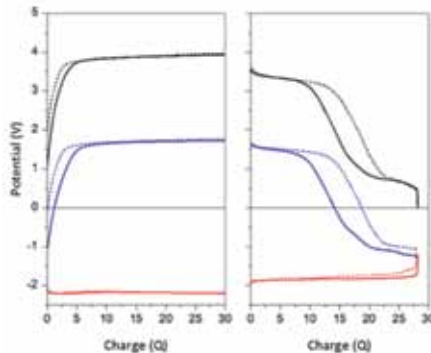


Рис. 2 Кривые гальваностатической зарядки (справа) и разрядки (слева) ячеек с композиционным анодом и катодом из графита. Сплошные линии относятся к ячейке с концентрацией перхлората натрия 1 г/мл, штриховые — 2 г/мл. Верхние кривые — изменение напряжения на клеммах ячейки. Нижние кривые изменение напряжение на катоде и аноде относительно графитового электрода сравнения. Плотность тока заряда и разряда составляла 50 мА/см²

Заключение

Таким образом, использование электродов с высоким перенапряжением электролиза воды позволяет достичь рабочего напряжения на ячейке, близкого к напряжению ячейки на базе неводных апротонных электролитов. Преимуществом данного метода синтеза графеновых 3D структур и композитов на их основе является простота, большая производительность, возможность варьирования микроструктуры. Кроме того, в процессе синтеза происходит химическое азотирование углерода (до 10 ат%). Азот, благодаря донорным свойствам, существенно повышает электропроводность материала (до 3 раз). Кроме того, он участвует в окислительно-восстановительных процессах, обеспечивая дополнительное накопление энергии. Благодаря высокой проводимости всех компонентов предложенной ячейки, могут быть достигнуты также и высокие значения удельной мощности, близкие к удельным мощностям суперконденсаторов.

УДК 502.171, 528.88, 910.27

РЕШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОСМИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ (НА ПРИМЕРЕ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «НАРОЧАНСКИЙ»)

Сипач В.А., научный сотрудник

Семенов О.А., начальник отдела

*Научно-инженерное республиканское унитарное предприятие
«Геоинформационные системы» НАН Беларуси*

Одной из приоритетных целей резолюции Генеральной Ассамблеи Организации Объединенных Наций «Преобразование нашего мира: Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года» является защита и восстановление экосистем суши и содействие их рациональному использованию, рациональное лесопользование, борьба с опустыниванием, прекращение и обращение вспять процесса деградации земель и прекращение процесса утраты биоразнообразия.



Для обеспечения выполнения целей ООН в области устойчивого развития в 2015 г. в Беларуси разработана Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2030 г., в которой одним из важнейших приоритетов устойчивого развития является экологическая безопасность населения и страны в целом, при этом особо охраняемые природные территории (ООПТ) занимают ключевое место в обеспечении выполнения данного приоритета.

Сегодня в Республике Беларусь ООПТ занимают 18 256 км² или более 8,8 % площади страны [1]. Они призваны обеспечить устойчивое развитие и сохранение природной среды, а также социальной структуры территории.

Национальный парк (НП) «Нарочанский» является не только особо охраняемой природной территорией, но еще и единственной курортной зоной Беларуси, любимым местом отдыха многих жителей не только Беларуси, но и России. Он расположен в северо-западной части Минской области на территории Мядельского (96 %) и частично Вилейского районов (2 %), на территории Поставского района Витебской области (1,7 %) и на территории Сморгонского района Гродненской области (0,3 %). Общая площадь НП составляет 97,3 тыс. га, протяженность с севера на юг — 34 км, с запада на восток — 59 км. Площадь земель, переданных в постоянное пользование ГПУ «Национальный парк «Нарочанский», составляет 66,8 тыс. га, или 68,7 % от всей территории. Остальные земли в границах НП (31,3 %) находятся в ведении других землевладельцев и землепользователей. Основными землепользователями этой категории земель являются 16 сельскохозяйственных и других организаций. Вокруг НП создана охранный зона на площади более 40 тыс. га.

Основными направлениями деятельности НП являются охрана природы, научно-исследовательская деятельность, туризм, лесное хозяйство, а также, в связи со спецификой структурированности белорусских природоохранных учреждений, — сельскохозяйственное производство. Все эти компоненты эколого-экономической жизнедеятельности территории должны сосуществовать и работать как единый механизм.

Сохранение устойчивого развития природных экосистем для поддержания и регулирования хода естественных природных процессов невозможно без всестороннего учета текущего состояния экосистем, анализа происходящих и возможных в них изменений, с использованием современных космических технологий, обеспечивающих сбор, обобщение, обработку и представление всей многообразной информации, необходимой для эффективно ведения природоохранной деятельности, а также обеспечивающих ее в оперативном режиме и на большие территории информацией.

Преимущества использования дистанционных методов — это высокая степень интегрирования информации во времени и пространстве, возмож-

ность одновременного отслеживания множества параметров природной среды, доступность для анализа не точечной, а пространственной информации. Применение этих методов позволит создать цельную, объективную, всестороннюю картину состояния природно-антропогенных комплексов региона, которая станет базой для стратегического планирования его развития. [2]

На сегодня НП использует данные ДЗЗ для решения следующих экологических проблем:

1. нерациональное использование земель;
2. зарастание водоемов;
3. мониторинг чрезвычайных природных ситуаций;
4. контроль проникновения инвазивных видов растений.

На территории парка много различных землепользователей, поэтому любое использование земель на территории парка и в его охранной зоне согласовывается с парком, в целях минимизации воздействия на экосистемы парка. НП с использованием данных ДЗЗ отслеживает актуальную и объективную информацию о фактическом использовании земельных угодий в различных функциональных зонах НП, а также контролирует ведение лесопользования (мониторинг за разрешенными видами рубок (санитарные, прореживания)).

Важной составляющей парка является его гидрологическая сеть с 46 водоемами. После создания НП на большинстве водоемов прекратилось хозяйственное использование, что привело к увеличению прозрачности воды. Данный процесс повлиял на увеличение процессов зарастания водоемов водной растительностью. До возникновения больших площадей зарастания постоянный мониторинг за этим процессом не велся. Для понимания этого процесса необходимо иметь данные о границах зарастания водной растительностью водоемов за большой период времени, как во время существования парка, так и до его образования. Это возможно на сегодня только с использованием данных ДЗЗ. К тому же без использования данных ДЗЗ невозможно охватить мониторингом за один сезон все водоемы.

НП для решения этой задачи использует данные ДЗЗ с различных спутников БКА, Канопус-В, Landsat, Sentinel-1, 2. Это связано с тем, что в Беларуси наблюдается высокий процент облачности (до 250–300 дней в году).

Оценка возможности использования данных ДЗЗ с этих спутников проведена в 2016 г. Эталонными данными являлись информация, полученная при натурных наземных исследованиях, и аэрофотосъемка с самолета с субметровым пространственным разрешением. Проведенные исследования позволили установить, что погрешность определения площадей зарастания водоемов водной растительностью не превышает 10 %. В связи с этим использование архивных данных этих спутников применимо для определения границ зарастания водоемов в период существования парка и до его основа-



ния. К тому же оперативные данные ДЗЗ, получаемые с этих спутников, могут использоваться для ведения постоянного мониторинга за этим процессом.

В последние годы в связи с изменениями климата на территории парка участились случаи чрезвычайных природных ситуаций (ветровалы), оперативную информацию о которых для принятия управленческих решений, можно получить только с использованием данных ДДЗ. В марте 2016 году в НП от ураганного ветра пострадали значительные участки лесных территорий. Использование данных ДЗЗ позволило оценить территорию ветровала и разработать мероприятия по ликвидации его последствий в течение 4 дней. Раньше на решение этой задачи требовалось несколько недель.

Одной из важных задач НП является сохранение аборигенных видов растений и экосистем с их участием. Но в последние годы на территорию парка стали проникать инвазивные виды растений. Зачастую они заселяют труднодоступные участки вдоль рек и на заболоченных территориях. Поэтому выявление и мониторинг таких участков затруднен. С использованием данных ДЗЗ были выявлены участки заселения такими видами, как бешеный огурец обыкновенный (лат. *Ecballium elaterium*), а с использованием разновременных данных ДЗЗ прослежена динамика его распространения.

Список использованной литературы

1. Д.1. Особо охраняемые природные территории [Электронный ресурс]: национальный статистический комитет Республики Беларусь. — Минск, 2016. — Режим доступа: <http://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/makroekonomika-i-okruzhayushchaya-sreda/okruzhayuschaya-sreda/sovместnaya-sistema-ekologicheskoi-informatsii2/d-bioraznoobrazie/d-1-osobo-ohranyaemye-prirodnye-territorii>. — Дата доступа: 10.05.2017.
2. Космический мониторинг в ландшафтно-экологических исследованиях / Розенберг Г.С. [и др.] // Изв. Самар. НЦ РАН 2012. Том 14. № 1. С. 9–14.

НОВЫЕ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ И НЕМЕТАЛЛИЧЕСКОЙ МАТРИЦЕ

Судник Л.В., директор Обособленного хозрасчетного структурного подразделения «НИИ импульсных процессов с опытным производством» Государственного научного учреждения «Институт порошковой металлургии» НАН Беларуси, д-р техн. наук

Галиновский А.Л., начальник отдела «Системного анализа в области высшего технического образования» Научно-методического центра «Инженерное образование» МГТУ им. Н. Э. Баумана, д-р техн. наук

В рамках физико-технических проблем, связанных с внедрением наноструктурированных композитов, разработаны технологические приемы получения нанокристаллических порошков бемита и композиционных материалов с его участием на металлических, керамической и полимерной матрицах.

В композитах на металлической матрице наночастицы выступают в роли дополнительных центров кристаллизации, а их малый размер обуславливает большую площадь контакта с матричным материалом, при этом повышается предел текучести, прочности, пластичности, сопротивляемость износу материала к истиранию, снижается коэффициент трения и, в итоге, реализуется положительный эффект в виде повышения эксплуатационных характеристик.

Влияние нанокерамического модификатора на структуру и свойства полимерной композиции показано на примере композита с матрицей из сверхвысокомолекулярного полиэтилена (СВМПЭ).

Показано, что нанокompозиты на основе СВМПЭ, высоконаполненные бемитом, обладают высокой устойчивостью к воспламенению, повышенными прочностными свойствами (10-20 %), повышенной теплостойкостью, пониженным дымовыделением.

Разработаны технологические приемы и оптимизированы составы композитов на керамической матрице для электрических контактов, инструментальной керамики, бронезащитных элементов, а также пористых консолидированных материалов: фильтров, сорбентов, шлифовальных и полировальных инструментальных материалов и изделий из них.

Результаты исследований и предлагаемые подходы к совершенствованию этапов технологической подготовки композитов с участием нанокристаллических порошков бемита могут эффективно использоваться для разных групп образцов и материалов с широкой гаммой керамических модифицирующих компонентов из тугоплавких соединений.

ТЕХНОЛОГИИ АДДИТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА И НАНОТЕХНОЛОГИИ: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Филатов С.А., заместитель заведующего отделением теплообмена и механики микро-и наноразмерных систем,



*руководитель Центра сертификации наноструктурированных материалов
Институт тепло-и массообмена имени А. В. Лыкова НАН Беларуси*

Современные технологии аддитивного производства сформировались на основе развития средств автоматизации инженерных расчетов (CAE — computer-aided engineering) в 1980-х годах, на основе численных методов моделирования физических процессов, позволяющих осуществить расчет оптимальной топологии и оптимизацию изделий, в том числе с использованием компьютерных технологий проектирования CAD (computer-aided design) и систем автоматизированного производства CAM (computer-aided manufacturing).

Развитие технологии формирования трехмерных объектов по компьютерным моделям путем последовательного (послойного) добавления материала или изменения фазового состояния вещества в заданной области пространства обеспечило возможность одностадийного высокоточного производства деталей и изделий без их последующей механической обработки или с минимальной финишной обработкой изделия, изготавливаемого из полимерных или композиционных материалов, металлических и керамических порошков.

При использовании современных технологий аддитивного производства обеспечивается наиболее высокий коэффициент использования материалов, сокращение производственных издержек и себестоимости, снижение энергозатрат, возможность перехода к единой CAE-CAD-CAM технологической среде, обеспечивающей полное соответствие изделия цифровой модели, описанной в проектной документации.

В современной практике в Республике Беларусь наибольшее распространение получили технологии стереолитографии (STL), отверждения на твердом основании (SGC); послойного формирования объектов из полимерных термопластов (FDM) и селективного лазерного спекания порошков (SLS), развиваются технологии полиструйного моделирования (MJM Multi Jet Modeling). При изготовлении изделий все более широко используются наноразмерные аддитивы, вводимые в стандартные и нестандартные полимерные композиции, для придания образцам (или их фрагментам) специальных свойств (изменения электрических, магнитных, оптических и механических свойств). Преимущества аддитивного производства перед традиционными технологиями в этом случае обеспечиваются не только за счет изменения структуры производства и возможности прямого «цифрового» производства сложных трехмерных изделий, но и за счет использования новых материалов и их комбинаций. Использование наноразмерных добавок в полимерах, используемых для 3D печати, позволяет сформировать изделия, вклю-

чающие градиентные трехмерные структуры имеющие различную электрическую проводимость, заданные механические, тепловые и оптические свойства, реализуя принципы так называемой 4D печати. В частности, при формировании полимерных структур, наполненных декорированными углеродными волокнами, обеспечивается возможность создания функциональных структур, обладающих уникальными адсорбционными свойствами, обусловленными упорядоченной структурой наноразмерных наполнителей, что позволяет осуществить технологию прямого «цифрового» производства функциональных элементов прототипов систем накопления энергии и изделий с фотокаталитической активностью с помощью 3D принтеров.

Значительный интерес в последние годы вызывает использование эластичных полимерных материалов. При этом обеспечивается возможность создания изделий, которые невозможно изготовить традиционными промышленными способами: изделий с заданной пористостью, решетчатых структур, изделий с внутренней системой охлаждения. Следует отметить, что не снижается интерес к изготовлению узлов и моделей для литья по выжигаемым моделям, и по прежнему широко используется создание конструкторских прототипов для оценки их функциональности и последующей оптимизации.

Развитие технологий аддитивного производства позволило создать перспективные образцы беспилотных летательных аппаратов, элементов робототехнических комплексов, сканеров с пьезоэлектрическим приводом, элементов волоконно-оптических систем и научных приборов, широко использующих элементы бионического дизайна на основе топологической оптимизации цифровой модели.

При использовании в качестве основы бионического дизайна методов топологической оптимизации в процессе работы происходит оптимизация конструкции за счет изменения геометрии объекта. При этом целью топологической оптимизации, как правило, является увеличение или уменьшение заданного свойства конструкции (например, уменьшение энергии деформации, увеличение главной собственной частоты) при удовлетворении определенных условий (например, снижение материалоемкости). При реализации бионического дизайна в численных методах механики сплошной среды (МКЭ, МГР, МКР, МКО и т. д.) эффективно используются методы топологической оптимизации. Такие методы, как SIMP (Solid Isotropic Material with Penalization) и BESO (Bi-directional Evolutionary Structural Optimization) позволяют уменьшить энергию деформации для увеличения жесткости и уменьшения веса изделия. Эффективность подходов, используемых в концепции бионического дизайна, определяется развитием методов математического моделирования и возможностью проектирования на основе мате-



матического моделирования с использованием метода конечных элементов (МКЭ), реализованного в таких конечно-элементных пакетах как ANSYS, NASTRAN и ABAQUS. Дальнейшее развитие методов бионической оптимизации связано с созданием специализированных программных средств, учитывающих особенности различных методов послойного построения объектов при 3D печати. При правильном выборе алгоритма оптимизации и граничных условий обеспечивается увеличение механических характеристик изделия при 3D печати, снижение концентрации напряжений, массы и дефектов топологии.

Значительное практическое применение получили медико-биологические применения аддитивных технологий, в области создания трехмерных объектов по рентгеновским и магнитно-резонансным томограммам, для подготовки и планирования хирургических операций, а также работы в области создания аппаратуры и технологий биопринтинга. Следует отметить, что в зависимости от выбранного способа формирования трехмерной биологической структуры по цифровой модели с помощью струйной или микроэкструзионной техники биопринтинга, могут быть получены ткани с различающейся структурой и степенью функциональности. Микроэкструзионная техника биопринтинга, являющаяся функциональным аналогом FDM принтеров, используемых для работы с полимерами, получила наибольшее распространение в исследовательской практике, за счет использования гидрогеля и биосовместимых полимеров природного и синтетического происхождения с клеточными наполнителями, что обеспечивает высокую выживаемость клеточных структур в формируемых трехмерных объектах, сохраняющих жизнеспособность после завершения процесса биопринтинга. Использование биodeградируемых трехмерных матриц-носителей (например, на основе PLA) в качестве пространственных каркасов, способных поддерживать рост и дифференцирование стволовых клеток, является одним из перспективных направлений в развитии биопринтинга.

Внедрение описанных технологий аддитивного производства требует комплексного подхода, включающего вопросы подготовки специалистов, создания интегрированной среды проектирования и подготовки производства, развития систем автоматизированного проектирования.

При использовании наноразмерных материалов в аддитивном производстве обеспечивается возможность создания материалов с новыми свойствами, а сами процессы аддитивного производства могут быть реализованы в жидкой фазе, в порошкообразном состоянии или в твердой фазе. Кроме того, следует отметить уникальные возможности по созданию изделий со сложной геометрией и заданными в соответствии с воксельной цифровой моделью свойствами (теплофизическими, оптическими и электрически-

ми), за счет использования при формировании изделия нескольких материалов одновременно.

В Республике Беларусь продолжают работы по созданию специализированных моделей и прототипов 3D принтеров и новых материалов для них. Проведен ряд семинаров и конференций в области аддитивных технологий и их применения в медицине и современном производстве, ведутся работы по развитию международного сотрудничества. Определены задачи исследований в области мехатроники и точной механики, аддитивного материаловедения, ведется подготовка специалистов в области аддитивного производства. Одним из возможных направлений развития аддитивного производства может стать создание региональных центров аддитивного производства, обеспечивающих доступ малых и средних предприятий к современному высокотехнологическому оборудованию, с целью повышения качества и конкурентоспособности продукции, сокращению сроков выполнения НИОКР и сроков вывода на рынок новой продукции.

СИСТЕМА МОНИТОРИНГА СЕЛЬХОЗКУЛЬТУР НА ОСНОВЕ СПУТНИКОВЫХ И АВИАЦИОННЫХ ДАННЫХ

Кравцов С.Л., Лапаник С.А., Лепесевич Е.В., Голубцов Д.В.

Государственное научное учреждение «Объединенный институт проблем информатики Национальной академии наук Беларуси», г. Минск

Холодинский В.В., Гвоздов А.П., Симченков Д.Г.

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по земледелию», г. Жодино

Повышение рентабельности сельскохозяйственного производства во многом зависит от внедрения инновационных разработок, направленных на более рациональное использование имеющихся ресурсов. Одним из таких инновационных направлений является применение технологий дистанционного зондирования. Как следствие, в настоящее время в мире сельское хозяйство является ведущей сферой использования спутниковых данных. Кроме того, в последние годы все более масштабный характер приобретает использование в интересах сельхозпроизводителей беспилотных летательных аппаратов.



С учетом все возрастающей роли сельского хозяйства в экономике Республики Беларусь (в настоящее время около 8,5 % ВВП) данное направление использования данных ДЗЗ со всем основанием претендует на роль приоритетного. В связи с этим специалисты Объединенного института проблем информатики Национальной академии наук Беларуси совместно со специалистами Научно-практического центра Национальной академии наук Беларуси по земледелию с 2014 г. приступили к разработке системы дистанционного мониторинга состояния сельскохозяйственных культур. Результаты разработки могут быть перенесены как на уровень района, области, страны, так и на уровень точного земледелия. Испытания системы проводятся на опытных полях около г. Жодино, расположенных в почвенно-климатических условиях, являющихся типичными для центральной зоны Республики Беларусь.

1. Наземные данные для дистанционного мониторинга состояния сельскохозяйственных культур

Электронная картосхема полей — удобный и эффективный инструмент для системы управления и экономического планирования сельскохозяйственным производством. Электронная картосхема полей Научно-практического центра Национальной академии наук Беларуси по земледелию создана в масштабе $\approx 1:10\,000$ в системе координат WGS 84 как совокупность векторных полигонов площадных объектов (полей, лесов, водных объектов, населенных пунктов и др.) и точечных объектов (объектов линий электропередач и газопровода, отдельно стоящих деревьев, больших камней и др.).

Наземные данные. Для калибровки и оценки эффективности алгоритмов обработки данных ДЗЗ используются данные наземного обследования полей о: видах, условиях произрастания и стадиях развития сельскохозяйственных культур, степени и площади повреждения посевов вследствие неблагоприятных факторов, степени и площади повреждения посевов болезнями и вредителями (фитосанитарное состояние), урожайности сельскохозяйственных культур и др.

2. Результаты разработки системы дистанционного мониторинга состояния сельскохозяйственных культур

Разрабатываемая система дистанционного мониторинга состояния сельскохозяйственных культур включает подсистемы: оценки повреждения сельскохозяйственных культур вследствие неблагоприятных факторов, мониторинга фитосанитарного состояния сельскохозяйственных культур, прогноза урожайности сельскохозяйственных культур, картографирования сельскохозяйственных культур.

Подсистема оценки повреждения сельскохозяйственных культур вследствие неблагоприятных факторов предназначена для определения объема ущерба и пространственного распределения повреждения посевов. Оцен-

ка повреждения проводится путем анализа одиночных, либо одновременных многоспектральных данных авиасъемки. Выявлены случаи повреждения сельскохозяйственных культур вследствие сильного ветра, сильного ветра с дождем, засушливых условий, чрезмерной дозы внесения удобрений и др. Точность оценки площади повреждения сельскохозяйственных культур вследствие неблагоприятных факторов (интервал проведения авиасъемки 6–11 дней, пространственное разрешение — около 0,2 м, устранение влияния разных условий освещенности) составила не менее 85 %.

Подсистема мониторинга фитосанитарного состояния сельскохозяйственных культур предназначена для своевременного выявления очагов пораженности (болезнями и вредителями) посевов и наблюдения за динамикой их развития. Оценка степени и площади пораженности сельскохозяйственных культур проводится в области значительного изменения фитосанитарной обстановки путем анализа одновременных многоспектральных данных авиасъемки. Выявлены случаи поражения пшеницы чернью колоса, засорения полей пшеницы сорной травой, распространения капустной моли в посевах ярового рапса и др. Точность оценки степени и площади пораженности сельскохозяйственных культур (периодичность авиасъемки 6–11 дней, пространственное разрешение — около 0,2 м, устранение влияния разных условий освещенности) составила не менее 0,80.

Подсистема прогноза урожайности сельскохозяйственных культур предназначена для поэтапного, до наступления уборки урожая прогнозирования урожайности культур. Для разработки уравнений прогноза урожайности на специально отведенных участках, представляющих основные сельскохозяйственные культуры Республики Беларусь (пшеницу, ячмень, рапс) в течение вегетационного сезона проводились спектрометрические измерения (спектрометр USB-650 компании «Ocean Optics»). По окончании уборки на каждом из участков классическим подходом определялась урожайность.

Уравнения прогноза урожайности сельскохозяйственных культур разработаны на фиксированные значения кода развития растений ВВСН (40, 50, 60, 70, 80, 90) и ориентированы на параметры спектральных каналов спутника Sentinel-2: зеленый (542–577 нм), красный (650–680 нм) и красной кромки (697–712 нм). Наилучшие результаты получены при использовании индекса NDRERI.

По данным наземных спектрометрических измерений средняя точность прогноза урожайности на участке составила (ВВСН = 60 и более) 85–92 %. По прошедшим атмосферную коррекцию данным со спутника Sentinel-2А за 03.07.2016 точность прогноза урожайности составила (ВВСН = 70 и более) 82–90 %.

Подсистема картирования сельскохозяйственных культур предназначена для определения пространственного расположения посевов видов культур.



Различные виды культур и их спектральные параметры имеют разную динамику в течение вегетационного сезона. В соответствие с этим картирование сельскохозяйственных культур проводилось посредством использования разновременных спутниковых данных в совокупности с использованием наземной информации (в качестве обучающей) о расположении видов культур.

Вследствие облачности на момент съемки для области исследования данные со спутника Sentinel-2A с пространственным разрешением 10 м не применялись. Использовались данные со спутника Landsat-8 (с пространственным разрешением 30 м). Вследствие низкого пространственного разрешения данных со спутника Landsat-8 и недостаточного количества обучающих участков значительной площади оказалось возможным картировать 12 видов культур (озимая пшеница, яровая пшеница, озимый рапс, яровой рапс, яровой ячмень, люпин, овес, гречка, горох, кукуруза, травы, пар). Точность картирования сельскохозяйственных культур составила 0,82.

Заключение

Представлены первые результаты разработки в Республике Беларусь системы дистанционного мониторинга состояния сельскохозяйственных культур. Разрабатываемая система позволяет ускорить и облегчить трудоемкий процесс традиционного сбора информации и повысить оперативность оценки состояния посевов сельскохозяйственных культур, позволяя, таким образом, получить исходную информацию для оптимизации использования имеющихся ресурсов и, как следствие, повысить эффективность сельскохозяйственного производства. Стремительное совершенствование параметров и доступности данных ДЗЗ (как со спутников, так и с беспилотных летательных аппаратов) позволяет с оптимизмом смотреть на перспективы использования данных ДЗЗ для мониторинга состояния сельскохозяйственных культур в Республике Беларусь.

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ БЕСПИЛОТНЫЕ АВИАЦИОННЫЕ КОМПЛЕКСЫ НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК БЕЛАРУСИ

Яцына Ю.Ф., канд. техн. наук, доцент, директор республиканского унитарного предприятия «Научно-производственный центр многофункциональных беспилотных комплексов» Национальной академии наук Беларуси

РУП «Научно-производственный центр многофункциональных беспилотных комплексов» создано в 2016 г. на базе научно-производственного центра «Беспилотные авиационные комплексы и технологии» НАН Беларуси, с 2009 г. осуществляющего работы по разработке беспилотных комплексов различного назначения и их освоении в производстве. Предприятие является разработчиком и производителем беспилотных летательных аппаратов, наземных пунктов управления, гиростабилизированных оптико-электронных систем, антенно-мачтовых устройств, пилотажно-навигационных комплексов и тренажеров, а также оказывает услуги по техническому обучению, сервисному (гарантийному) обслуживанию выпускаемой продукции. Предприятие является ответственной организацией в созданном в Республике Беларусь кластере «Головной республиканский центр беспилотной авиации».

В настоящее время предприятием организован серийный выпуск и поставка потребителям следующих типов беспилотных авиационных комплексов (БАК):

- БАК «Бусел», «Бусел М» и «Бусел М50» (рисунок 1) с радиусом действия от 25 до 70 км, запускаемых с руки и приземляющихся на парашюте;
- БАК экологического мониторинга на базе дирижабля различных модификаций, отличающихся массогабаритными и техническими характеристиками (рисунок 2);
- БАК «Буревестник» с радиусом действия до 300 км в различных модификациях (рисунок 3).

Беспилотные летательные аппараты типа «Бусел М», «Бусел М50» и «Буревестник» решают задачи оперативного мониторинга на скорости от 60 до 120 км/ч, беспилотный летательный аппарат на базе дирижабля предназначен для детального мониторинга участков местности с возможностью перемещения на низких скоростях (с возможностью зависания над выбранным объектом).

В докладе более подробно освещаются типы БАК, серийно производимые предприятием.



Рис. 1 Запуск и посадка беспилотного летательного аппарата из состава БАК «Бусел М»



Рис. 2 БАК экологического мониторинга на базе дирижабля



Рис. 3 БАК «Буревестник» и его модификация

Главными сферами применения БАК являются охрана границ и поддержание правопорядка, антитеррористические мероприятия, обнаружение чрезвычайных ситуаций и ликвидация их последствий, экологический мониторинг и охрана природных ресурсов, мониторинг объектов промышленности, транспортной и энергетической инфраструктуры, протяженных объектов (в т. ч. нефте- и газопроводов).

В целях повышения надежности беспилотных летательных аппаратов (БЛА) и комплекса в целом, а также анализа данных полета БЛА в республиканском унитарном предприятии «Научно-производственный центр многофункциональных беспилотных комплексов» Национальной академии наук Беларуси налажено производство специального стендового оборудования собственной разработки для проверки и отладки пилотажно-навигационных систем, электродвигателей, гиростабилизированных оптических систем.

Стенд анализа данных полета БЛА также может использоваться в качестве тренажера для обучения операторов БАК. С использованием разработанных компьютерных 3D-моделей конкретных беспилотных летательных аппаратов, которые по своим геометрическим, массовым и аэродинамическим характеристикам максимально соответствуют производимым БЛА.

Предприятие приступило к созданию БЛА большого класса (модификация БЛА «Буревестник»), оснащенных различными типами целевых нагрузок специального назначения, которые могут использоваться как для решения задач МЧС, охраны государственной границы и морских акваторий, наблюдения за протяженными объектами, так и непосредственно для пресечения террористической деятельности.



**МЕДИЦИНА
И ФАРМАЦИЯ**

ПЕРСПЕКТИВЫ СОТРУДНИЧЕСТВА В ОБЛАСТИ ТРАНСПЛАНТАЦИИ ОРГАНОВ В РАМКАХ СОЮЗНОГО ГОСУДАРСТВА БЕЛАРУСИ И РОССИИ

Руммо О.О.

*Учреждение здравоохранения «9-я городская клиническая больница»
г. Минска (Республиканский центр трансплантации органов и тканей)
Совет Республики Национального Собрания Республики Беларусь*

Трансплантация органов и тканей относится к одним из самых сложных видов медицинской помощи и, по мнению экспертов ВОЗ, является своеобразным «локомотивом» развития высокотехнологичной медицины. В этой связи развитие и совершенствование трансплантологической медицинской помощи населению является одним из приоритетов развития любого социально-ориентированного государства.

Мировой опыт свидетельствует, что выполнение большого количества операций по трансплантации органов и удовлетворение общественных запросов в этом виде медицинской помощи в стране невозможно без эффективно работающего законодательства в области органного донорства, наличия специализированных медицинских центров, позволяющих концентрировать высококвалифицированные медицинские кадры и высокотехнологичное медицинское оборудование, а также без международного сотрудничества.

Говоря о моделях национального законодательства в области трансплантологии необходимо отметить, что существующие на сегодняшний день законы о трансплантации и донорстве органов базируются на двух правовых нормах — «презумпция согласия» и «презумпция информированного согласия». Примером эффективной работы законодательства, основанного на «презумпции согласия» являются такие страны, как Бельгия, Австрия, Чехия, а законодательства, основанного на «презумпции информированного согласия» — США, Канада, Австралия. Очевидно, что успех в области донорства и трансплантации зависит не от выбранной в той или иной стране правовой нормы, а от работы по ее реализации и уровня доверия общества системе оказания медицинской помощи.

Организованный по поручению Президента Республики Беларусь А. Г. Лукашенко в 2010 г. Республиканский центр трансплантации органов и тканей (Центр), координирует всю работу по органной и клеточной трансплантации в нашей стране. Создание Центра и внедрение в клиническую практику результатов, проведенных в нем научных исследований, спо-



существовало существенному росту операций по трансплантации органов в Республике Беларусь (общее количество хирургических операций по сравнению с 2005 г. увеличилось более чем в 60 раз, с 8 до 502 операций), при этом существенно расширился спектр выполняемых операций и улучшилось их качество. Центр на сегодняшний день является одним из крупнейших на постсоветском пространстве, а Республика Беларусь находится на 1 месте в СНГ по количеству трансплантаций на 1 млн населения — 52,8 (опережая по этому показателю Российскую Федерацию более чем в 4 раза, Украину — более чем в 10 раз, Казахстан — более чем в 3 раза). По итогам работы за 2016 г. Республика Беларусь по уровню развития органного донорства находится в числе 10 ведущих стран в мире (23,8), опережая такие развитые страны, как ФРГ, Великобританию, Японию, Польшу, Южную Корею и все страны постсоветского пространства. За это время сотрудниками центра проделана большая работа по освоению новых медицинских технологий, подготовки высококвалифицированных медицинских кадров и научных работников высшей квалификации (кандидатов и докторов наук) как для региональных трансплантационных центров республики, так и стран ближнего и дальнего зарубежья, а также по развитию международного сотрудничества. Ежегодно в центре выполняется более 200 трансплантаций почки, более 70 трансплантаций печени, трансплантации легких, а также комбинированные трансплантации (печень-почка, почка-поджелудочная железа, сердце-почка). В 2011–2013 гг. под руководством белорусских трансплантологов были выполнены первые успешные операции по трансплантации печени взрослым и детям в Республике Казахстан, в 2012 г. — первая в истории Республики Кыргызстан трансплантация почки.

Вместе с тем, дальнейшее развитие качества трансплантационных технологий в Республике Беларусь невозможно без развития международного сотрудничества. Среди различных направлений этого сотрудничества стоит отметить взаимовыгодный обмен информацией с Комитетом по органной трансплантации Директората по качеству в медицине и здравоохранении Совета Европы и целый ряд образовательных программ со странами Юго-Восточной Азии. Наиболее же перспективным, с нашей точки зрения, может быть развитие сотрудничества в области трансплантации органов и тканей в рамках Союзного государства Беларуси и России. Это обусловлено схожестью национального законодательства и тесными связями, установленными между нашими странами еще с советских времен.

Предпосылками такого сотрудничества с белорусской стороны является то обстоятельство, что в 2015–2016 гг. в трансплантологической практике встречались ситуации, когда по разным причинам часть донорских органов (почки, печень, сердце, легкие) были невостребованными для реци-

пиентов (граждан) Республики Беларусь. Вместе с тем в экстренной ситуации, когда состояние пациентов требовало проведения неотложной трансплантации органов в некоторых случаях необходимый орган отсутствовал. Для решения этих проблем в европейских странах успешно функционируют такие наднациональные объединения как Евротрансплант и Скандинавтрансплант, а также проект безвозмездного обмена дополнительными (невостребованными) донорскими органами «FOEDUS», изначально созданный под эгидой Европейского Союза. В настоящее время «FOEDUS» включает 11 стран (Болгария, Чехия, Франция, Италия, Литва, Польша, Румыния, Словакия, Испания, Швейцария, и Великобритания), насчитывая более чем 330 млн жителей этих стран, что делает «FOEDUS» самой большой Европейской организацией по обмену органами. За время существования странами участниками «FOEDUS» было предложено 380 органов, которые были невостребованными и подлежали утилизации, 53 из которых были успешно трансплантированы в других странах.

Таким образом, объединения совместных усилий специалистов Республики Беларусь и Российской Федерации в области обмена органами, клеточной, тканевой и органной трансплантации позволит не только оказывать квалифицированную медицинскую помощь пациентам наших стран в urgentных ситуациях, но и послужит мощным стимулом для развития донорства в различных российских регионах. Это приведет к дальнейшему росту числа эффективных мультиорганых доноров в наших странах и увеличению количества трансплантаций. Для этого целесообразно разработать в рамках Союзного государства программу по развитию трансплантологии, включающую в себя целый ряд образовательных мероприятий, научных проектов и законодательных инициатив, направленных на углубление взаимовыгодной кооперации в этой области между нашими странами.

ОЦЕНКА ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ ЗНАЧИМОСТИ БИОПСИИ ПАРАЩИТОВИДНЫХ ЖЕЛЕЗ С ОПРЕДЕЛЕНИЕМ УРОВНЯ ПАРАТИРЕОИДНОГО ГОРМОНА В СМЫСЛЕ С ПУНКЦИОННОЙ ИГЛЫ

Величко А.В., Рожко А.В.

*Государственное учреждение «Республиканский научно-практический
центр радиационной медицины и экологии человека»*



Дундаров З.А., Зыблев С.Л., Похожай В.В.
Учреждение образования «Гомельский государственный медицинский университет»

Первичный гиперпаратиреоз (ПГПТ) — эндокринопатия, в основе которой лежит избыточная продукция паратгормона (ПТГ) паращитовидными железами.

В настоящее время основным лабораторным методом дифференциальной диагностики патологических образований паращитовидных желез от других образований шеи является определение уровня интактного паратгормона в сыворотке крови, в дооперационном периоде, и спустя 20 минут после выполнения паратиреоидэктомии. Результат исследования основывается на разнице показателей до и после удаления паращитовидной железы. Данный метод, по данным Hallfeldt K. и Irvin G.L., позволяет в течение от 20 до 60 минут, в зависимости от методики, определить уровень ПТГ, что, в свою очередь, влияет на продолжительность и объем оперативного вмешательства.

Достаточно перспективным в дифференциальной диагностике пораженных паращитовидных желез является метод определения уровня ПТГ в смыве с иглы при пункционной биопсии паращитовидной железы. Метод, описанный в 1983 J.L.Dorрман, применялся для топической диагностики паращитовидных желез и обладает достаточно высокой чувствительностью, специфичностью и прогностической ценностью.

Целью работы является оценка методики диагностики патологии паращитовидных желез, путем их биопсии с определением уровня паратиреоидного гормона в смыве с пункционной иглы.

Проанализированы клинические наблюдения и результаты обследования 60 пациентов с гиперпаратиреозом, находившихся на лечении в хирургическом отделении (трансплантации, реконструктивной и эндокринной хирургии) государственного учреждения «Республиканский научно-практический центр радиационной медицины и экологии человека». Средний возраст пациентов составил — $55,4 \pm 2,4$ года. Концентрацию паратгормона в сыворотке крови определяли на анализаторе серии «Architect i100sr», США.

Всем пациентам проводилась паратиреоидэктомия по поводу гиперпаратиреоза с определением концентрации ПТГ в венозной крови за 30 минут до операции и через 20 минут после удаления измененной паращитовидной железы. Интраоперационно осуществлялась тонкоигольная пункция измененной паращитовидной железы с определением концентрации паратгормона в смыве при пункционной биопсии. Для верификации диагноза проводилось морфологическое исследование.

За 30 минут до операции концентрация ПТГ крови составляла 261,3 [164,7; 561,1] пг/мл, а через 20 минут после удаления измененной паращитовидной железы — 58,7 [32,3; 132,6] пг/мл, что значимо ниже дооперационного показателя (Wilcoxon test, $p < 0,0001$; $z = 5,905$).

В результате исследования определен уровень ПТГ в смыве при пункционной биопсии паращитовидных желез, медиана значений составила 11 471 [5451,0; 28114,5] пг/мл. По данным морфологического исследования аденома паращитовидной железы выявлена в 46 (77 %) случаях, а гиперплазия — в 14 (23 %) случаях. Нами установлено, что медиана значений концентрации ПТГ в смыве при пункции парааденомы составила 17 804,05 [8659; 30000] пг/мл, а при пункции гиперплазированной паращитовидной железы — 2304,15 [1056; 3600] пг/мл. При анализе корреляционных зависимостей выявлена связь средней силы концентрации ПТГ в крови до операции и в смыве при пункции парааденомы: $r_s = 0,438$ ($p < 0,05$), а зависимости от уровня ПТГ крови до операции и при пункции гиперплазированной паращитовидной железы выявлено не было: $r_s = 0,77$ ($p > 0,05$).

Диагностические характеристики концентрации ПТГ в смыве при пункции измененной паращитовидной железы при выявлении аденомы и гиперплазии паращитовидной железы представлены в таблице 1. Точка отсечения находится на уровне 4902 пг/мл. На основании полученных результатов утверждён Метод дифференциальной диагностики аденомы и гиперплазии паращитовидной железы (инструкция по применению № 062-0615 : утв. М-вом здравоохранения Респ. Беларусь 18.06.2015/ М-во здравоохранения Респ. Беларусь; сост. А. В. Рожко, А. В. Величко, З. А. Дундаров, С. Л. Зыблев, В. В. Похожай; — Гомель, 2015. — 3 с.). При проведении оценки диагностической ценности предложенного метода с указанным показателем концентрации ПТГ с использованием ROC-кривой, выявлены «отличные» диагностические возможности данного показателя ($AUC = 0,96$).

Табл. 1 Операционные характеристики концентрации ПТГ в смыве при пункции измененной паращитовидной железы в дифференциальной диагностике аденомы и гиперплазии паращитовидной железы

Уровень ПТГ, пг/мл	Чувствительность	95% доверительный интервал	Специфичность	95% доверительный интервал	Отношение правдоподобия для положительного результата	Отношение правдоподобия для отрицательного результата
> 4902	95,65	85,2–99,5	92,86	66,1–99,8	13,39	0,047

Разработанный метод интраоперационной дифференциальной диагностики аденомы и гиперплазии паращитовидной железы обладает хорошими диагностическими характеристиками: чувствительность — 95,65 %, специфичность — 92,86 %.



СОВРЕМЕННЫЕ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫЕ МЕТОДЫ ЛЕЧЕНИЯ АНТЕНАТАЛЬНОЙ ПАТОЛОГИИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Вильчук К.У., Семенчук В.Л., Белуга М.В.

*Государственное учреждение «Республиканский научно-практический
центр «Мать и дитя»*

Основной задачей акушерства и перинатологии является реализация репродуктивной функции каждой женщины и рождение здорового ребенка. Последние достижения в области акушерства и гинекологии, внедрение ультразвуковых исследований высокого разрешения и широкое распространение программ пренатального скрининга значительно изменили современное состояние проблемы. При подозрении на наличие у плода пороков развития, патологических состояний, идеальной тактикой является направление беременных женщин в высокоспециализированные лечебные учреждения, обладающие необходимыми оборудованием, и специалистами, имеющими соответствующие навыки в коррекции и опыт работы при выявленных осложнениях беременности. В некоторых случаях необходимым является дородовое инвазивное вмешательство. При некоторых патологических состояниях проведение лечения возможно только с помощью прямого доступа к матке и плоду.

С 2009 г. в ГУ «РНПЦ «Мать и дитя» внедрены малоинвазивные высокотехнологичные методы диагностики и лечения антенатальной патологии: фетоскопическая лазерная коагуляция анастомозов плаценты при синдроме фето-фетальной трансфузии у монохориальных двоен; кордоцентез и внутриутробные гемотрансфузии при гемолитической болезни плода (ГБП); дренирование объемных образований у плода. Центр имеет весь арсенал современного оборудования для выполнения внутриутробных операций: ультразвуковую аппаратуру экспертного класса, фетоскоп; лазерный аппарат и лабораторное оборудование.

В 2014–2016 гг. в ГУ «РНПЦ «Мать и дитя» в ходе проведения Программы совместной деятельности по преодолению последствий чернобыльской катастрофы в рамках Союзного государства выполнялось задание «Подготовка и апробация единых лечебных и диагностических протоколов».

Цель работы — разработать и апробировать единые лечебные и диагностические протоколы оказания специализированной медицинской помощи при антенатальной патологии населению, пострадавшему от катастрофы на Чернобыльской АЭС.

В рамках задания выполнено 152 высокотехнологичные операции по внутриутробной коррекции антенатальной патологии, включая фетоскопическую лазерную коагуляцию плацентарных анастомозов при монохориальной двойне, редукцию одного плода с врожденным пороком развития из двойни, кордоцентез, внутриутробную гемотрансфузию плоду при ГБП.

Проведен анализ результатов внутриутробной коррекции и течения беременности у 49 женщин, проживающих на территориях, пострадавших от катастрофы на ЧАЭС (у 8 беременных женщин из Могилевской области, у 22 беременных женщин из Брестской области и у 18 беременных женщин из Гомельской области), в том числе и у 1 гражданки Российской Федерации.

Монохориальные двойни составляют около 20 % общего количества двоен и характеризуются высоким уровнем потери плодов и повышенным риском преждевременных родов, перинатальной смертности и заболеваемости. Осложнением монохориальной многоплодной беременности является фето-фетальный трансфузионный синдром (ФФТС). Без лечения прогноз при ФФТС неблагоприятен, с перинатальной смертностью до 90 %.

Беременность у пациенток группы с ФФТС характеризовались высокой частотой патологии гестации (угрозой прерывания беременности в 61,2 %, хронической фетоплацентарной недостаточностью — 53,1 %), что указывает на необходимость мониторинга пациенток и своевременную диагностику патологических состояний. У 21 женщины с ФФТС в сроках 17–25 недель беременности выполнена фетоскопическая лазерная коагуляция плацентарных анастомозов с амниодренированием. Эффективность лечения ФФТС методом фетоскопической лазерной коагуляции подтверждена данными доплерометрии после операции: выявлено значимое снижение значений пульсационного индекса и индекса резистентности в артерии пуповины у плода-донора; 3-кратное увеличение максимального вертикального пакета (МВП) вод у плода-донора и уменьшение в 2 раза МВП вод у плода-реципиента. Группа женщин с ФФТС характеризовалась высоким удельным весом оперативного родоразрешения (82,4 %). Показаниями к оперативному родоразрешению явились: преждевременное излитие вод в сроке гестации 32–36 недель гестации и хроническая фетоплацентарная недостаточность в стадии субкомпенсации у одного из плодов.

Эффективность внутриутробного лечения ФФТС составила 85,7 %. Младенцы родились в $34,9 \pm 2,15$ недель беременности. Оценка по шкале Апгар на первой минуте жизни у детей составила $Me = 8$ (6–8) баллов, к 5 минуте жизни — $Me = 8$ (8–8) баллов.

У 24 женщин с резус-сенсibilизацией плода кордоцентез и внутриутробная гемотрансфузия проводились 102 раза. Количество внутриутробных процедур варьировалось от 1 до 8 для каждой женщины. Титр АТ выяв-



лен у всех пациенток с гемолитической болезнью плода. При этом срок выявления АТ составил 15,0 (10–23) недель. Минимальный уровень АТ 1:16 и ниже в течение беременности выявлен в 72,7 % случаях, 1:32 и более у 27,3 % пациенток. Максимальный уровень АТ 1:32 и более встречался достоверно чаще, чем титр 1:16 и менее ($\chi^2(1:32 \text{ и } 1:16)=6,6, p<0,05$).

Выявлена прямая корреляционная связь средней силы между максимальным уровнем АТ 1:32 и более и развитием ГБП ($r = 0,53, p < 0,05$). Показатели доплерометрии (ДПМ) у женщин с резус-сенсibilизацией плода оценивались в динамике беременности в сроках гестации $20^{+0}-24^{+6}$, $25^{+0}-28^{+6}$, $29^{+0}-32^{+6}$ и $33^{+0}-37^{+6}$ недель. Увеличение пиковой систолической скорости кровотока (ПССК) выше гестационной нормы являлось основанием для выполнения диагностического кордоцентеза с целью подтверждения анемии у плода.

Показатели ПССК в средней мозговой артерии (СМА) плода до внутриутробной гемотрансфузии достоверно отличались в зависимости от степени тяжести анемии плода.

Показания для проведения гемотрансфузии выставляли после кордоцентеза при снижении показателей гемоглобина и гематокрита на 15 % и более, по сравнению с гестационной нормой. В результате проведенной внутриутробной коррекции анемии плода отмечался достоверный положительный результат по таким показателям, как количество эритроцитов, уровень гемоглобина, гематокрит, уровень общего белка и альбумина (ANOVA $\chi^2 = 384,87; p < 0,05$).

В группе пациенток с ГБП удельный вес преждевременных родов в сроке гестации 33–36 недель составил 54,2 %. Удельный вес женщин, родоразрешенных в сроке 37 недель и выше в группе с ГБП, составил 45,8 %.

Удельный вес оперативного родоразрешения путем операции кесарево сечение в группе женщин с ГБП составил 58,3 %. Показанием для оперативного родоразрешения были рубец на матке, срок гестации до 36 недель, начало родовой деятельности при неготовности родовых путей к родам, усугубление ХФПН.

Отечная форма гемолитической болезни плода (ГБП) отмечалась в 25 % случаев. В результате серии внутриутробных гемотрансфузий в комплексе с 20 % раствором альбумина отечный синдром купировался. Перинатальных потерь при отечной форме ГБП не было.

Оперативное лечение гемолитической болезни новорожденного с изоиммунизацией по резус-фактору путем заменного переливания крови в первые сутки жизни проводилось каждому четвертому младенцу (25,8 %).

Младенцы, перенесшие операцию заменного переливания крови в первые сутки жизни, в последующие 1–2 месяца жизни имели анемию нормохромную смешанного генеза легкой или средней степени тяжести и в повторных гемотрансфузиях не нуждались.

Применение комплекса высокотехнологичных методов профилактики, диагностики и лечения патологических состояний плода в антенатальном периоде при гемолитической болезни, синдроме фето-фетальной трансфузии у монохориальных двоен с применением современных высокотехнологичных фетоскопических вмешательств привело к снижению перинатальной заболеваемости и смертности детей.

В результате выполнения задания разработаны, утверждены в Министерстве здравоохранения Республики Беларусь и апробированы клинические протоколы «Диагностика и лечение осложнений многоплодной беременности: фето-фетальный трансфузионный синдром, диссоциированное развитие плодов и персистенция критического кровотока в артерии пуповины у одного из плодов; синдром обратной артериальной перфузии, монохориальная моноамниотическая двойня, врожденные пороки развития одного из плодов и медицинская профилактика отдельных состояний, возникающих в перинатальном периоде» и «Диагностика, лечение и медицинская профилактика резус-сенсibilизации у беременных женщин, рожениц, родильниц и медицинская профилактика осложнений гемолитической болезни новорожденного».

РАЗРАБОТКА КЛЕТОЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В РАМКАХ ПРОГРАММЫ СОЮЗНОГО ГОСУДАРСТВА

Волотовский И.Д., заведующий лабораторией

Государственное научное учреждение «Институт биофизики и клеточной инженерии НАН Беларуси»

В период с 2011 по 2013 г. в Российской Федерации и Республике Беларусь выполнялась программа Союзного государства «Разработка новых методов и технологий восстановительной терапии патологически измененных тканей и органов с использованием стволовых клеток» («Стволовые клетки»), утвержденная постановлением Совета Министров Союзного государства от 29 ноября 2010 г. № 27. Государственным заказчиком-координатором Программы Союзного государства выступало Министерство здравоохранения Российской Федерации; государственными заказчиками Программы были Национальная академия наук Беларуси, Министерство здравоохранения Республики Беларусь.

Организациями-исполнителями в Российской Федерации были ФГБУ «Северо-западный федеральный медицинский исследовательский центр»



Министерства здравоохранения Российской Федерации («Федеральный Центр сердца крови и эндокринологии им. В. А. Алмазова»), а в Республике Беларусь — учреждения НАН Беларуси: ГНУ «Институт биофизики и клеточной инженерии НАН Беларуси» и Государственное научно-производственное объединение порошковой металлургии; а также учреждения Министерства здравоохранения Республики Беларусь: ГУ «РНПЦ детской онкологии гематологии и иммунологии», УО «Белорусская медицинская академия последипломного образования», ГУ «РНПЦ неврологии и нейрохирургии», ГУ «РНПЦ эпидемиологии и микробиологии», УО «Белорусский государственный медицинский университет», ГУ «РНПЦ трансфузиологии и медицинских биотехнологий».

Бюджет программы составил 120,0 млн российских рублей, из них 42 млн рублей было израсходовано белорусской стороной.

Программа преследовала одну из приоритетных задач развития современного здравоохранения — формирование новой отрасли медицины — регенеративной медицины, базирующейся на клеточных технологиях в медицинской практике стволовых клеток для лечения многих заболеваний человека. Очевидным преимуществом клеточной терапии являются: возможность получения аутологичного клеточного материала из тканей пациента, введение которого в организм пациента не сопровождается какими-либо иммунологическими последствиями; размножение клеток в культуре и сохранение свойств клеток, если их хранить при низких температурах в течение длительного времени.

Использование клеточных технологий в лечебной практике уже получило широкое распространение в мире, о чем свидетельствуют постоянный рост инвестиций в научно-исследовательские работы в этой области, рост годового объема продаж клеточных продуктов и широкое использование клеточных технологий для лечения различных заболеваний человека. Клеточные технологии — одно из наиболее интенсивно развивающихся направлений мирового здравоохранения. В данной области в мире работают более 500 компаний, 150 компаний разрабатывают терапевтические методы лечения с использованием мезенхимальных стволовых клеток — МСК (лидеры — США, Западная Европа, Латинская Америка, Канада). Стволовые клетки успешно применяются для лечения более 150 заболеваний (рассеянный склероз, ишемия миокарда, сахарный диабет, болезнь Альцгеймера, инсульт и другие), в том числе онкологических и наследственных, где традиционные методы малоэффективны. В ближайшее десятилетие лечение с использованием стволовых клеток имеет все шансы занять важное место в системе регенеративной терапии органов и тканей.

Реализация мероприятий программы Союзного государства «Стволовые клетки» позволила создать в Российской Федерации и Республике Беларусь

научно-организационную основу для разработки технологий использования стволовых клеток в экспериментальных моделях, а также схем их возможного применения при лечении патологий органов и систем. В ходе реализации мероприятий программы «Стволовые клетки» белорусскими исполнителями были освоены и отработаны методы получения стволовых клеток из костного мозга, жировой ткани, пуповинной крови, их оптимального культивирования и криохранения, направленной дифференцировки; технологии использования мезенхимальных стволовых клеток для лечения бокового амиотрофического склероза, регенерации поврежденных периферических нервов (восстановление проведения нервного импульса), заболеваний сердечно-сосудистой и хрящевой систем. Разработка оригинальных протоколов восстановительной клеточной терапии заболеваний человека создала современную технологическую базу для обеспечения пациентов, нуждающихся в радикальном восстановлении функционирования поврежденных тканей и органов, эффективным лечением с использованием клеточных технологий. В частности, утверждены:

- 4 инструкции по применению методов лечения с использованием клеточных препаратов;
- 3 заявки на изобретение;
- 6 актов о внедрении метода лечения с использованием стволовых клеток;
- 3 лабораторных протокола по выращиванию клеточных культур;
- 5 аналитических паспортов на культуру клеток;
- 2 лабораторных регламента на производство клеток.

Также создан 1 банк стволовых клеток и подготовлено 6 кандидатских и 12 дипломных работ.

Благодаря реализации программы Союзного государства «Стволовые клетки» были заложены основные принципы единого научного пространства и общих технологий в области получения клеточного материала в России и Беларуси.

Выполнение мероприятий программы Союзного государства в Республике Беларусь послужило мощным стимулом для создания Республиканского научно-медицинского центра «Клеточные технологии», с целью разработки и внедрения в клиническую практику новых биомедицинских клеточных продуктов. РНМЦ «Клеточные технологии» включает в себя сертифицированное производство биомедицинских клеточных продуктов, банк стволовых клеток и поликлиническое отделение. Производство и криохранилище биомедицинских клеточных продуктов, созданное в ГНУ «Институт биофизики и клеточной инженерии НАН Беларуси», соответствует международным стандартам GMP. Культура мезенхимальных стволовых клеток жировой ткани человека зарегистрирована в Министерстве здравоохранения



Республики Беларусь как изделие медицинского назначения (№ ИМ-7.101622 от 30.06.2014) и биомедицинский клеточный продукт (№ БМКП-7.103082 от 31.07.2015), а поликлиническое отделение сертифицировано в соответствии с требованиями к чистым помещениям.

В настоящий момент РНМЦ «Клеточные технологии» оказывает услуги по лечению трофических язв нижних конечностей различной этиологии с использованием собственных мезенхимальных стволовых клеток, полученных из жировой ткани пациентов методом, утвержденным Министерством здравоохранения Республики Беларусь; по флебологии; стоматологии; проводит криоконсервацию и закладывает на криохраниение в банк стволовых клеток клеточный материал человека; ультразвуковое исследование артерий/вен верхних и нижних конечностей, других органов и тканей с использованием нового современного оборудования, а также консультации высококвалифицированных врачей-хирургов.

РНМЦ «Клеточные технологии» активно работает над расширением производственных возможностей. В рамках научных проектов совместно с Белорусской медицинской академией последипломного образования, Белорусским государственным медицинским университетом и Гродненским государственным медицинским университетом ведется разработка новых методов лечения урологических проблем у женщин, язв роговицы глаз, косметических дефектов и рубцовых изменений кожных покровов (ожогов, ран, пролежней), а также дефектов десен и пародонта с использованием биомедицинских клеточных продуктов. Планируется, что в течение ближайших 3–5 лет данные методы станут доступны пациентам.

В настоящее время Министерство здравоохранения Российской Федерации и Министерство здравоохранения Республики Беларусь совместно с Национальной академией наук Беларуси завершают разработку концепции программы Союзного государства России и Беларуси «Новые средства и методы применения биомедицинских клеточных продуктов в диагностике и лечении социально значимых заболеваний человека», целью которой является формирование в рамках Союзного государства нового направления здравоохранения — регенеративной медицины, на основе научного обоснования, разработки технологий и проведения исследований эффективности применения биомедицинских клеточных продуктов в лечении социально значимых заболеваний и создании необходимых условий для практического внедрения. Реализация новой программы позволит существенно повысить качество диагностики и лечения социально значимых заболеваний, а также улучшить имидж Союзного государства как лидера в области фундаментальных медицинских разработок, реализованных в клинической медицине.

АНАЛИЗ МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИХ МЕХАНИЗМОВ КЛЕТОЧНОГО СТАРЕНИЯ

Воропаев Е.В., Осипкина О.В., Зятыков А.А., Баранов О.Ю.

Учреждение образования «Гомельский государственный медицинский университет»

Переволоцкая Т.В., Переволоцкий А.Н.

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии
и агроэкологии»*

Выявление генетических механизмов и показателей (маркеров) старения клеток и тканей, которые оказывают влияние на продолжительность жизни организма в целом, является основной задачей эволюционной генетики и молекулярной геронтологии. При этом механизмы старения организма достаточно многообразны и подразумевают не только механический износ клеток и тканей, но генетические особенности структуры и функционирования ядерной ДНК и ДНК-содержащих цитоплазматических органелл, в частности, митохондрий.

Для клинициста оценка степени митохондриальной дисфункции имеет существенное значение как для формирования представлений о сути и степени, происходящих на тканевом уровне процессов, так и для разработки плана терапевтической коррекции патологического состояния (поиск мишеней для терапевтического воздействия в борьбе со старением).

Количественную оценку митохондриальной ДНК (мтДНК) используют как в качестве биомаркера и предиктора различных заболеваний, так и для оценки биологического возраста.

В соответствии с этим, целью работы явилась разработка диагностической платформы оценки возрастных изменений (биологического возраста) с использованием молекулярно-генетических маркеров.

В качестве материала для выделения ДНК использована цельная кровь пациентов. Для количественного анализа мтДНК во всех образцах проведено выявление фрагмента гена мтДНК ND1 (NADH-дегидрогеназа) и фрагмента гена ядерной ДНК (ядДНК) RPPH1 (Ribonuclease P RNA Component H1), который использовался в качестве гена-нормализатора. Применен метод ПЦР в реальном времени по протоколу TaqMan.

Для расчета числа копий мтДНК в качестве стандарта использовались очищенные ампликоны исследуемых участков генов мтДНК и яДНК. По-



сле очистки с помощью фотометра определяли концентрацию полученного продукта (нг/мкл) и производили расчет числа копий молекул в полученных препаратах. Расчет выполняли с помощью методик конверсии концентрации в число молекул. Полученный показатель (отношение числа копий локусов мтДНК к яДНК) свидетельствовал о числе копий мтДНК и использовался для дальнейших расчетов. Проводили количественную оценку мтДНК в зависимости от возраста.

Выборка пациентов составила 109 человек, из них в возрастной категории 21–40 лет исследовано 36 пациентов, 41–60 лет — 27 пациентов, 61–80 лет — 39 пациентов и в возрастной группе 81–90 лет — 7 пациентов. Исходные данные преобразовывались в распределение, близкое к нормальному, посредством логарифмирования, принятый критический уровень $p = 0,05$.

Для выполнения анализа использовали метод описательной статистики, рассчитывали средние величины числа копий мтДНК в каждой возрастной группе пациентов (таблица 1).

Табл. 1 Результаты описательной статистики исследуемых возрастных групп пациентов

Фактор возраст, лет	Средняя геометр.	Ст. геометрич. откл.	Коефф. вариации, %	95 % доверительный интервал	
				нижняя граница	верхняя граница
21–40	5,35	0,52	10,0	5,19	5,54
41–60	4,77	0,44	9,2	4,62	4,97
61–80	4,71	0,43	9,1	4,59	4,87
81–90	4,61	0,30	7,0	4,34	4,90

Результаты описательной статистики исследуемых возрастных групп пациентов позволяют констатировать некоторое расхождение средней величины числа копий мтДНК.

Исходя из полученных результатов можно отметить, что наибольшее значение 5,35 (95 % ДИ = от 5,19 до 5,54) характерно для возрастной группы 21–40 лет, в то время как в группе 81–90 лет исследуемое значение составляет 4,61 (95 % ДИ = от 4,34 до 4,90). Средние величины числа копий мтДНК в группах пациентов 41–60 и 61–80 лет занимают промежуточное положение: 4,77 (95 % ДИ = от 4,62 до 4,97) и 4,71 (95 % ДИ = от 4,59 до 4,87), соответственно.

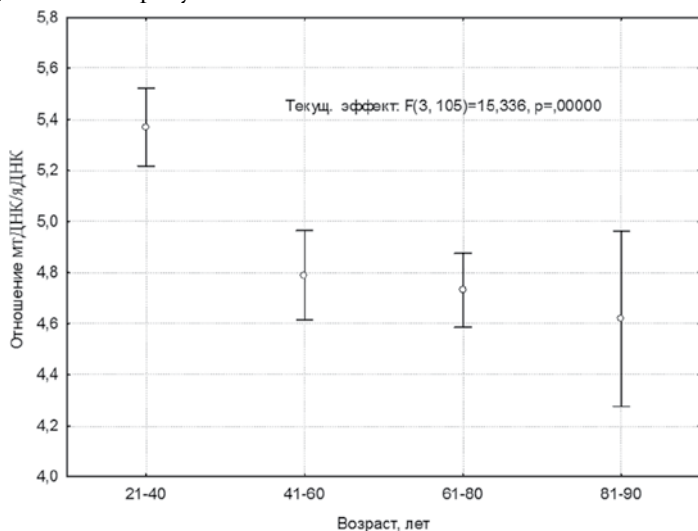
Следующей задачей исследования была оценка степени влияния возраста пациентов на количество мтДНК методом однофакторного дисперсионного анализа (таблица 2).

Табл. 2 Результаты оценки влияния фактора возраста пациентов на количество мтДНК.

Источник дисперсии	Степени свободы	Сумма квадратов	Средний квадрат	Критерий Фишера	Уровень значимости	Сила влияния фактора, %
Влияние возраста	3	9,650	3,217	15,336	< 0,001	30,5
Ошибка	105	22,024	0,210	–	–	–
Всего	108	31,674	–	–	–	–

Результаты однофакторного дисперсионного анализа свидетельствуют о различии средних величин числа копий мтДНК анализируемых возрастных групп пациентов на уровне $p < 0,001$ при силе влияния данного фактора 30,5 %.

Оценка значимости различий анализируемого показателя в возрастных группах пациентов с применением критерия наименьшей значимой разности представлена на рисунке.



Графическое представление различий между средними величинами числа копий мтДНК

Анализ данных, представленных на рисунке, позволяет констатировать значимую разницу между средней величиной числа копий мтДНК в возрастной группе пациентов 21–40 лет и аналогичным показателем в других возрастных группах ($p < 0,001$).



Апробированный метод, основанный на расчете отношения числа копий локусов мтДНК (mtND1) к яДНК (RPPH1) с применением стандартов, может быть использован для количественного анализа мтДНК, как генетического маркера возраст-ассоциированных изменений.

Различие средних величин числа копий мтДНК в группах статистически значимо на уровне $p < 0,001$, сила влияния фактора возраста составляет 30,5 %. Референтный диапазон числа копий мтДНК в группе 21–40 лет составляет 5,19–5,54, если этот показатель для пациента данной возрастной группы ниже референтного значения, то необходимо медицинское наблюдение и оценка при подозрении на заболевание или патологическое состояние (код МКБ-10 — Z03), в соответствии с профилем возраст-ассоциированного заболевания.

В данном исследовании влияние такого фактора, как возраст, достоверно ($p < 0,001$) проявилось при сравнении групп пациентов возрастного диапазона 21–40 лет и остальных исследованных групп, что позволяет предположить наиболее значимые изменения в количестве копий мтДНК в старшем возрастном диапазоне. Для уточнения взаимосвязи количества копий мтДНК и возраста необходимы дальнейшие исследования в более старшей возрастной группе.

НОВЫЙ ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ АМИНОКИСЛОТНЫЙ ИНФУЗИОННЫЙ РАСТВОР ГАМАМИН 40

*Гапанович В.Н., Андреев С.В., Мельнова Н.И., Бердина Е.Л., Головачева В.Н.
Государственное предприятие «Научно-практический центр ЛОТМОС»*

Куваева З.И.

Государственное научное учреждение «Институт физико-органической химии Национальной академии наук Беларуси»

Живень Г.А.

Открытое акционерное общество «Несвижский завод медицинских препаратов»

Совершенствование средств и методов парентерального питания является одной из важнейших задач современной медицины, решение которой определяет течение и исход тяжело протекающих патологических состояний, являющихся следствием послеоперационной и ожоговой травмы, ком-

бинированных поражений, сепсиса, эндогенной интоксикации, проведения курсовой химио-лучевой терапии, онкологических заболеваний и др. Накопленный опыт указывает на то, что успех лечения большинства из них в значительной мере зависит от правильно проведенного парентерального питания (ПП), без которого снижается эффективность лечебных мероприятий, существенно возрастают риск развития септических и инфекционных осложнений, продолжительность пребывания больных в стационаре и показатели летальности.

Критические ситуации, особенно при заболеваниях хирургического профиля, приводят к резкому сдвигу обменных процессов в сторону повышенного катаболизма, вызывая системные метаболические расстройства в организме, в первую очередь со стороны белково-аминокислотного обмена, расстройства которого характеризуются ускоренным распадом протеинов, мобилизацией аминокислот из миоцитов скелетной мускулатуры для активного печеночного глюконеогенеза и синтеза острофазных белков, резким повышением потребностей организма в белково-энергетических субстратах, с толерантностью тканей к их усвоению, что приводит к отрицательному азотистому балансу, даже если потери белка компенсируются.

Плазма крови, альбумин, белковые гидролизаты в настоящее время полностью исключены из клинической практики ПП вследствие длительного периода их распада и низкой биологической (питательной) ценности. Современным стандартом является применение в качестве источников пластических материалов для синтеза белков в организме только растворов кристаллических аминокислот (АК). Основное требование, предъявляемое к данному классу инфузионных сред — обязательное содержание всех незаменимых АК, синтез которых не осуществляется в организме человека (изолейцин, фенилаланин, лейцин, треонин, лизин, триптофан, метионин, валин), причем в L-форме, обеспечивающей их прямое участие в биосинтезе белка.

Одним из наиболее широко применяющихся в странах ЕАЭС инфузионных растворов для клинического ПП является Инфезол 40 (производитель — «Берлин Хеми», Германия). В состав лекарственного средства (ЛС) входят практически все участвующие в синтезе белка АК, а также ксилитол, наличие которого способствует уменьшению протеолиза и предупреждению образования кетоновых тел.

В ходе выполнения задания государственной научно-технической программы «Фармацевтические субстанции и лекарственные средства» специалистами научной организации Департамента фармацевтической промышленности Министерства здравоохранения Республики Беларусь — государственного предприятия «НПЦ ЛОТИОС» совместно с государственным научным учреждением «Институт физико-органической химии Националь-



ной академии наук Беларуси» и открытым акционерным обществом «Несвижский завод медицинских препаратов» разработано и зарегистрировано в Республике Беларусь (регистрационное удостоверение № 15/12/2015 от 28.12.2015) новое ЛС Гамамин 40, по качественному и количественному составу полностью идентичное инфузионному раствору Инфезол 40. В ходе осуществления фармацевтической разработки подготовлен комплект нормативной документации и проведена регистрация всех 14 АК (производства ведущих зарубежных компаний в данной области), входящих в состав ЛС в качестве активных фармацевтических ингредиентов.

Гамамин 40 найдет широкое применение в клинической практике в хирургии, реаниматологии, медицине катастроф при:

- проведении парентерального питания для профилактики и терапии потерь организмом белка (коррекция постгеморрагических состояний различного генеза, плазмарея при ожогах и др.);
- восполнении или устранении дефицита белка, который возникает в результате повышенной потребности в нем, повышенного его расхода или нарушений поступления белка при пищеварении, всасывании и выведении.

Промышленный выпуск ЛС Гамамин 40 начат открытым акционерным обществом «Несвижский завод медицинских препаратов» в 2017 г. на производственном участке, модернизированном в соответствии с требованиями надлежащей производственной практики (GMP). Планируется экспорт лекарственного средства, прежде всего, в страны ЕАЭС.

ГАМАСТАТ — НОВОЕ ОТЕЧЕСТВЕННОЕ ГЕМОСТАТИЧЕСКОЕ ЛЕКАРСТВЕННОЕ СРЕДСТВО МЕСТНОГО ДЕЙСТВИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ КРОВΟΣБЕРЕГАЮЩИХ ОРГАНОСОХРАНЯЮЩИХ ОПЕРАТИВНЫХ ВМЕШАТЕЛЬСТВ

*Гапанович В.Н., Андреев С.В., Мельнова Н.И., Бердина Е.Л.,
Лапковский М.П., Потапова О.А.*

Государственное предприятие «Научно-практический центр ЛОТИОС»

Реутский И.П., Бордаков В.Н.

*Государственное учреждение «432-й ордена Красной Звезды главный военный
клинический медицинский центр Вооруженных Сил Республики Беларусь»*

Кондратенко Г.Г.

Учреждение образования «Белорусский государственный медицинский университет»

Чернецкая Ю.Г.

Республиканское унитарное предприятие «Белмедпрепараты»

Жаворонок И.С.

**Учреждение здравоохранения «10-я городская клиническая больница»
г. Минска**

Комбинированные повреждения печени и селезенки являются наиболее тяжелым видом хирургической патологии органов брюшной полости, имеющим к тому же тенденцию к росту по всему миру.

Как правило, травма паренхиматозных органов осложняется кровотечением, характер которого определяется диаметром поврежденных сосудов. При этом даже при наиболее распространенных операциях, таких как холецистэктомия и др., достижение окончательного гемостаза является до конца не решенной проблемой, сопряженной с большими временными затратами. В этой связи не вызывает сомнения необходимость поиска новых гемостатических средств, применение которых возможно в любых условиях, в том числе — в полевых лечебных учреждениях.

В настоящее время в клинической практике широко применяются гемостатики местного действия (local topical hemostatic agents) на основе полимерных субстанций, полученных из биоматериала или природного сырья. Одним из наиболее эффективных, но достаточно дорогих препаратов является «Тахокомб», представляющий собой коллагеновую пластину с поверхностным слоем лиофилизированных компонентов фибринового клея.

Особый интерес вызывают лекарственные средства (ЛС), способствующие как снижению сосудистой проницаемости, так и денатурации белков крови при локальном нанесении. К ним, в первую очередь, относят неорганические соединения металлов (свинца ацетат, висмута нитрат, алюминия хлорид, железа (III) хлорид и др.). В ряде стран ЕАЭС представлены препараты на их основе, применяемые в основном в стоматологии: расестиптин, имодент, каталюгем, капрамин и др. Среди комплексных ЛС данного ряда выделяют феракрил (неполная железная соль полиакриловой кислоты с содержанием Fe 0,05–0,5 %), гемостатический клей гемо-компакт и капрофер (карбонильный комплекс трехвалентного железа с эpsilon-аминокапроновой кислотой). Последнее гемостатическое средство хорошо известно клиницистам на постсоветском пространстве, оно успешно применяется в оториноларингологии, стоматологии, неотложной хирургии, при остановке кровотечений



из паренхиматозных органов и др. По нашему мнению, именно ЛС данной группы имеют неплохие перспективы для разработки новых лекарственных форм, поскольку для их производства не требуется сложное технологическое оборудование, используется доступная сырьевая база, они отличаются простотой применения, и в то же время достаточно эффективны.

Специалистами научной организации Департамента фармацевтической промышленности Министерства здравоохранения Республики Беларусь — государственного предприятия «НПЦ ЛОТИОС» совместно с РУП «Белмедпрепараты» разработана отечественная технология получения ЛС «Гамастат, раствор для местного применения» (далее — ЛС Гамастат), которое представляет собой стерильный раствор хлоридов алюминия и железа (III) в поливиниловом спирте.

ЛС Гамастат способствует формированию и организации кровяного сгустка, плотно фиксирующегося на раневой поверхности, а также препятствует вторичному инфицированию раны, обладает выраженным антимикробным эффектом по отношению к бактериям и грибам: *S.aureus*, *Paeruginosa*, *C.albicans*, *Asp.niger*.

В ходе экспериментальных исследований, проводившихся на моделях кровотечения из печени и селезенки крыс (в том числе на фоне гипокоагуляции) на базе отдела экспериментальной медицины и фармации Государственного предприятия «НПЦ ЛОТИОС», показано, что нанесение ЛС Гамастат способствовало более оперативному достижению гемостаза (по отношению к контрольной серии с самопроизвольным гемостазом и серии с нанесением препарата сравнения — вискостат), при этом в большинстве случаев остановка кровотечения была окончательной. Отечественное ЛС хорошо переносилось экспериментальными животными, практически не оказывало местно-раздражающего действия, стимулировало течение репаративного процесса.

Клинические испытания I–II фазы проведены на базе ГУ «432 ордена Красной Звезды главный военный клинический медицинский центр Вооруженных Сил Республики Беларусь» по протоколу открытого неконтролируемого исследования у 40 пациентов с активным гастродуоденальным капельным диффузным кровотечением средней интенсивности. Использование ЛС Гамастат позволило добиться окончательного гемостаза в 100 % случаев, рецидивов кровотечения не наблюдалось. По результатам оценки переносимости и безопасности применения отечественного гемостатического средства не было выявлено изменений в состоянии здоровья пациентов, не отмечались системные реакции и побочные эффекты, которые можно было бы расценить как проявление токсического действия.

ЛС Гамастат зарегистрировано в Республике Беларусь (регистрационное удостоверение № 13/04/2091 от 29 апреля 2013 г.). Промышленный выпуск осуществляется РУП «Белмедпрепараты».

Новое отечественное ЛС применяется в первую очередь для остановки капиллярно-паренхиматозных и гастродуоденальных кровотечений. По результатам пострегистрационных исследований, проводившихся на базе учреждения здравоохранения «10-я городская клиническая больница» г. Минска, разработан и утвержден Метод местного гемостаза при кровотечении из ложа желчного пузыря во время холецистэктомии (инструкция по применению 030-0515 от 07.05.2015).

В настоящее время продолжают работы по согласованию дополнительных показаний к применению ЛС Гамастат, в частности, для остановки кровотечений из локальных поверхностных ран кожи и мягких тканей, а также носовых кровотечений, что позволит расширить сферу его применения.

ЛЕКАРСТВЕННОЕ СРЕДСТВО ГАМОВЕН — НОВОЕ ПОКОЛЕНИЕ ИНФУЗИОННЫХ РАСТВОРОВ НА ОСНОВЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО ГИДРОКСИЭТИЛИРОВАННОГО КРАХМАЛА

Гапанович В.Н., Андреев С.В., Мельнова Н.И., Бердина Е.Л.

Государственное предприятие «Научно-практический центр ЛОТИОС»

Юркитович Т.Л., Лапковский М.П.

Научно-исследовательский институт физико-химических проблем БГУ

Живень Г.А.

Открытое акционерное общество «Несвижский завод медицинских препаратов»

По оценкам специалистов, в настоящее время мероприятия интенсивной терапии (ИТ) являются единственным средством адекватной помощи при патологических состояниях, связанных с нарушением и/или истощением компенсаторно-приспособительных реакций в результате травматических, инфекционных или сочетанных повреждений организма. Основу ИТ составляют средства инфузионного воздействия. При этом, во всем мире отмечается тенденция к переходу на стандартизованные протоколы проведения инфузионно-трансфузионных мероприятий, предполагающие минимизацию использования препаратов и компонентов крови в пользу преимущественно его применения искусственных растворов (коллоидных или кристаллоидных).



Последние рассматриваются как фармакологические средства, которые предназначены не только для восполнения дефицита объема циркулирующей крови, но также реконструкции одной или нескольких ее функций, утраченных в ходе заболевания, оказания самостоятельного терапевтического эффекта.

Особенно наглядно данный подход проявляется при применении инфузионных растворов для коррекции наиболее тяжелых состояний организма — геморрагического шока и острой массивной кровопотери. Необходимо учитывать, что действительно эффективная терапия в данном случае должна способствовать одновременному устранению если не всех, то основных звеньев их патогенеза.

Несмотря на значительный положительный опыт применения синтетических коллоидных растворов на основе гидроксипропилированного крахмала (ГЭК, HES) для увеличения объема крови при лечении выраженной гиповолемии, в настоящее время не удается окончательно избавиться от побочных эффектов, прежде всего в отношении системы гемостаза и функциональной активности почек, обусловленных накоплением фрагментов ГЭК в организме, а также их медленной и неравномерной биоконверсией. Исследования по оптимизации физико-химических и медико-биологических свойств кровезаменителей на основе HES продолжаются во многих странах мира.

В ходе выполнения задания государственной научно-технической программы «Фармацевтические субстанции и лекарственные средства» специалистами научной организации Департамента фармацевтической промышленности Министерства здравоохранения Республики Беларусь — Государственного предприятия «НПЦ ЛОТИОС» совместно с НИИ физико-химических проблем Белорусского государственного университета и открытым акционерным обществом «Несвижский завод медицинских препаратов» (ОАО «НЗМП») разработано и зарегистрировано в Республике Беларусь (регистрационное удостоверение № 16/10/2013 от 31.07.2012 г.) новое оригинальное лекарственное средство «Гамовен, раствор для инфузий» (далее — ЛС Гамовен).

Лекарственная форма ЛС Гамовен представляет собой 6 % раствор радиационно-модифицированного ГЭК в комплексном солевом составе, содержащем натрия хлорид, натрия сукцинат, калия дигидрофосфат и магния хлорид.

В качестве исходной субстанции для γ -облучения (доза 15 кГр) использовали HES производства «SerumWerk» (Германия) с молекулярной массой 180–220 кДа и степенью молярного замещения — 0,45–0,55 (аналогичный биополимер входит в состав кровезамещающего раствора Haessteril («Fresenius Kabi», Германия). Среднемассовая молекулярная масса модифицированного гидроксипропилированного крахмала — 150–190 кДа, содержание этиленгликоля — не более 0,01 %, ацетальдегида — не более 0,02 %, метанола — не бо-

лее 0,01 % (не превышает пределы, установленные в Государственной Фармакопее Республики Беларусь).

Благодаря проведенной радиационной модификации полимерной основы ЛС Гамовен выгодно отличается от всех растворов ГЭК по влиянию на агрегационные свойства тромбоцитов. Кроме этого, его применение, помимо восстановления центральной гемодинамики, способствует улучшению микроциркуляции, тогда как включение в состав солевых компонентов наделяет готовую лекарственную форму разработанного кровезаменителя дополнительными фармакотерапевтическими эффектами. Так, введение натрия сукцината повышает эффективность инфузионной терапии за счет выраженного проявления новым препаратом антигипоксических (поддержание процессов клеточного энергообмена) и детоксикационных (коррекция метаболического ацидоза) свойств; в свою очередь, дополнительные свойства корректора кислотно-щелочного состояния, что имеет важное значение в лечении острой кровопотери и геморрагического шока, обеспечивает включение в состав раствора калия дигидрофосфата.

В ходе доклинических исследований доказана хорошая био- и гемосовместимость ЛС Гамовен, установлена его безвредность как при однократном, так и при повторных введениях (в том числе в дозах, предполагающих развитие токсических эффектов). Инфузионный раствор не проявляет эмбриотоксического, тератогенного и мутагенного действия, не обладает лимфотоксичностью.

На экспериментальных моделях острой кровопотери у крыс и смертельной 60 % от объема циркулирующей крови (ОЦК) кровопотери у собак продемонстрирована высокая терапевтическая эффективность ЛС Гамовен, не уступающая, а по отдельным показателям гемостаза — превосходящая такую для препарата НАES steril 6 % («Fresenius Kabi», Германия).

Исследования, проведенные на кроликах, показали, что фармакокинетические свойства нового отечественного инфузионного раствора сопоставимы с таковыми для НАES steril 6 % — время полувыведения полимерной основы обоих препаратов составляет около 2 часов.

В клинических испытаниях 1–2 фазы ЛС Гамовен приняло участие 26 женщин в возрасте от 25 до 79 лет и 44 мужчины в возрасте от 19 до 86 лет. Полученные результаты свидетельствуют о хорошей переносимости и безопасности разработанного кровезамещающего раствора, существенных побочных реакций выявлено не было. Терапевтическая эффективность ЛС Гамовен, применяемого для восполнения ОЦК в периоперационном периоде при плановых хирургических вмешательствах, была сопоставима с терапевтической эффективностью раствора НАES steril 6 %. При этом отечественное ЛС выгодно отличалось от препарата сравнения по влиянию на агре-



гационную активность тромбоцитов в раннем постинфузионном периоде.

Таким образом, ЛС Гамовен присуща полифункциональность целевых эффектов, что в конечном итоге делает его лекарственным средством выбора среди зарегистрированных в Республике Беларусь крахмалсодержащих инфузионных растворов за счет полноты проявления фармакотерапевтического действия, скорости его достижения и продолжительности удержания.

ЛС Гамовен поставляется открытым акционерным обществом «Несвижский завод медпрепаратов» на рынок Республики Беларусь и ряда стран СНГ.

ИЗУЧЕНИЕ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ ТУБЕРКУЛЕЗОМ ДЕТСКОГО И ПОДРОСТКОВОГО НАСЕЛЕНИЯ ПО ЗАДАНИЮ ПРОГРАММЫ СОВМЕСТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПО ПРЕОДОЛЕНИЮ ПОСЛЕДСТВИЙ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ КАТАСТРОФЫ В РАМКАХ СОЮЗНОГО ГОСУДАРСТВА

Горбач Л.А., Вильчук К.У.

Государственное учреждение «Республиканский научно-практический центр «Мать и дитя»

Чернобыльская авария является самой масштабной техногенной катастрофой в истории атомной энергетики. Эта авария привела к самому крупному неконтролируемому выбросу радионуклидов в атмосферу с последующим радиоактивным загрязнением окружающей среды по сравнению со всеми другими когда-либо зарегистрированными авариями.

Радиоактивное загрязнение затронуло множество европейских стран. Территория более 200 тысяч квадратных километров была загрязнена радиоактивным ¹³⁷Cs. Однако большая часть загрязненной территории — 71 % — приходилась на три наиболее пострадавшие страны — Беларусь, Россию и Украину.

Чернобыльская катастрофа привела к тяжелым социальным и экономическим нарушениям и стала причиной серьезных экологических и медицинских последствий для населения этих стран.

В результате загрязнения окружающей среды радионуклидами в течение 1986 г. было эвакуировано 116 тысяч человек, проживавших вблизи Чернобыльской атомной станции. Еще 220 тысяч человек было эвакуировано с территорий с высоким уровнем загрязнения Беларуси, России и Украины

после 1986 г. Около пяти миллионов человек продолжают жить на территориях, загрязненных в результате аварии.

Здоровье населения, проживающего в пострадавших от Чернобыльской катастрофы районах, уже более трех десятилетий, прошедших со дня аварии, является предметом пристального внимания медицинской общественности всего мира.

В докладе экспертной группы «Здоровье» Чернобыльского форума ООН «Медицинские последствия Чернобыльской аварии и специальные программы здравоохранения» подчеркивается важность проведения эпидемиологических исследований инфекционной заболеваемости среди детского населения пострадавших от Чернобыльской катастрофы регионов.

В 2014–2016 гг. в государственном учреждении «Республиканский научно-практический центр «Мать и дитя» Министерства здравоохранения Республики Беларусь выполнялось задание «Разработать и внедрить комплексную систему мероприятий по профилактике туберкулеза среди детского населения пострадавших районов» Программы совместной деятельности по преодолению последствий Чернобыльской катастрофы в рамках Союзного государства на период до 2016 г. (номер государственной регистрации задания — 20143303 от 1 декабря 2014 г.). Одной из задач данного задания было изучение заболеваемости туберкулезом среди детского и подросткового населения наиболее пострадавших от Чернобыльской катастрофы районов Гомельской и Могилевской областей Беларуси за период 2004–2015 гг.

Для решения поставленной задачи была сформирована база данных о 527 детей и подростках с впервые выявленным туберкулезом, проживающих в Гомельской и Могилевской областях в вышеуказанный период. Сформированная база данных была разделена на две группы. Первая группа включала 98 детей и подростков, проживающих в наиболее пострадавших от Чернобыльской катастрофы районах, вторая группа — 429 детей и подростков, проживающих в менее пострадавших районах. Перечень наиболее пострадавших районов был составлен в соответствии с Постановлением Совета Министров Республики Беларусь № 845 от 9 июня 2000 г. и включал 13 районов Гомельской области, 5 районов Могилевской области. В перечень менее пострадавших районов были включены все остальные районы: 8 районов Гомельской области, 16 районов Могилевской области, а также города Гомель и Могилев.

Обработка данных проводилась с использованием различных статистических методов. Для вычисления показателей заболеваемости были использованы данные Национального статистического комитета Республики Беларусь о численности населения по возрастам и по районам. Для исключения влияния разницы в половозрастном составе населения наиболее пострадавших и менее пострадавших районов был использован метод прямой стан-



дартизации. За стандарт был принят половозрастной состав населения Республики Беларусь за анализируемый период времени.

Как показало наше исследование, за период с 2004 по 2015 г. отмечалось снижение показателя заболеваемости туберкулезом среди детского населения наиболее пострадавших районов с 9,8 до 1,2 на 100 тысяч населения или в 8,3 раза. За этот же период показатель заболеваемости туберкулезом среди детского населения менее пострадавших районов снизился с 4,4 до 2,4 на 100 тысяч населения или в 1,8 раза.

Среди подросткового населения за анализируемый период времени показатель заболеваемости туберкулезом увеличился с 21,3 до 23,8 на 100 тысяч человек или на 11,9 % в наиболее пострадавших районах. Самый высокий уровень заболеваемости туберкулезом в этих районах был отмечен в 2011 г. (40,7 на 100 тысяч человек), а самый низкий — в 2007 г. (13,7 на 100 тысяч человек). Динамика показателей заболеваемости туберкулезом среди подросткового населения менее пострадавших районов имела такую же тенденцию, как и в наиболее пострадавших районах. За этот же период времени показатель заболеваемости туберкулезом среди подросткового населения менее пострадавших районов увеличился с 5,1 до 12,9 на 100 тысяч человек или в 2,5 раза. Самый высокий уровень заболеваемости туберкулезом в менее пострадавших районах был отмечен в 2005 г. (14,0 на 100 тысяч человек), а самый низкий — в 2004 г. (5,1 на 100 тысяч человек).

Были вычислены стандартизованные показатели заболеваемости туберкулезом детского и подросткового населения наиболее пострадавших и менее пострадавших районов.

До стандартизации показатель заболеваемости туберкулезом среди детского населения наиболее пострадавших районов составил 3,8 на 100 тысяч человек и был выше в 1,2 раза по сравнению с аналогичным показателем менее пострадавших районов (3,2 на 100 тысяч человек). После стандартизации соотношение между показателями заболеваемости туберкулезом среди детского населения наиболее пострадавших и менее пострадавших районов не изменилось.

Показатель заболеваемости туберкулезом среди подросткового населения наиболее пострадавших районов составил 22,4 на 100 тысяч человек, что было в 2,3 раза выше по сравнению с аналогичным показателем среди подросткового населения менее пострадавших районов (9,9 на 100 тысяч человек). После стандартизации соотношение между показателями заболеваемости туберкулезом среди подросткового населения наиболее пострадавших и менее пострадавших районов не изменилось.

Проведенные исследования позволили сделать следующие выводы:

1. За период с 2004 по 2015 г. отмечалось снижение заболеваемости туберкулезом среди детского населения Гомельской и Могилевской областей.

Эта тенденция отмечалась как в наиболее пострадавших районах, так и в менее пострадавших районах. Вместе с тем снижение показателя заболеваемости туберкулезом среди детского населения наиболее пострадавших районов было более выражено по сравнению с менее пострадавшими районами (8,3 раза и 1,8 раза). После стандартизации анализируемых показателей, выявленные нами ранее закономерности не изменились.

2. За период 2004–2015 гг. показатель заболеваемости туберкулезом среди подросткового населения увеличился на 11,9 % в наиболее пострадавших районах и в 2,5 раза в менее пострадавших районах. Средний показатель заболеваемости туберкулезом среди подросткового населения в наиболее пострадавших районах составил 22,4 на 100 тысяч человек и был в 2,3 раза выше по сравнению с аналогичным показателем в менее пострадавших районах — 9,9 на 100 тысяч человек. После проведения стандартизации различие между сравниваемыми показателями не изменилось.

3. Полученные результаты исследования могут быть использованы при планировании противотуберкулезных мероприятий среди детского и подросткового населения наиболее пострадавших от Чернобыльской катастрофы районов.

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ И ИННОВАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ КАК ОСНОВА ЭФФЕКТИВНОГО КОНТРОЛЯ ЗА ИНФЕКЦИОННЫМИ ЗАБОЛЕВАНИЯМИ

*Горбунов В.А., Титов Л.П., Носова Е.С., Рустамова Л.М., Красько А.Г.,
Петкевич А.С., Давыдов А.В., Хархаль А.Н., Родионова Л.П., Семенов С.Ф.
Государственное учреждение «Республиканский научно-практический
центр эпидемиологии и микробиологии»*

Жукова Н.П., Филонюк В.А.

Министерство здравоохранения Республики Беларусь

Государственное учреждение «Республиканский научно-практический центр эпидемиологии и микробиологии» (Центр) является ведущим научно-исследовательским центром страны, где выполняется широкий спектр научно-исследовательских работ фундаментального и прикладного характера в области эпидемиологии, медицинской вирусологии, микробиологии,



иммунологии и паразитологии. Одним из приоритетных направлений деятельности Центра является научная разработка, создание и совершенствование новых поколений диагностических средств, внедрение отечественной продукции в практику здравоохранения. В результате реализации целого ряда государственных программ, государственных и отраслевых научно-технических программ и отдельных инновационных проектов в Центре разрабатываются и внедряются в практику здравоохранения ПЦР, иммуноферментные и иммунофлуоресцентные диагностические тест-системы, питательные среды, новые линии культур клеток, наборы для санитарной вирусологии и паразитологии и др. препараты. Разработка и внедрение в практику здравоохранения новых диагностических средств, созданных на основе современных технологий (генной инженерии, биотехнологии), позволяют обеспечивать потребности страны и поставки продукции на экспорт. В настоящее время разработанные отечественные изделия медицинского назначения (ИМН) обеспечивают около 30 % используемого перечня диагностических изделий в стране.

Центр является производителем ряда уникальных ИМН — культур клеток для выделения вирусов, поставляемых санитарно-эпидемиологической службе страны, концентраторов для санитарной вирусологии, диагностикумов в отношении энтеровирусов, возбудителей различных, в том числе и особо опасных, геморрагических лихорадок (геморрагической лихорадки с почечным синдромом, вируса Ласса, Эбола) и др. Постоянно расширяется и обновляется номенклатура выпускаемых изделий. Так, в 2016 г. в практику здравоохранения внедрено 11 новых диагностических тест-систем: для диагностики парвовирусной, герпесвирусной, гриппозной, парагриппозной, респираторно-сентициальной, аденовирусной инфекций, индикации возбудителей бактериальных острых кишечных инфекций и клещевых инфекций, генотипирования и выявления мутаций резистентности ВИЧ к антиретровирусным лекарственным средствам, генодиагностики энтеровирусной, норовирусной и ВК-вирусной инфекций человека.

При разработке ИМН использованы отечественные штаммы микроорганизмов, циркулирующие и выделенные на территории Беларуси, что повышает их диагностическую значимость и позволяет объективно оценивать реально складывающуюся эпидемиологическую ситуацию и/или состояние пациентов для назначения адекватного лечения и профилактики.

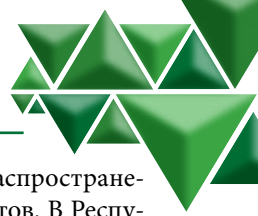
Вирусные и бактериальные штаммы стали неотъемлемой частью биотехнологии, используются для решения медико-биологических проблем, инфекционной патологии. Для обеспечения работ со штаммами вирусов и бактерий на базе Центра создана и успешно развивается Специализированная коллекция вирусов и бактерий, патогенных для человека (далее — Коллекция).

Фонд Коллекции включает вирусные и бактериальные культуры, выделенные от пациентов, из природных резервуаров на территории Республики Беларусь, стран СНГ, некоторых стран Африки, оригинальные штаммы с измененными генетическими свойствами, полученные в ходе проведения научных исследований, в том числе и особо опасных вирусов — возбудителей геморрагических лихорадок Ласса, Марбург, Эбола. Всего в коллекции хранится 791 штамм вирусов и бактерий, а также рекомбинантные плазмиды. Сотрудниками Коллекции отработаны условия культивирования вновь выделенных штаммов микроорганизмов для сохранения уникальных штаммов вирусов и бактерий в жизнеспособном генетически стабильном состоянии. Определен алгоритм скрининга штаммов. Коллекция пополняется штаммами вирусов и бактерий, патогенных для человека. Проведена государственная регистрация информационного ресурса «Специализированная коллекция вирусов и бактерий, патогенных для человека» в Государственном регистре информационных ресурсов Республики Беларусь (рег. свидетельство № 1761203264 от 21.11.2012). Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 14.12.2012 № 1152 «Специализированная коллекция вирусов и бактерий, патогенных для человека» зарегистрирована в Государственном реестре научных объектов, которые составляют национальное достояние.

Коллекция культур микроорганизмов имеет неоспоримое значение в исследовании биологического разнообразия патогенов, циркулирующих в человеческой популяции, и создания эффективных средств диагностики, профилактики и лечения.

Большое внимание уделяется международному научному сотрудничеству и поддержанию рабочих контактов с научными институтами по глобальной проблеме устойчивости к противомикробным препаратам, включая антибиотики. Центр является национальным корреспондентом Всемирной организации здравоохранения, Межгосударственного координационного Совета СНГ по проблемам внутрибольничных инфекций, мониторингу антибиотикорезистентности микроорганизмов и устойчивости к дезинфектантам.

Создание и внедрение в практику здравоохранения подходов качественного и количественного анализа своевременности и обоснованности назначения антибиотиков, спектра выделяемых бактерий, частоты и уровней их резистентности к антибиотикам, а также микробиологических исследований и клинических протоколов позволяет существенно повысить безопасность и качество лечебного процесса, снизить финансовые затраты. Широкое, интенсивное и нерациональное применение антибактериальных средств в медицине, ветеринарии и сельском хозяйстве обусловило ускорение темпов микроэволюции генетических детерминант резистентности па-



тогенных и условно-патогенных бактерий, формирование и распространение множественно устойчивых генотипов инфекционных агентов. В Республике Беларусь в 2012–2015 гг. разработана стратегия борьбы с резистентностью бактерий к антибиотикам, инициатором всех ее направлений являлся Центр. Цель стратегии — снижение уровня инфекционной заболеваемости, частоты возникновения инфекций, обусловленных оказанием медицинской помощи, и снижение резистентности бактерий к антибиотикам. Основными элементами стратегии являются:

- а) оптимизация системы рациональной антибиотикотерапии;
- б) мониторинг резистентности клинически значимых бактерий к антибиотикам посредством внедрения в учреждениях программы WHONET для сбора и анализа данных;
- в) создание референс-центра мониторинга резистентности, совершенствование внешнего контроля качества исследований, развитие международного сотрудничества (WHO, CAESAR, ESCMID);
- г) внедрение системы сбора и анализа потребления антибиотиков в учреждениях здравоохранения и населением;
- д) усиление системы инфекционного контроля;
- е) поддержка инновационных научных исследований в области мониторинга и изучения генетических механизмов резистентности бактерий в рамках ГНТП «Инфекции и микробиологические биотехнологии», а также планируемой программы Союзного государства «Преодоление».

С целью организации национальной системы мониторинга резистентности Министерством здравоохранения в учреждениях внедрена программа WHONET. Информация о пациентах, видовом составе бактерий и резистентности к антибиотикам постоянно пополняет национальную базу данных. В настоящее время в системе мониторинга резистентности бактерий участвует более 50 % учреждений страны. В национальной базе данных собрана информация о резистентности более чем 300 000 изолятов бактерий, выделенных из разных биотопов.

Информационные ресурсы о резистентности доминирующих бактерий анализируются в соответствии с рекомендациями CLCI и EUCAST, данные о резистентности бактерий к антибиотикам используются клиницистами для назначения рациональной эмпирической и этиотропной терапии, их коррекции. Здравоохранение ежегодно тратит до 30 % бюджета на приобретение антибиотиков, а внедрившие данную стратегию учреждения экономят 15–20 % своего бюджета.

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ОРБИТАЛЬНОЙ ЗОНЫ ЭКЗОПРОТЕЗОМ С ФИКСАЦИЕЙ НА ВНУТРИКОСТНЫХ ИМПЛАНТАХ

Дудич О.Н. , Красильникова В.Л., Коваленко Ю.Д.

Государственное учреждение образования «Белорусская медицинская академия последипломного образования»

Потеря глазного яблока (анoftальм) в результате травм, онкологических заболеваний в сочетании с обширными дефектами и деформациями орбитальной зоны нарушает привычную гармонию лица.

Помимо функциональных и косметических дефектов у пациентов возникают психологические проблемы, нарушающие их социальную адаптацию.

Современные достижения реконструктивной хирургии позволяют в значительной степени облегчить психологические страдания пациентов, которые вынуждены постоянно носить очки или окклюдеры, скрывая свой косметический дефект. У данной категории пациентов проводится большое количество операций, выполняются тщетные попытки воссоздать веки и конъюнктивальную полость с целью создания условий для индивидуального косметического протезирования. Однако в зоне неоднократных реконструктивных операций ткани подвергаются агрессивному рубцеванию, сводящему на нет усилия хирургов.

Экзопротезирование является одним из методов косметической и психологической реабилитации пациентов с тяжелыми деформациями орбитальной зоны и отсутствием глазного яблока.

Экзопротез представляет собой смоделированную художественную имитацию глазничного органокомплекса, выполненную из силикона и акрилата. Фиксируется данный экзопротез к орбитальной области латексным тканевым клеем или на дужках очков. Клеевая основа не обеспечивает надежность фиксации протеза, особенно в условиях повышенного потоотделения. Также следует отметить, что в области фиксации наблюдается раздражение, мацерация кожи. Толстые края протеза и отсутствие эластичности делают его заметным. Данные недостатки экзопротеза затрудняют повседневное его использование пациентами.

Сотрудниками кафедры офтальмологии государственного учреждения образования «Белорусская медицинская академия последипломного образования» (БелМАПО) совместно с НПО «Медбиотех» разработана и внедрена технология экзопротезирования орбитальной зоны лица с фиксацией эпитетика на внутрикостных имплантах.



Для фиксации экзопротеза используется комбинированный имплант отечественного производства НП ООО «Медбиотех», который сочетает в себе положительные качества пластиночного и цилиндрического имплантов, обеспечивая большую площадь контакта с костью, более качественную остеоинтеграцию, исключает ротационный компонент в процессе имплантации, способствует равномерному распределению нагрузки на имплант в процессе его эксплуатации и, как следствие, долговременное функционирование.

За период с 2015 по 2017 г. в белорусских учреждениях здравоохранения прооперировано 25 пациентов после экзентерации глазницы по причине онкологических заболеваний. Средний возраст пациентов составил $52,6 \pm 4,1$ (от 17 до 60 лет).

Технология экзопротезирования включала в себя два этапа: первый этап диагностический, который предполагал выполнение мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ) и последующий расчет ретенционных точек фиксации имплантов с учетом толщины костной ткани. Второй этап состоял из хирургической части (установка внутрикостных имплантов и абатментов) и ортопедической части (моделирование силиконового эпителика с учетом индивидуальных особенностей орбитальной зоны пациента).

Оценка эффективности экзопротезирования глазницы производилась с учетом субъективных и объективных критериев.

Изучение результатов МСКТ пациентов спустя 6 месяцев после установки внутрикостных имплантов показало, что у всех пациентов костная структура вокруг имплантов выглядела без признаков ремоделирования, однородная, без наличия узураций и эрозий, что свидетельствовало о хорошей остеоинтеграции имплантов и позволило приступить к установке абатментов, а спустя 2 месяца — к выполнению ортопедической части (изготовлению силиконового эпителика) (рисунок 1).



Рис. 1 Результаты МСКТ у пациентки А. через 6 месяцев после установки имплантов с абатментами

Наблюдение за состоянием кожных покровов, окружающих абатмент, показало, что признаки воспаления отсутствовали у 22 (88 %) пациентов из 25, включенных в исследование. Однако у 3 пациентов (12 %) наблюдалась

умеренная гиперемия кожных покровов, наличие серозных корочек на абатментах и на коже у их основания. При выяснении причин локального воспаления кожных покровов, прилегающих к абатментам, установлено, что пациентами не осуществлялась должная обработка кожных покровов в данной области. Проведение ежедневной тщательной обработки кожных покровов в области абатментов позволило купировать локальный воспалительный процесс.

Осмотр кожных покровов в местах соприкосновения с эпителиком не выявил явлений дерматита ни у одного из 25 пациентов.

Среди субъективных критериев эффективности экзопротезирования оценивалась удовлетворенность пациента достигнутым косметическим результатом. Опрос пациентов показал, что 25 пациентов (100 %) удовлетворены полностью данным видом реконструкции орбитальной зоны лица.

На рисунках 2–3 представлен вид пациентов до и после экзопротезирования глазницы.

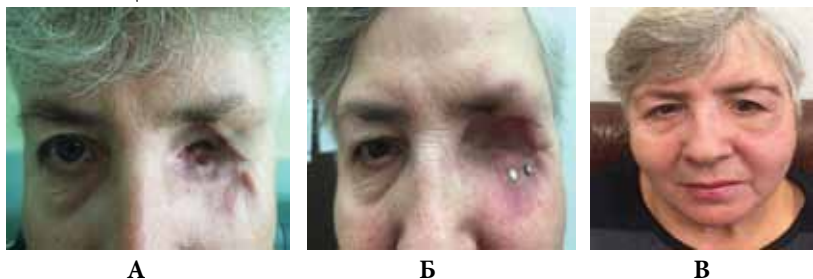


Рис. 2 Вид пациентки

А — до экзопротезирования, Б — после установки имплантов с абатментами, В — после установки силиконового эпителика

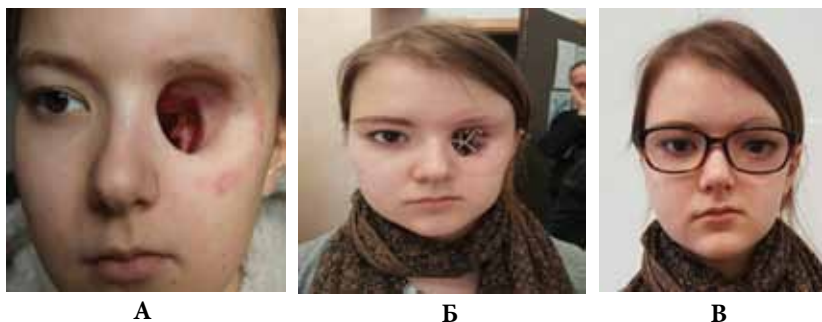


Рис. 3 Вид пациентки

А — до экзопротезирования, Б — после установки имплантов с абатментами, В — после установки силиконового эпителика



Таким образом, восстановление орбитальной зоны эктопротезом с фиксацией на внутрикостных имплантах у пациентов с отсутствием условий к аутогенной реконструкции при состояниях, сопровождающихся потерей глазного яблока в сочетании с дефицитом тканей больших объемов, позволило достигнуть удовлетворительного косметического результата у всех пациентов, включенных в исследование, а также вернуть им утраченное качество жизни.

РЕКОНСТРУКЦИЯ КОСТНЫХ СТРУКТУР ГЛАЗНИЦЫ ИНДИВИДУАЛЬНЫМ ТИТАНОВЫМ ИМПЛАНТАТОМ, ПРОИЗВЕДЕННЫМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ ТРЕХМЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И ПРОТОТИПИРОВАНИЯ

Дудич О.Н., Красильникова В.Л., Коваленко Ю.Д.

Государственное учреждение образования «Белорусская медицинская академия последипломного образования»

Реконструкция костных структур глазницы связана с решением основных задач — диагностики травматических изменений и планирования оперативного лечения. Особенно высокие требования предъявляются к результатам реконструкции костных структур глазницы при наличии у пациента функционально полноценного глаза.

Учитывая геометрическую сложность пространственных взаимоотношений всех элементов орбитальной зоны, обширность повреждений при современных травмах, эффективность хирургического вмешательства зависит от возможности получения точного трехмерного представления о размерах изменения конфигурации костных структур орбитальной зоны. Точная трехмерная копия поврежденной глазницы дает возможность врачу-хирургу более достоверно оценить анатомические особенности конкретного пациента, локализацию, границы и распространенность патологического процесса, спланировать объем оперативного вмешательства.

Однако, нижняя и медиальная стенки орбиты являются очень тонкими структурами (толщина ~ 0,1–0,3 мм), что намного меньше разрешающей способности существующих аппаратов (минимально возможная толщина реконструкции до 0,625 мм). В этой связи построение 3D-изображения

с использованием программного обеспечения (ПО) томографа не дает полной информации об истинной форме и размерах костного дефекта стенок глазницы. Программное обеспечение существующих томографов не позволяет редактировать полученные 2D-изображения на 3D-реконструкции и требует наличия дополнительного ПО.

Силами научных работников государственного учреждения образования «Белорусская медицинская академия последипломного образования» (БелМАПО) и Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники разработана технология трехмерной реконструкции костных структур глазницы на основе выходных файлов МСКТ пациента.

В Республиканском центре микрохирургии глаза г. Минска за период с 2015 по 2016 г. прооперировано 30 пациентов с посттравматическими изменениями костных структур глазницы по разработанной технологии. Возраст пациентов составил от 14 до 67 лет. По локализации наблюдались следующие повреждения: изолированные повреждения нижней стенки глазницы у 14 (47 %) пациентов, ниже-медиальной стенки глазницы у 10 (33 %) пациентов, перелом ниже-медиальной стенки с повреждением инфраорбитального края глазницы у 4 (13 %) пациентов, изолированное повреждение медиальной стенки глазницы у 2 (7 %) пациентов.

Острота зрения до хирургической операции составляла $0,8 \pm 0,06$. Гипофтальм наблюдался у 28 (93%) пациентов. Энофтальм был выявлен у 26 (87 %) пациентов. Степень данных изменений варьировала от легкой — I степень (1–2 мм), до клинически значимой — II степень (3–4 мм), III степень (> 5 мм).

Всем пациентам до хирургической операции с целью оценки характера повреждений и положения глазного яблока в глазнице выполняли МСКТ. Затем посредством разработанного дополнительного программного обеспечения создавали трехмерную компьютерную модель поврежденной глазницы пациента с зоной дефекта и точную трехмерную модель дефекта. По созданной трехмерной компьютерной модели поврежденной глазницы пациента с зоной дефекта из полимера изготавливали прототип поврежденной глазницы и прототип дефекта. После чего по прототипу дефекта изготавливали титановый имплантат, соответствующий форме и размерам дефекта. Затем, по изготовленному из полимера прототипу глазницы, титановому имплантату придавали его анатомическое соответствие изгибам глазницы (рисунки 1, 2).

Анализ томограмм глазниц пациентов после реконструкции костных структур индивидуальным титановым имплантатом показал, что у всех пациентов отмечалось максимальное восстановление костной анатомии орбиты. Положение индивидуального имплантата в глазнице четко совпадало с запланированным положением его в прототипе. Согласно данным МСКТ, имплантат в передне-заднем направлении и по всей ширине перекрывал де-

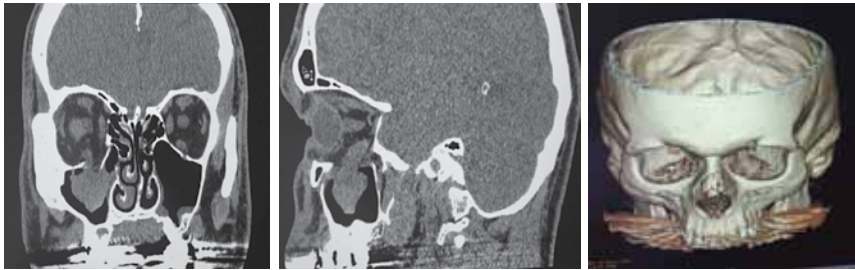


Рис. 1 Результаты МСКТ до операции (А — коронарная проекция, Б — сагиттальная проекция, В — 3D-реконструкция)

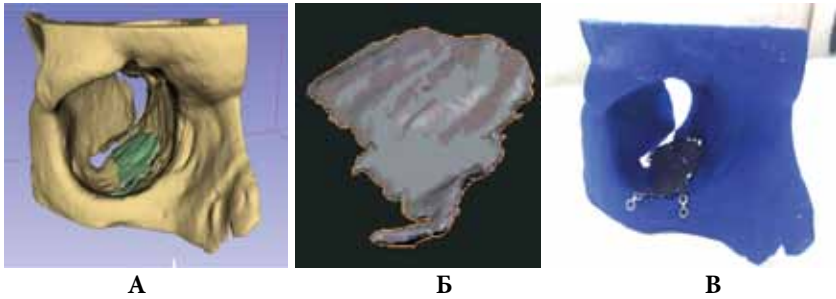


Рис. 2 — 3D-модель глазницы (зона перелома отмечена цветом), Б — 3D-модель, В — прототип глазницы пациента, положение титанового имплантата над зоной дефекта

фект, плотно прилегал к костной стенке. Положение ретробульбарной клетчатки и экстраокулярных мышц после хирургической операции оценивалось на данных томограммах как физиологичное (рисунки 3–6).

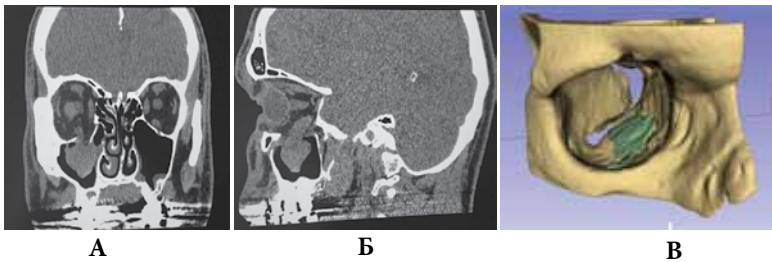


Рис. 3 Результаты МСКТ пациента А. до операции (А — коронарная проекция, Б — сагиттальная проекция, В — 3D-модель глазницы (зона перелома отмечена цветом)

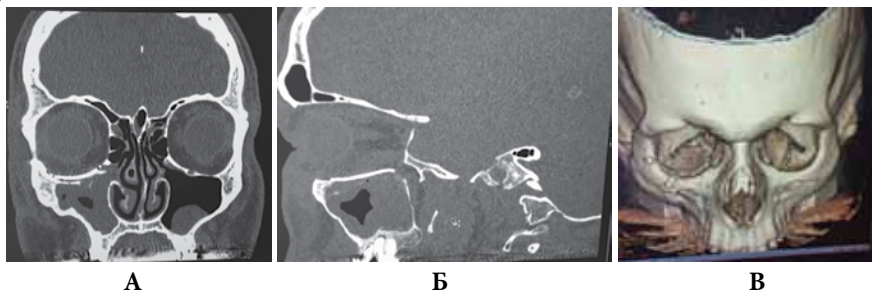


Рис. 4 Результаты МСКТ пациента А. после операции (А — коронарная проекция, Б — сагиттальная проекция, В — 3D-реконструкция глазницы, положение имплантата удовлетворительное, полное перекрытие костного дефекта)

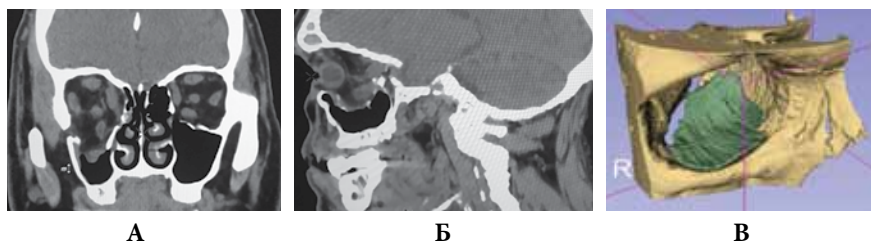


Рис. 5 Результаты МСКТ до операции (А — коронарная проекция, Б — сагиттальная проекция, В — 3D-модель глазницы, зона перелома отмечена цветом)

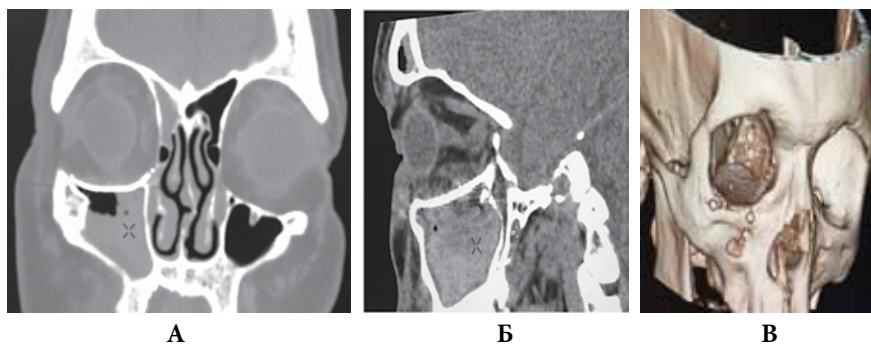


Рис. 6 Результаты МСКТ после операции (А — коронарная проекция, Б — сагиттальная проекция, В — 3D-реконструкция глазницы, положение имплантата удовлетворительное, полное перекрытие костного дефекта)



После реконструктивно-восстановительного лечения с использованием индивидуальных титановых имплантатов гипофтальм и энофтальм 0 и I степени наблюдался у 28 (93 %) пациентов. Клинически значимые степени гипофтальма и энофтальма наблюдались лишь у 2 (7 %) пациентов.

Интраоперационных осложнений не наблюдалось.

Таким образом, разработанная технология реконструкции костных структур глазницы на основе выходных файлов МСКТ, позволяет четко определить параметры костного дефекта, а также моделировать индивидуальный имплантат точно соответствующий размерам и форме дефекта, с учетом анатомических особенностей реконструируемой зоны глазницы.

Использование индивидуального титанового имплантата, произведенного с использованием технологий трехмерного моделирования и прототипирования для реконструкции костных структур глазницы, позволяет снизить риск развития интраоперационных осложнений, максимально точно восстановить анатомию глазницы и достичь удовлетворительного косметического и функционального результата.

НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДОЛОГИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ К УПРАВЛЕНИЮ ПРОЦЕССАМИ СОХРАНЕНИЯ АКТИВНОСТИ АНТИТЕЛ К АНТИГЕНАМ ЛАРВАЛЬНЫХ ПАЗИТАРНЫХ БОЛЕЗНЕЙ *IN VITRO*

Жнакина Ж.В.

ФГАОУ ВО Первый московский государственный медицинский университет им. И. М. Сеченова Минздрава Российской Федерации

Проблема стабилизации белков сывороток крови является частной задачей биологии и предполагает возможность восстановления их исходных свойств после длительного охлаждения и высушивания [2]. Однако в связи с глобализацией вопросов биологической безопасности населения и обеспечения мониторинга за социально значимыми инфекционными и паразитарными болезнями изменился ракурс решаемых вопросов и актуализированы задачи по созданию паспортизированных сывороток крови для информационного обеспечения базы данных национальной системы мониторинга популяционного иммунитета населения.

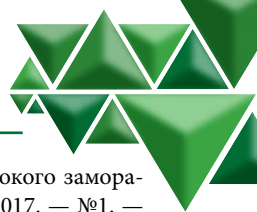
Вопросы сохранности иммуноглобулинов и возможность отдаленно их применения для сравнительных и диагностических исследований мало изучены. Наблюдения на практике показали: при умеренной температуре в образцах крови и его компонентах происходят химические модификации белковой структуры в виде окисления и протеолитической деградации, а степень их выраженности возрастает с повышением температуры. При температуре плюс 4 °С на период хранения от 1 дня до нескольких недель белки сохраняют активность без значительных потерь физиологической активности. Более длительное хранение сывороток в этих условиях приводит к потере активности, в первую очередь, иммуноглобулинов класса М (Ig M). Для сохранения стабильности физико-химических параметров белковых структур в разные периоды предлагались разные методы, основанные на применении холодового воздействия и позволившие добиться значительного увеличения сроков их хранения.

Данные собственных исследований показали, что образцы сывороток крови, содержащие антитела к *Cysticercus cellulosae* в 50 % случаях сохраняют диагностические значения в течение 1 года и в последующие годы теряют до 30 % белковой активности [1]. Таким образом, показатель сохранности белковых структур имеет обратную зависимость от сроков хранения. По данным литературы, более глубокое замораживание способствует стабилизации белковых структур и соответственно их длительному сохранению: с понижением температуры от минус 37 °С до минус 130 °С происходит кристаллизация внеклеточной жидкости, затем адсорбированной воды вокруг белков в виде гелеобразных структур [4]. По данным Rall и Fahy (1985) при достижении такого стеклоподобного состояния останавливаются процессы химической и физической деградации объекта [3].

Целью наших исследований является установление связи между специфическими характеристиками иммуноглобулинов класса G при ларвальных паразитозах (эхинококкоз, токсокароз, цистицеркоз) с учетом особенностей развития болезни, сроков давности и выраженности симптомов, диагностических уровней антител к возбудителям разных таксономических групп и физическими параметрами их хранения [1]. Предварительные данные указывают на корреляционную связь исследуемых параметров, что позволяет предложить методику по систематизации технических параметров и оптимизации условий длительного хранения образцов сывороток для целевого их использования в научных и медицинских программах.

Список использованной литературы

1. Жнакина Ж.В., Кузнецова К.Ю., Мания Т.Р., Сергиев В.П. Изменение диагностической характеристики антител к *Cysticercus cellulosae* в коллекционных образцах



сыворотки крови в зависимости от сроков хранения в условиях глубокого замораживания// Медицинская паразитология и паразитарные болезни. — 2017. — №1. — С. 27–29.

2. J. Wolfw and G. Bryant. Intracellular vitrification. Cryobiology and anhydrobiology of cells. 2004.

3. Rall W.F, Fahy G.M. Ice-free cryopreservation of mouse embryos at -196°C by vitrification. Nature 313.1985: 573–575.

4. Tucker M.J., Liebermann J. Vitrification in ART. Informa UK Ltd. 2007: 322.

ПРАВОВОЕ ПОЛЕ ПО ФОРМИРОВАНИЮ ОБЩЕГО РЫНКА ЛЕКАРСТВЕННЫХ СРЕДСТВ ЕВРАЗИЙСКОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО СОЮЗА

Захарочкина Е.Р., Максимкина Е.А.

*ФГАОУ ВО Первый московский государственный медицинский университет
им. И. М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации*

Евразийский экономический союз (ЕАЭС) является учрежденной Договором в 2014 г. международной организацией региональной экономической интеграции, государствами-членами которой являются Республика Армения, Республика Беларусь, Республика Казахстан, Кыргызская Республика и Российская Федерация.

Общий рынок является промежуточной формой развития регионально-интеграционных процессов в международных экономических отношениях, между зоной свободной торговли и Таможенным союзом с одной стороны и экономическим союзом, валютным союзом и полной интеграцией с другой стороны.

Формирование общего рынка лекарственных средств (далее — ЛС) в рамках Евразийского экономического союза осуществляется с 01.01. 2016 в соответствии с международным договором — Соглашением о Единых принципах и правилах обращения лекарственных средств в рамках Евразийского экономического союза от 23.12.2014 (далее — Соглашение).

Зарегистрированные в государствах-членах до указанной даты лекарственные средства должны быть приведены в соответствие с требованиями и правилами Союза до 31.12.2025.

Общий рынок ЛС должен соответствовать стандартам надлежащих фармацевтических практик, а его создание основывается на следующих принципах:

- гармонизация и унификация требований законодательства государств-членов в сфере обращения ЛС;
- обеспечение единства обязательных требований к качеству, эффективности и безопасности ЛС, находящихся в обращении на территории Союза;
- разработка и применение одинаковых или сопоставимых методов исследования и контроля при их оценке;
- принятие единых правил в сфере обращения ЛС;
- гармонизация законодательства государств-членов в области контроля (надзора) в сфере обращения ЛС;
- реализация разрешительных и контрольно-надзорных функций соответствующими уполномоченными органами государств-членов.

Соглашение признает ЛС социально значимой продукцией, ставит целью укрепление здоровья населения государств-членов путем обеспечения доступа к безопасным, эффективным и качественным ЛС, в результате проведения скоординированной политики в сфере обращения с учетом взаимной заинтересованности в обеспечении гарантий для жизни и здоровья людей, охраны окружающей среды, жизни и здоровья животных и растений, предупреждения действий, вводящих в заблуждение потребителей.

В Соглашении обозначены следующие стремления: создание оптимальных условий для развития фармацевтической промышленности, повышение конкурентоспособности фармацевтической продукции, производимой на территориях государств-членов, выход на мировой рынок, устранение необоснованных ограничений во взаимной торговле.

Соглашение в своей структуре имеет 21 статью: определения (ст.1), сфера применения (ст.2), регулирование обращения ЛС (ст.3), функционирование общего рынка ЛС в рамках Союза (ст.4), гармонизация государственных фармакопей государств-членов (ст.5), доклинические и клинические исследования (испытания) в государствах-членах (ст.6), регистрация и экспертиза ЛС (ст.7), реализация ЛС (ст.8), производство ЛС (ст.9), фармацевтические инспекции (ст.10), оптовая реализация, транспортирование и хранение ЛС (ст.11), фармаконадзор (ст.12), государственный контроль (надзор) за обращением ЛС (ст.13), единый реестр зарегистрированных ЛС ЕАЭС и информационные базы данных в сфере обращения ЛС (ст.14), информационная система Союза в сфере обращения ЛС (ст.15), информационное взаимодействие уполномоченных органов государств-членов в случае принятия мер, ограничивающих обращение ЛС (ст.16), сотрудничество уполномоченных органов государств-членов (ст.17), внесение изменений в Соглашение (ст.18), порядок разрешения споров (ст.19), переходные положения (ст.20), вступление Соглашения в силу (ст.21).



Решения Комиссии разрабатываются на основе международных норм с учетом направляемых государствами-членами предложений в отношении разработки проектов актов. Комиссия имеет право принимать рекомендации, касающиеся определения оптимальных подходов, реализация которых позволит обеспечить выполнение требований.

Соглашение определяет основополагающие установки, а также соответствующие документы, которые должны быть разработаны и/или утверждены Комиссией.

В результате системного анализа деятельности ЕАЭС и Комиссии нами сформирован пул основных нормативных документов по формированию общего рынка ЛС:

- Договор о Евразийском экономическом союзе от 29.05.2014 — раздел VII, статья 30, статья 100 пункт 1;
- Соглашение о Единых принципах и правилах обращения лекарственных средств в рамках Евразийского экономического союза от 23.12.2014;
- решение Высшего Евразийского экономического совета от 23.12. 2014 № 108 «О реализации Соглашения о единых принципах и правилах обращения лекарственных средств в рамках Евразийского экономического союза»;
- решение Высшего Евразийского экономического совета от 23.12.2014 № 98 «О регламенте работы Евразийской экономической комиссии»;
- решения Совета Евразийской экономической комиссии от 03.11.2016 № 73–93;
- решения Коллегии Евразийской экономической комиссии (№ 172, № 178);
- распоряжение Коллегии Евразийской экономической комиссии № 43 от 02.05.2017 (Проект распоряжения Совета ЕЭК «Об актах Евразийской экономической комиссии по вопросам регулирования общих рынков лекарственных средств и медицинских изделий в рамках Евразийского экономического союза»);
- национальные законодательства стран-участниц.

Важно обратить внимание, что до вступления в силу решений Комиссии, применяются соответствующие нормативные правовые акты государств-членов.

Проект распоряжения Совета ЕЭК «Об актах Евразийской экономической комиссии по вопросам регулирования общих рынков лекарственных средств и медицинских изделий в рамках Евразийского экономического союза» содержит Перечень актов на 2017–2019 гг. (25) с государствами — ответственными разработчиками.

Например, Республика Беларусь является ответственным разработчиком проектов следующих актов (в будущем — утверждаемые Решениями Коллегии ЕЭК или Совета ЕЭК):

- о руководстве по валидации аналитических методик (2)
- о требованиях к исследованию стабильности ЛС и фармацевтических субстанций (3);
- о правилах надлежащей практики выращивания, сбора, хранения лекарственного растительного сырья (GACP)(7);
- о требованиях к исследованию стабильности препаратов из лекарственного растительного сырья (8);
- о правилах выдачи разрешений на проведение клинических исследований (11);
- о руководствах по фармакокинетическому и клиническому изучению биоэквивалентности лекарственных препаратов с модифицированным высвобождением, биоэквивалентности липосомальных препаратов, биоэквивалентности кортикостероидов для местного применения в дерматологии (14);
- о правилах проведения инспектирования на соответствие требованиям Правил надлежащей практики фармаконадзора Евразийского экономического союза (19);
- о требованиях по процедуре проведения инспекции системы фармаконадзора держателя регистрационного удостоверения (20).

Таким образом, регулирование обращения лекарственных средств в рамках формирования общего рынка осуществляется нормативными документами, составляющими право Союза: Соглашение, другие международные договоры, решения Комиссии, законодательства государств-членов.

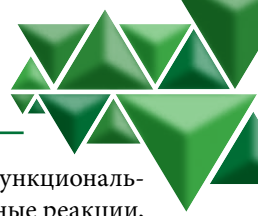
ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЛАКТОФЕРРИНА

*Залуцкий И.В., директор государственного научного учреждения
«Институт физиологии НАН Беларуси»*

*Лукашевич В.С., старший научный сотрудник государственного научного
учреждения «Институт физиологии НАН Беларуси»*

*Государственное научное учреждение «Институт физиологии
НАН Беларуси»*

Лактоферрин (ЛФ), известный также как лактотрансферрин, представляет собой негемовый железосвязывающий гликопротеин млекопитающих,



относящийся к семейству трансферринов. ЛФ является полифункциональным белком, помимо транспорта железа он модулирует иммунные реакции, обладает антиоксидантной активностью, противораковыми и противовоспалительными свойствами, участвует в регуляции роста и дифференцировки клеток. Разнообразие функциональных свойств ЛФ объясняет повышенный спрос на него, как субстанцию для производства лекарственных форм, продуктов функционального питания и биологически активных добавок к пище разнонаправленного действия. Прогнозируемая мировая потребность в ЛФ к 2018 г. составит 262 тыс. кг (пресс-релиз компании Synlait Milk Ltd., Новая Зеландия от 8.05.2013, <http://www.synlait.com>).

Следует особо отметить, что на мировом рынке рекомбинантный ЛФ человека как товарный продукт отсутствует. В настоящее время его заменой является ЛФ крупного рогатого скота, который, как и другие белки животного происхождения, имеет определенные отличия от соответствующих белков человека, что ограничивает его терапевтическую эффективность в силу потенциальной аллергенности и низкой аффинности к рецепторам человека. Дополнительным негативным моментом является также низкое содержание ЛФ в молоке крупного рогатого скота (0,03–0,49 г/л), в связи с чем для получения промышленных количеств высокоочищенного ЛФ необходимо перерабатывать значительное количество сырья.

В конце 2010 г. в рамках программы «БелРострансен» в Беларуси совместно с российскими учеными впервые было получено молоко трансгенных по человеческому ЛФ коз с высоким содержанием ЛФ (до 6 г/литр). В начале 2011 г. была разработана технология лабораторного получения и выделен высокоочищенный отечественный препарат человеческого ЛФ из молока трансгенных коз. Поскольку в дальнейшем планируется его масштабное производство и использование в виде биологически активных добавок и лекарственных форм, а белок, по сути, является уникальным (полученным из собственного сырья по собственной технологии), были необходимы полномасштабные, структурно-функциональные исследования.

В результате этих исследований показано, что молоко трансгенных коз, как и очищенный из него лактоферрин, оказывают положительное воздействие на микрофлору кишечника, способствуют ее нормализации при антибиотик-ассоциированных дисбактериозах; активируют процессы метаболизма, выражающиеся в снижении уровня глюкозы при увеличении содержания тестостерона; стимулируют углеводный, белковый и жировой обмен в органах пищеварительной системы, активируют клетки иммунной системы и секреторные процессы в желудочно-кишечном тракте; снижают выраженность дистрофических и некротических процессов язвообразования в тонкой кишке при экспериментальных колитах, препятствуют развитию

воспалительных процессов в кишечной стенке. Лактоферрин способствует снижению количества клеток костного мозга с повреждениями хромосом после воздействия циклофосфана и уменьшению количества индуцированных уретаном аденом в легких у мышей.

На основе изучения физиологических эффектов лактоферрина предлагается его использование в виде биологических добавок:

- при дисбактериозах кишечника различной этиологии как средство, стабилизирующее состав микрофлоры кишечника, возвращающее к нормальным показателям обменные процессы;
- при гастритах, колитах как средство, снижающее выраженность дистрофических и некротических процессов, язвообразования в кишечнике, препятствующее развитию воспалительных процессов в стенке кишки;
- как средство, повышающее уровень метаболических процессов и способствующее снижению массы тела.

Нами впервые было показано, что системное 2,5 месячное потребление экспериментальными животными *per os* рекомбинантного лактоферрина человека приводит к повышению уровня общего тестостерона в сыворотке крови и надснадочной жидкости гомогената семенников, коррелирующему с увеличением свободного тестостерона. При этом наблюдается возрастание концентрации субстратов стероидогенеза (холестерина, прогестерона и 17-ОН прогестерона) на фоне параллельного снижения содержания эстрадиола в сыворотке крови, что приводит к более чем трехкратному повышению тестостерон/эстрадиолового индекса.

На модели возрастного гипогонадизма показано снижение в сыворотке крови экспериментальных животных уровня тестостерона и его предшественников в стероидогенезе (прогестерон и 17-ОН прогестерон), при этом увеличивалось содержание эстрадиола и как следствие — достоверное понижение тестостерон/эстрадиолового индекса группе двухлетних крыс. В указанной экспериментальной модели андрогенного дефицита наблюдались сопутствующие метаболические сдвиги в белковом и липидном обмене. Системное введение *per os* рекомбинантного лактоферрина человека экспериментальным животным оказывала значительное стимулирующее действие на биосинтез тестостерона у возрастных (двухлетних) особей, нормализуя его уровень до физиологических значений молодых крыс. При этом происходила активация липидного обмена и достоверное понижение сывороточного содержания лютеинизирующего (но не фолликулостимулирующего) гормона на 26,4 % по сравнению с контрольной группой двухлетних животных.

С помощью определения активности специфического фермента стероидогенеза 3β -гидроксистероиддегидрогеназы были идентифицированы клетки Лейдига в первичной культуре клеток семенников. Биосинтез тестостеро-



на увеличивался пропорционально количеству клеток в культуре. Добавление рекомбинантного лактоферрина человека в суспензию клеток стимулировало биосинтез и/или секрецию тестостерона клетками Лейдига (максимально на 26,2 % при концентрации 1 мкг/мл).

Полученные результаты свидетельствуют об активации лактоферрином липидного обмена, синтеза андрогенов и создают теоретическую основу для использования изучаемого трансферрина в качестве корректирующего средства при профилактике гипогонадизма различной этиологии, с целью нормализации содержания эндогенного тестостерона и минимизации признаков андрогенного дефицита. Полученные экспериментальные данные служат научным обоснованием производства биологически активных добавок и/или лекарственных средств на основе отечественного лактоферрина человека для коррекции патологии центральной нервной системы связанных с нарушением стероидогенеза (болезни Альцгеймера, Паркинсона и рассеянный склероз и др.).

НОВЫЕ, ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КЛИНИКО-БИОХИМИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ КАК ОСНОВА ДАЛЬНЕЙШЕГО РАЗВИТИЯ ТРАНСЛЯЦИОННОЙ ЛАБОРАТОРНОЙ МЕДИЦИНЫ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Камышников В.С., Юрага Т.М.

Государственное учреждение образования «Белорусская медицинская академия последипломного образования»

Литвинко Н.М., Киселев П.А.

Государственное научное учреждение «Институт биоорганической химии Национальной академии наук Беларуси»

В Республике Беларусь благодаря осуществлявшейся на протяжении длительного времени совместной творческой деятельности представителей разных специальностей — биологической химии, клинической лабораторной диагностики и других сделан ряд достижений, перенос которых из области фундаментальных исследований в медицинскую практику обеспечил продолжающееся становление трансляционной лабораторной медицины. Примером тому может быть разработка и внедрение в клиническую практику инновационных технологий лабораторных исследований при отдель-

ных формах мембранной патологии, обусловленной снижением антиоксидательной и повышением фосфолипазной активности биологических жидкостей организма.

В ходе выполнения задания «Разработка и освоение производства наборов реагентов на базе стабильных радикалов для характеристики антирадикальной активности биологических жидкостей» государственной программы «Импортозамещение в фармации» создана не имеющая аналогов тест-система, включающая в себя в качестве основного один-единственный реактив — на базе стабильных радикалов (АБТС⁺⁺), способный изменять выраженность своей окраски при добавлении к нему весьма небольшого количества испытуемой жидкости, содержащей антиоксиданты — как биологической, так и иной природы: экстракта растений, лекарственных средств и др. По степени изменения оптической плотности раствора при 625 нм, регистрируемой спустя 3 мин. после внесения в реагент исследуемой пробы, оценивают результат исследования.

Принцип метода (деколоризационный) базируется на том, что при взаимодействии антиоксидантов с АБТС⁺⁺ наблюдается уменьшение оптической плотности раствора катион-радикала в диапазоне длин волн 600–800 нм пропорционально концентрации и активности антиоксиданта.

В случае использовании мутных сред (например, экстрактов растений, лекарственных средств) представляется возможным оценивать результаты исследования методом ЭПР-анализа на анализаторе электронного парамагнитного резонанса (типа ЭПР АХМ-09, созданного белорусскими специалистами и производимого в настоящее время в России).

В случае оценки антиоксидательной активности гидрофобных соединений допустимо проводить реакцию в этиловом спирте. Аналитическое исследование может быть осуществлено как в ручном, так и в автоматическом режиме.

Основанный на использовании данного принципа метод исследования защищен патентом на изобретение «Способ определения общей антиоксидантной активности биологической жидкости» (от 17.06.2015: заявитель БелМАПО, авторы: Киселев П.А., Орешко Н.А., Камышников В.С., Юрага Т.М., Кохнович Н.Н.).

Метод обладает существенными преимуществами перед ранее известными методами, в которых для предварительной «наработки» активной формы АБТС-радикала используются либо специальные химические реакции, либо биофизические воздействия, требующие использования дорогостоящих реагентов и уникальной аппаратуры, что усложняет выполнение исследования и допускает возможность внесения в него дополнительных погрешностей.

Метод реализуется с применением зарегистрированного в Республике Беларусь набора реагентов «ОксиСтат», включающего в себя три компонен-



та: стабилизированный катион-радикал 2,2'азинобис-3-этилбензотиазолин-6-сульфоновой кислоты – АБТС⁺, калибратор и буфер.

В 2016 г. освоено производство наборов реагентов на базе хозрасчетного опытного производства государственного научного учреждения «Институт биоорганической химии Национальной академии наук Беларуси» (ХОП ИБОХ НАН Беларуси). Реализуемый с их применением метод нашел широкое применение в медицине при выполнении научно-практических исследований по оценке антиоксидантного статуса организма.

Высокая аналитическая чувствительность метода позволяет использовать его для определения антиокислительной активности капиллярной крови, ушной и других биологических жидкостей.

Набор реагентов используется для исследования широкого спектра объектов, среди которых экстракты растительного и животного происхождения, напитки, синтетические фармсубстанции, биологические жидкости, пищевые продукты.

К диагностике формирования мембранной патологии имеет весьма близкое отношение и другая инновационная разработка, выполненная ИБОХ НАН Беларуси и БелМАПО в рамках задания «Разработка и апробация новой биохимической тест-системы для выявления воспалительных процессов желудочно-кишечного тракта по фотометрическому определению активности панкреатической фосфолипазы A_2 в крови» той же государственной программы.

Разработка состоит в создании совершенно новой, не имеющей в мире аналогов тест-системы — «ФЛА2-ФОА», предназначенной для определения активности панкреатической фосфолипазы A_2 . В ее основе лежит защищенная двумя патентами на изобретение технология, базирующаяся на регистрации изменений в спектрах поглощения, вызванных процессом связывания с гемоглобином отщепленного от молекулы фосфолипида остатка жирной кислоты.

Принцип исследования с использованием в клинико-биохимическом анализе разностной спектрофотометрии при участии метгемоглобина уникален и не имеет аналогов в мире (патенты ВУ №12552, № 13143). Метод основан на реализации оригинальной технологии исследования, разработанной в лаборатории прикладной энзимологии ИБОХ НАН Беларуси.

Показано, что в отличие от всех ранее известных тестов диагностики панкреатита тест определения активности ФЛА2 позволяет судить о формировании деструктивных процессов в поджелудочной железе, а следовательно, — своевременно прибегнуть к хирургическому лечению заболевания.

Диагностическая надежность разработанного оригинального метода исследования подтверждена результатами экспериментальной работы по моделированию острого панкреатита у крыс, осуществленной на базе НИЛ БелМАПО в рамках задания программы «Конвергенция» «Лабораторная

верификация патохимических изменений в поджелудочной железе при экспериментальном панкреатите» (2015 г.).

Результаты экспериментального исследования подтвердили данные клинического наблюдения о том, что тест определения активности панкреатической фосфолипазы А2 является высокоинформативным маркером деструктивной формы панкреатита.

Реализация этого метода исследования достигается с применением зарегистрированного в Республике Беларусь «Набора реагентов «ФЛА2-ФОА» для определения активности панкреатической фосфолипазы А2 в крови человека методом фотометрического анализа» (регистрационное удостоверение на производство и реализацию ИМ-7.103513 от 30.11.2015).

Выводы

В ходе выполнения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ созданы две уникальные, не имеющие аналогов тест-системы, адаптированные к ординарному фотометрическому оборудованию клинико-диагностических лабораторий учреждений здравоохранения. Их использование значительно расширяет возможности клинического применения технологий исследования общей антиокислительной и фосфолипазной активности, что особенно важно для выявления отдельных форм мембранной патологии.

МУЛЬТИПЛЕКСНАЯ ПЦР В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ГЕНОТИПОВ С, D, K CHLAMYDIA TRACHOMATIS: АПРОБАЦИЯ И ВАЛИДАЦИЯ УСОВЕРШЕНСТВОВАННОГО МЕТОДА ДИАГНОСТИКИ

Костюк С.А., Полуян О.С.

Государственное учреждение образования «Белорусская медицинская академия последипломного образования»

Chlamydia trachomatis является наиболее значимым триггерным фактором развития реактивного артрита — данный возбудитель обнаруживается в соскобах эпителиальных клеток из урогенитального тракта у 70–80 % пациентов. Генотипный профиль возбудителя определяет его инфекцион-



ность, а также способность к диссеминации из места первичной локализации в полость сустава. В настоящее время для определения генотипов возбудителя *Chlamydia trachomatis* используется метод сиквенс-анализа. Однако его применение для проведения скрининговых и популяционных исследований для определения распространенности генотипов в той или иной группе не представляется возможным в силу высоких экономических затрат.

Проведенные нами ранее молекулярно-генетические исследования с использованием сиквенс-анализа по определению в различном биологическом материале (образцы соскобов эпителиальных клеток из урогенитального тракта, образцы синовиальной жидкости) пациентов с реактивным артритом генетических вариантов возбудителя *Chlamydia trachomatis* позволили установить преимущественное превалирование генотипов С, D, К указанного патогена. Таким образом, на основании полученных данных было принято решение о разработке метода мультиплексной ПЦР в реальном времени для детекции указанных генотипов микроорганизма [1].

В качестве биологического материала использовались образцы соскобов эпителиальных клеток из урогенитального тракта и синовиальная жидкость 72 пациентов с реактивным артритом (возбудитель выявлялся только в соскобах эпителиальных клеток из урогенитального тракта у 27 пациентов; параллельно и в синовиальной жидкости — у 45 пациентов; общее количество исследуемых образцов составило 117), в которых при постановке сиквенс-анализа были выявлены генотипы С, D, К *Chlamydia trachomatis*.

В качестве мишени для дизайна специфических праймеров и зондов выбран ген *omp1*. Нуклеотидные последовательности *omp1* гена стандартных образцов были получены из GenBank базы данных: С/TW3 (GenBank: AF202455.1), С/TW3/OT (GenBank: M17343.1) и С/TW3/OT (GenBank: AF352789.1) для генотипа С; D/B-120 (GenBank: X62918.1), D/B-185 (GenBank: X62919.1) и D/IC-Cal-8 (GenBank: X62920.1) для генотипа D; K/UW31/Cx (GenBank: AF063204.2) для генотипа К. Дизайн олигонуклеотидов осуществляли поэтапно для каждого генотипа (С, D и К) и последовательно для каждого выбранного гомологичного участка.

Для оценки диагностической значимости результатов усовершенствованного метода мультиплексной ПЦР в режиме реального времени рассчитывали диагностическую чувствительность (ДЧ), диагностическую специфичность (ДС), предсказательную ценность положительного (ПЦ+) и отрицательного (ПЦ-) результатов [2].

Анализ последовательностей предполагаемых ампликонов генотипов С, D, К *Chlamydia trachomatis* с использованием алгоритма анализа *mfold* (<http://unafold.rna.albany.edu/?q=mfold/dna-folding-form>), встроенного алгоритма Vector NTI Advance 11.0 (<http://www.thermofisher.com/by/en/home/life->

science/cloning/vector-nti-software/vector-nti-advance-software.html) – Thermodynamical properties, а также анализ наличия вероятных гомо- и гетеродимеров олигонуклеотидных праймеров и зондов с использованием алгоритма Vector NTI Advance 11.0 — Oligo Duplexes позволил выбрать для дальнейшей работы следующие последовательности олигонуклеотидных праймеров и флуоресцентно-меченых зондов:

для генотипа С: прямой — ATTTGCCGCTTTGAGTCTCTG; обратный — CGTCGATCATAAGGCTTGGT; зонд — FAM — CTTCCTCCTTGCAAGCTCTG — BHQ1.

для генотипа D: прямой — TGCAGGATGCTGAGATGTTT; обратный — CCACTGGTGGCTCCTAATGT; зонд — FAM — GCTTGCATGGCATTGAATATT — BHQ1.

для генотипа К: прямой — АСТGCTTTGGATCGAGCTGT; обратный — ACACCCACATCCCAGAGAG; зонд — FAM — GACACCACSTTTGCTTGGAG — BHQ1.

При оценке специфичности выбранных пар праймеров и зондов с помощью онлайн приложения NCBI/Blast (www.ncbi.nlm.nih.gov/blast/bl2seq/bl2.html) была установлена 100 % гомология с *Chlamydia trachomatis* и отсутствие гомологии с геномом человека и другими организмами.

В качестве гена «домашнего хозяйства» использовался ген HPRT1 (ген гипоксантин фосфорибозилтрансферазы человека, Gene ID: 3251, NCBI Reference Sequence: NC_000023.11) генома человека. Для амплификации гена HPRT1 использовали праймеры прямой — AGCGGTAACCATGCGTATTT; обратный — CACATGTGAATTTCCGGCTTG; и зонд — ROX — GAAGGAACTAGGGAAAAGGCA — BHQ2.

На следующем этапе проводилось моделирование совместимости внутреннего контроля и олигонуклеотидных праймеров и зондов для амплификации участков ДНК генотипов С, D и К в условиях мультиплексной ПЦР (две реакции в одной пробирке), а также оптимизация мультиплексной ПЦР. Состав реакционной смеси был подобран следующим образом: концентрация ионов магния — 2 мМ, концентрация дезоксинуклеотидтрифосфатов — 0,1 мкМ, концентрации олигонуклеотидов в равных соотношениях — 500 нМ каждого, количество единиц активности термостабильной полимеразы — 1,25, количество ДНК на реакцию порядка 250 нг. Объем реакционной смеси 25 мкл. Стандартные условия термоциклирования включали стадию первичной денатурации при +95 °С и двухступенчатый цикл амплификации +95 °С — 10 с, градиент +(56–65) °С — 59 с. Количество циклов амплификации 40. Регистрация изменений базового уровня флуоресценции после стадии отжига/элонгации (после градиента).

Данный методический подход был апробирован на 117 образцах биологического материала (72 образцах соскобов эпителиальных клеток из уроге-



нитального тракта, 45 образцах синовиальной жидкости) пациентов с реактивным артритом, у которых методом ПЦР в реальном времени была выявлена ДНК возбудителя *Chlamydia trachomatis*, а проведение сиквенс-анализа выявило наличие генотипов С, D, К указанного возбудителя.

В ходе проведения валидации (таблица 1) для оценки диагностической значимости мультиплексной ПЦР в реальном времени с качественным форматом детекции в качестве референс-метода использовалась секвенирующая ПЦР.

Табл. 1 Выявление генотипов С, D, К *Chlamydia trachomatis* с использованием различных молекулярно-биологических методов диагностики (n = 117)

Метод	Сиквенс-анализ		Разработанная мультиплексная ПЦР					
	абс.	%	абс.	%	ДЧ	ДС	ПЦ+	ПЦ-
Генотип возбудителя								
D	94	80,34±7,41	94	80,34±7,41	100	100	100	100
К	82	70,08±6,03	82	70,08±6,03	100	100	100	100
С	40	34,18±2,97	40	34,18±2,97	100	100	100	100

При анализе результатов исследования по выявлению генотипов С, D, К возбудителя *Chlamydia trachomatis* с использованием усовершенствованной мультиплексной ПЦР в реальном времени установлено, что все показатели диагностической значимости составили 100 % для каждого из генотипов возбудителя, т. е. по данным валидационным характеристикам усовершенствованный метод сопоставим с секвенированием, что делает возможным его применение в лабораторной практике без проведения дополнительных подтверждающих тестов.

Таким образом, усовершенствованный метод мультиплексной ПЦР по выявлению генетических вариантов С, D, К *Chlamydia trachomatis* имеет высокие значения показателей диагностической значимости при качественном определении ДНК данных генотипов в различном биологическом материале (соскобы эпителиальных клеток из урогенитального тракта, синовиальная жидкость) пациентов с реактивным артритом, что позволяет рекомендовать ее к использованию в лабораторной практике.

Список использованной литературы

1. Полуян, О.С. Особенности серотипного профиля *Chlamydia trachomatis* у пациентов с воспалительными заболеваниями суставов / О.С. Полуян // Лабораторная диагностика. Восточная Европа. — 2016. — № 4. — С. 511–518.
2. Методы клинических лабораторных исследований / под ред. проф. В.С. Камышникова. — 8-е изд. — М.: МЕДпресс-информ, 2016. — 736 с.

РЕСПУБЛИКАНСКОЕ УНИТАРНОЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ «БЕЛМЕДПРЕПАРАТЫ»: ТЕХНОЛОГИИ НА СЛУЖБЕ ЗДОРОВЬЯ!

Коховец П.И., Литвинова Е.В.

Республиканское унитарное предприятие «Белмедпрепараты»

РУП «Белмедпрепараты» — крупнейшее фармацевтическое предприятие, родоначальник фармацевтической промышленности Республики Беларусь.

История организации началась с 1929 г. с момента ввода в строй первой в Республике Беларусь фармацевтической фабрики, выпускавшей простейшие медикаменты (валериановые и мятные капли, настойки йода, полыни, ландыша и др.). Сегодня же РУП «Белмедпрепараты» ежегодно производит более 260 наименований лекарственных средств, портфель предприятия насчитывает порядка 350 зарегистрированных в Министерстве здравоохранения препаратов.

Производственные мощности организации размещены на 4-х производственных площадках общей площадью 21,5 га и включают 14 технологических и 6 вспомогательных цехов. На каждой площадке создана своя собственная инженерно-техническая инфраструктура, полностью обеспечивающая потребности существующего производства, а также имеющая достаточные резервы для дальнейшего наращивания объемов производства.

Основная доля продукции выпускается на сертифицированных в соответствии с принципами надлежащей производственной практики (GMP) производственных мощностях. Одиннадцать производств имеет национальный сертификат GMP, среди которых два производства имеют сертификаты, выданные фармацевтической инспекцией Украины, и два производства — сертификаты, выданные фармацевтической инспекцией Румынии.

РУП «Белмедпрепараты» имеет свой научный потенциал, оно аккредитовано в качестве научной организации (сертификат № 231 от 16.02.2016). Созданием новых лекарственных средств и разработкой прогрессивных технологических процессов занимается Управление инновационного развития: 3 научно-исследовательских отдела, имеющие в своем составе 8 лабораторий.

Научно-исследовательскими отделами и лабораториями РУП «Белмедпрепараты» осуществляется разработка и постановка на производство современных высокоэффективных оригинальных и импортозамещающих лекарственных средств, востребованных здравоохранением Республики Бела-



русь. Значительное количество разработанных и освоенных в производстве лекарственных средств относится к числу жизненно необходимых.

РУП «Белмедпрепараты» является в Республике Беларусь производителем наиболее широкого спектра лекарственных средств (растворы для инъекций и инфузий, лиофилизированные и стерильно расфасованные порошки для инъекций и инфузий, таблетки и капсулы, настойки, мази и гели и др.), относящихся более чем к 20 фармакотерапевтическим группам (лекарственные средства для лечения заболеваний сердечно-сосудистой системы, заболеваний нервной системы, заболеваний кожи, заболеваний желудочно-кишечного тракта и обмена веществ, противоопухолевые и иммуномодулирующие, противомикробные лекарственные средства системного назначения и др.).

Предприятие обладает рядом уникальных производств и является единственным в Беларуси производителем инсулиновых препаратов, в том числе генно-инженерных инсулинов человека, ферментных и биогенных препаратов, лекарственных средств для офтальмологии в виде глазных капель, наркотических и психотропных средств специального учета, а также производит собственные фармацевтические субстанции.

Организация имеет многолетний опыт использования биотехнологических процессов в производстве готовых лекарственных средств и является на сегодняшний день единственным предприятием, производящим номенклатуру препаратов из субстанций микробного происхождения.

РУП «Белмедпрепараты» проводит активную инвестиционную политику с целью реконструкции, технического перевооружения и сертификации производств на соответствие требованиям стандарта GMP. За последние годы реализован ряд инвестиционных проектов, в результате которых проведена реконструкция и созданы новые производственные мощности.

Так, в результате реализации проекта «Реконструкция производства противоопухолевых средств в форме лиофильно высушенных порошков и растворов для инъекций по ул. Фабрициуса, 30» созданы новые производства противоопухолевых препаратов в форме лиофилизированных порошков и растворов для инъекций (ампулы и флаконы), не относящихся к цитостатикам, и лиофилизированных порошков и растворов для инъекций (флаконы), относящихся к цитостатикам. Производство цитостатических противоопухолевых лекарственных средств выполнено в исполнении типа изолирующих технологий, что позволяет проводить технологические процессы на оборудовании, полностью изолированном от персонала, производственной среды и обеспечивает отсутствие выбросов в атмосферу.

Реализован инвестиционный проект в г. Лида по созданию новых производственных мощностей для стерильной рассыпки антибиотиков. Кроме

того, реализованы проекты по реконструкции производства фармацевтических субстанций, по созданию производства в преднаполненных шприцах и опытно-промышленного производства лекарственных средств в форме трансдермальных пластырей. Данные производства оснащены оборудованием европейских производителей — Италии и Германии.

В период до 2020 г. РУП «Белмедпрепараты» запланирована реализация ряда инвестиционных проектов по реконструкции, техническому перевооружению действующего производства и созданию новых производств, конечной целью выполнения которых является создание производств, соответствующих международным стандартам GMP.

В целом организация представляет собой многостадийное производство на основе наукоемких технологий, осуществляющее изготовление и выпуск широкого спектра лекарственных средств различных фармакотерапевтических групп.

ОПТИМИЗАЦИЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО МОНИТОРИНГА ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ИХ ПАРАЗИТАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Кузнецова К.Ю., Сергиев В.П.

ФГАОУ ВО Первый московский государственный медицинский университет им. И. М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации

Рахманин Ю.А.

ФГБУ «Центр стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Под воздействием антропогенной нагрузки на окружающую среду в последние годы наблюдается активизация биологических факторов среды обитания и изменения структуры стабильных паразитарных экосистем [10], которые «не столь детально проработаны с точки зрения классификации их опасности для здоровья населения» [3, 4]. Существующее положение о дискретности эпидемических проявлений сапронозных инфекций все чаще подвергается критическому анализу, в связи с неизученностью проблемы



и отсутствием систематического наблюдения и накопления информации о причине и механизмах трансформации сапрофитной фазы существования представителей природных микробиотических сообществ в паразитическую. В наших исследованиях мы придерживаемся системного подхода к паразитоценозу, как природного фактора, определяющего многокомпонентность инфекционного процесса, в котором задействованы возбудители разных таксономических групп. Подтверждением являются низкие показатели этиологической раскрываемости заболеваний внебольничными пневмониями, острыми инфекциями верхних дыхательных путей множественной и неуточненной локализации (до 90 %) и острыми кишечными инфекциями неустановленной этиологии (более 70 %) населения Российской Федерации на протяжении многих лет, экономические потери от которых ежегодно составляют около 362,1 млрд российских рублей [7].

Анализ достаточности и информативности статистической отчетности выявил существенные недостатки в методах мониторинга водных объектов, который проводится на 263 гидробиологических пунктах и 389 створах 164 поверхностных водоемов [8]. В системе гидробиологического мониторинга качество воды определяется по 6 степеням биологического загрязнения без паразитологических параметров и специального учета сообщества свободноживущих простейших группы *Amoebae* [2]. Гигиеническая оценка качества поверхностных вод по паразитологическим показателям в системе социально-гигиенического мониторинга проводится по наличию/отсутствию жизнеспособных яиц гельминтов и цист патогенных кишечных простейших, т. е. по критериям локального загрязнения, без учета паразитарных амieb природного биоценоза. Выявленные недостатки в системе государственного мониторинга водных объектов не способствуют полному учету паразитологических рисков и не позволяют объективно определить повышение (или понижение) дискриминации критического уровня паразитарной опасности для здоровья.

Всемирная организация здравоохранения рекомендует определять качество питьевой воды и воды для народно-хозяйственного потребления по 8 видам паразитарных патогенов: *Fasciola hepatica*, *F.gigantica*; виды рода *Acanthamoeba*; *Balamuthia mandrillaris*, *Naegleria fowleri*, *Giardia intestinalis*, *Isospora belli*, виды рода *Cryptosporidium*; *Toxoplasma gondii*, *Balantidium coli* [5, 6]. Из них *Acanthamoeba* (сем. *Acanthamoebidae*), *Balamuthia mandrillaris* (сем. *Leptomyxidae*) и *Naegleria fowleri* (сем. *Vahlkampfiidae*) относятся к группе свободноживущих водных простейших, которые могут переходить к паразитическому образу жизни. Патогенность амieb *Naegleria fowleri* в прошлом столетии была достаточно изучена в научных исследованиях [1, 16] и доказано, что при интраназальном заражении амeba проникают в слизи-

стую оболочку носа, вызывают ее изъязвление и деструкцию, по обонятельному нерву попадают в *b.olfactory*, что приводит к развитию обширных поражений мозга, острому менингоэнцефалиту, очаговой пневмонии и быстрой гибели животных. Многочисленными экспериментальными и клиническими исследованиями была подтверждена этиологическая роль свободноживущих амёб сем. *Acanthamoebae* в развитии острых респираторных заболеваний [13, 14, 15]. Также изучена роль свободноживущих простейших как симбиотических партнеров патогенных и условно патогенных микроорганизмов, обуславливающие их резервацию и накопление в естественных и искусственных водных системах [11,12] что определяет актуальность экологической и эпидемической значимости простейших группы *Amoebae* водных экосистем.

По данным проведенных нами исследований установлено, что содержание свободноживущих простейших группы *Amoebae* в водах реки Москва и донных отложениях достигает 80 %, их цистные формы имеют высокую устойчивость к понижению температуры воды до 50 °С. Следовательно, в системе санитарно-эпидемиологического наблюдения сведения о естественном паразитоценозе водных экосистем и возможные изменения его инфраструктуры при определенных условиях антропогенной нагрузки необходимо рассматривать как потенциальный фактор повышенного риска заболеваемости населения острыми инфекциями верхних дыхательных путей и внебольничных пневмоний паразитарной этиологии.

Для полноценной аналитики релевантных факторов, оказывающих наибольшее негативное (или благотворное) действие на безопасность водных объектов, предлагаем стандартизировать регламенты паразитологических исследований вод поверхностных водных объектов с целью эпидемиологической и/или экологической оценки качества воды и изменения уровня расчетных показателей медико-биологических рисков.

Список использованной литературы

1. Гордеева Л.М. Первичный амёбный менингоэнцефалит, вызываемый свободноживущими амёбами *p.Hartmannella*, *Akantamoeba* и/или *Naegleria*. Медицинская паразитология и паразитарные болезни. — 1970. — 2. — С. 227–237.
2. Григорьев А.А. Кондратьев К.Я. Глобальные природные ресурсы // Бюллетень Использование и охрана природных ресурсов России. 1999. — №5–6. — С. 33–41.
3. Онищенко Г.Г. Критерии опасности загрязнения окружающей среды. Гигиена и санитария. — 2003. — 6. — С. 3–4.
4. Рахманин Ю.А., Журавлев П.В., Алешня В.В., Панасовец О.П., Артемова Т.З., Загайнова А.В., др. Научное обоснование совершенствования санитарно-бактериологического мониторинга при питьевом водопользовании. Гигиена и санитария. — 2014. — Т. 93. — № 6. — С. 68–72.



5. Руководство по обеспечению качества питьевой воды. Всемирная организация здравоохранения. Женева. 2004 г. Том 1. Рекомендации. Третье издание. — С. 63.
6. Сайт Всемирной организации здравоохранения <http://www.who.int/ru/> ВОЗ.
7. Сайт Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. <http://rospotrebnadzor.ru>
8. Сайт Федеральной службы по надзору в сфере природопользования. <http://www.mnr.gov.ru>
9. Сергиев В.П., Кузнецова К.Ю. Современные проблемы в сфере паразитарных болезней и их терапии. Инфекционные болезни: новости, мнения, обучение. — 2014. — № 1. — С. 12–16.
10. Сергиев В.П., Филатов Н.Н. Человек и его паразиты: соперничество геномов и молекулярное взаимодействие. — М.: Наука, 2010. — 398 с.
11. Тартаковский И.С., Груздева О.А., Галстян Г.М., Карпова Т.И. Профилактика, диагностика и лечение легионеллеза. — М.: Студия МВД, 2013. — 344 с., табл., ил.
12. Clin J. Preliminary report on the pathogenicity of *Legionella* in fresh water and soil amoeba. Pathol. 1980, 33: 1179–1183.
13. Culbertson, C.C. Pathogenic *Naegleria* and *Hartmannella* /*Acanthamoeba*/. — Ann. Rev. Microbiol., 1971, 25, 231–254.
14. David Oddó B. Infecciones por amebas de vida libre. Comentarios históricos, taxonomía y nomenclatura, protozoología y cuadros anátomo-clínicos. Rev Chil Infect 2006; 23 (3): 200-214. www.sochinf.cl
15. Eddie Grace, Scott Asbill, Kris Virga. *Naegleria fowleri*: Pathogenesis, Diagnosis, and Treatment Options. Antimicrobial Agents and Chemotherapy. November 2015 Volume 59 Number 11. aac.asm.org
16. Kurdova-Mincheva, R.L., L.M.Gordeeva, D.P.Stoyanov, P.P.Petrov. Studies on potential pathogenic *amoebae* of Limax-group in Bulgaria and the Soviet Union. In: VII International Congress of Infectious and Parasitic Diseases, Varna, Bulgaria, Reports, 381–385.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДИКИ ПЕРИНЕВРАЛЬНОЙ МИГРАЦИИ СТВОЛОВЫХ КЛЕТОК ПРИ ТРАВМАХ ГОЛОВНОГО И СПИННОГО МОЗГА

*Кульчицкий В.А., заместитель директора по научной работе ГНУ
«Институт физиологии НАН Беларуси»*

*Шанько Ю.Г., заместитель директора по научной работе УЗ «РНЦ неврологии
и нейрохирургии» Министерства здравоохранения Республики Беларусь*

Стукач Ю.П., научный сотрудник ГНУ «Институт физиологии НАН Беларуси»

Пашкевич С.Г., заведующая лабораторией нейрофизиологии ГНУ «Институт физиологии НАН Беларуси»

*Пархач Л.П., ученый секретарь УЗ «РНПЦ неврологии и нейрохирургии»
Министерства здравоохранения Республики Беларусь*

*Кулевас В.В., нейрохирург УЗ «РНПЦ неврологии и нейрохирургии»
Министерства здравоохранения Республики Беларусь*

*Досина М.О., старший научный сотрудник ГНУ «Институт физиологии НАН
Беларуси»*

*Денисов А.А., заведующий лабораторией Белорусского государственного
университета*

*Замаро А.С., Сушко Т.В., Войшевич А.С., студенты Белорусского
государственного медицинского университета*

Инсульты и травмы головного и спинного мозга являются одними из наиболее частых причин дисфункций центральной нервной системы (ЦНС), которые ежегодно поражают миллионы людей в разных странах мира. Личные и финансовые издержки для пострадавших лиц, их семей и государства огромны. Каковы реальные перспективы эффективной терапии в этой области медицины? На 25.05.2017 в PubMed на сочетание слов «trauma stroke brain» найдено 6572 статьи по данной проблеме, но ни в одной из них нет гарантированных способов излечения от данного недуга. Тем более, сведения научной литературы отражают классические представления, которые на протяжении многих веков свидетельствовали о слабой способности ЦНС млекопитающих и человека к спонтанной регенерации. Лишь сравнительно недавние изыскания поколебали сложившийся пессимизм. Так, обнаружены популяции недифференцированных клеток в гиппокампе, обонятельных луковицах, субвентрикулярной зоне переднего мозга и эпендимальной зоне спинного мозга, которые при определенных условиях обладают свойствами нервных стволовых клеток. Эти эндогенные нервные стволовые клетки реагируют на «призывы» сигнальных молекул, образующихся при инсультах и травмах головного и спинного мозга, внося значительное количество новых нейронных клеток в образование глиального рубца в области травмы. Таким образом, возникла надежда на то, что новые терапевтические стратегии помогут разработать инновационные технологии, основанные на модуляции функциональной активности эндогенных нервных стволовых клеток при повреждении ЦНС.



С этой целью в процессе совместной работы ученых Института физиологии НАН Беларуси, сотрудников РНПЦ неврологии и нейрохирургии Министерства здравоохранения Республики Беларусь и ученых физического факультета БГУ несколько лет назад начата инициативная научная работа, направленная на поиск эффективных путей активации эндогенного потенциала стволовых клеток в организме животных и человека. В настоящее время объединенный коллектив исполнителей выполняет научный проект «Разработать и внедрить метод лечения мозговых инсультов с использованием стволовых клеток» в подпрограмме «Трансплантация клеток, тканей и органов» в рамках ГНТП «Новые методы оказания медицинской помощи на 2016–2020 гг.» (приказ ГКНТ РБ №85 от 20.05.2016 г.).

Традиционно введение суспензии стволовых клеток выполняют в сосудистое русло (венозное или артериальное) или имплантируют в поврежденные ткани (мозг, сердце, печень, мышцы). Внутрисосудистая процедура имеет ряд недостатков, к которым относится диффузное распределение введенных стволовых клеток по всем отделам кровеносной системы, низкая эффективность преодоления гематоэнцефалического барьера, дополнительные хирургические манипуляции. Все это сопровождается резким снижением числа стволовых клеток, проникающих в область нейродеструкции. Для увеличения концентрации имплантированного клеточного материала в области повреждения мозга применяют также методику внутривентрикулярной (непосредственно в мозг) введения стволовых клеток. Очевидным недостатком данного способа имплантации является дополнительная операционная процедура и, как следствие, увеличение реабилитационного периода. Учитывая вышесказанное, для эффективного применения клеточной терапии необходимо предложить альтернативный способ имплантации стволовых клеток, который сочетал бы минимизацию дополнительных оперативных вмешательств с высокой эффективностью миграции стволовых клеток в область повреждения.

Одним из перспективных способов решения этой проблемы сегодня представляется метод периневральной доставки стволовых клеток в головной или спинной мозг. Применение данного метода позволяет значительно повысить число имплантированных клеток в области повреждения. Кроме того, перемещение клеток вдоль волокон черепно-мозговых нервов дает возможность стволовым элементам естественным образом преодолевать гематоэнцефалический барьер. Еще одним немаловажным аспектом применения методики периневральной доставки стволовых клеток в мозг является снижение травмирующего воздействия процедуры введения. Одним из путей внецентральной имплантации мезенхимальных стволовых клеток является введение суспензии стволовых клеток в рецептивное поле обонятельного нерва, но дальнейшие этапы перемещения имплантированных клеток в го-

ловном мозге до сих пор не ясны. Детали периневральной миграции стволовых клеток в головной и спинной мозг вдоль волокон обонятельного и других черепно-мозговых и спинномозговых нервов изучались в процессе совместной работы экспериментаторов и клиницистов.

В конечном итоге предложены методики периневральной миграции мезенхимальных стволовых клеток через обонятельный и тройничный нерв в головной мозг, а вдоль волокон межреберных нервов — в спинной мозг. Также доказан факт соматотопического распределения имплантированных клеток в зависимости от способа введения: в структурах передней черепной ямки преимущественно распределяются клетки, имплантированные через обонятельный нерв, а в структуры задней черепной ямки мигрируют клетки, введенные в область ганглия тройничного нерва. Такая дифференцированная тактика миграции стволовых клеток объясняется элементарными данными о локализации в головном мозге центральных образований краνιαльных нервов. Так, центральное представительство обонятельного нерва занимает различные отделы передней черепной ямки, а тройничного нерва — каудальный участок ствола головного мозга (задняя черепная ямка).

Выявлено более раннее восстановление двигательной активности и когнитивных способностей у лабораторных крыс после моделирования травмы головного мозга и последующего периневрального введения мезенхимальных стволовых клеток в сравнении с группой животных, которым не вводили стволовые клетки после травмы мозга. Аналогичная закономерность с более ранним восстановлением движений у пациентов с инсультом и гемиплегией запрототоколирована в процессе проведения процедур периневрального введения мезенхимальных стволовых клеток, наряду с традиционной терапией, в сравнении с группой пациентов, которым проводили только традиционную терапию.

В трех группах крыс с травмой спинного мозга на уровне T10 установлено более раннее восстановление движений задних конечностей в той группе, где крысам вводили периневрально (вдоль волокон межреберных нервов) мезенхимальные стволовые клетки. В двух других группах предпринимались методы классической терапии без введения стволовых клеток после повреждения спинного мозга.

Таким образом, экспериментальные данные и клинические наблюдения свидетельствуют о целесообразности применения метода периневральной миграции мезенхимальных стволовых клеток в комплексной терапии при инсультах и травмах головного и спинного мозга.



ГЕТЕРОГЕННЫЕ ФОРМЫ АПНОЭ ВО СНЕ: СПОСОБЫ ДИАГНОСТИКИ И ПРОФИЛАКТИКИ

*Кульчицкий В.А., заместитель директора по научной работе ГНУ
«Институт физиологии НАН Беларуси»*

*Колядич Ж.В., ученый секретарь УЗ «РНПЦ оториноларингологии»
Министерства здравоохранения Республики Беларусь*

Филипович Т.А., научный сотрудник ГНУ «Институт физиологии НАН Беларуси»

Необратимое нарушение функций дыхания и кровообращения сопровождается быстро наступающим летальным исходом, если не предпринимаются реанимационные мероприятия. Проблема радикального и эффективного восстановления нарушенных витальных функций не решена до сих пор, несмотря на очевидную ее злободневность. В связи с этим сохраняет актуальность вопрос о причинах неконтролируемых внезапных нарушений регуляции дыхания, сопровождающихся апноэ, что в силу фатальности этого патологического состояния и было целью совместной научной работы ученых Института физиологии НАН Беларуси и сотрудников РНПЦ оториноларингологии Министерства здравоохранения Республики Беларусь. В настоящее время коллектив исполнителей из названных двух учреждений выполняет научный проект «Разработать и внедрить алгоритм комбинированного лечения и профилактики обструктивного апноэ во сне» в подпрограмме «Хирургические заболевания» в рамках ГНТП «Новые методы оказания медицинской помощи на 2016–2020 гг.» (приказ ГКНТ РБ №85 от 20.05.2016 г.).

Дыхательный ритм зарождается в глубинах головного мозга, а, точнее, в каудальных отделах ствола головного мозга на границе со спинным мозгом. Многочисленные гипотезы о причинах генерации центральной инспириаторной активности отражают как интерес к этой проблеме (25.05.2017 в PubMed на сочетание слов «respiratory rhythm» найдено 4372 статьи), так и факт ее нерешенности. Следовательно, в силу недостаточных сведений о механизмах регуляции дыхания в норме и при патологии весьма уязвимыми становятся мероприятия, которые предпринимаются при нарушении контроля легочной вентиляции. В связи с этим совместная научная работа включает два направления исследований — экспериментальное и клиническое. В острых экспериментах на наркотизированных животных моделируются условия, ассоциируемые с событиями, которые развиваются в организме человека и животных во время сна, когда отсутствует произвольная регуляция дыхания и сохраняется только эволюционно зафиксированный

механизм генерации дыхательного ритма и контроля легочной вентиляции. При определенных условиях во время сна начинает патологически увеличиваться продолжительность выдоха, что сопровождается не только снижением частоты дыхания, но и внезапно наступающей длительной остановкой дыхания, предварительно знаменующейся храпом

Кстати, контролируемое длительное увеличение продолжительности выдоха является неотъемлемым элементом профессионального пения и отчетливого произношения слов подготовленным лектором. В данном случае речь идет о естественном процессе регуляции дыхания, которому обучают порой долгое время, например, пению в традициях бельканто. Итак, произвольное изменение соотношения длительности фаз вдоха и выдоха является атрибутом нормального дыхания, что учитывается опытным врачом при обследовании пациента для суждения о функциональном состоянии дыхательной системы.

Иная ситуация складывается при неконтролируемом процессе регуляции дыхания, что чаще всего происходит во время сна при развитии патологических процессов в центральной нервной системе и/или в воздухоносных путях. В первом случае речь идет о центральных механизмах нарушения регуляции дыхания, а во втором о периферических причинах срыва естественной циркуляции воздушного потока в дыхательных путях. При этом чаще всего фатальную природу имеет патологически длительная остановка дыхания на выдохе (апноэ) в сравнении с неконтролируемой остановкой дыхания на вдохе (апнейзис).

Современная классификация болезней (МКБ-10) включает два синдрома, которые связаны с длительной остановкой дыхания — апноэ центрального происхождения и обструктивное апноэ во сне, при котором акцентируется внимание на периферическом генезе патологического процесса. В проведенных опытах на крысах доказано, что в условиях наркоза прекращается диафрагмальная активность и развивается длительное апноэ после блокады межклеточных коммуникаций в области вентральной поверхности продолговатого мозга, где расположены хеморецепторные структуры, реагирующие на сдвиги CO_2 и концентрации водородных ионов (смещение рН влево). Следовательно, моделирование патологических условий, сопровождающихся дефицитом информации о колебаниях углекислого газа в организме, поступающей к нейронам дыхательного центра (дефицит развивается после локальной аппликации анестетика на роstralные участки вентральной поверхности продолговатого мозга), ведет к прекращению поступления сигналов к диафрагме от дыхательного центра и развитию вследствие этого фатального апноэ.

Какое отношение имеет продемонстрированный в острых опытах механизм к событиям, которые развиваются во время естественного сна у чело-



века, страдающего от длительных эпизодов апноэ при синдроме обструктивного апноэ во сне? В процессе наблюдений, проведенных в клинических условиях, удалось доказать, что у многих пациентов с диагнозом синдром обструктивного апноэ во сне имеются признаки центрального апноэ. Таким образом, у обследованных пациентов помимо нарушения периферических механизмов циркуляции воздуха по воздухоносным путям во время вдоха и выдоха (обструктивные явления) имеется также сбой центральных механизмов, заключающийся, к примеру, в снижении чувствительности центральных хеморецепторов к приросту уровня углекислого газа в организме во время длительной остановки дыхания. Для проверки данной гипотезы осуществлено тестирование пациентов по методу «возвратного дыхания» (дыхание в замкнутом эластичном контуре чистым кислородом), когда прирост CO_2 в замкнутом контуре происходит во время каждого выдоха испытуемого. Кстати, повышенное содержание кислорода при осуществлении «возвратного дыхания» гарантирует функциональную блокаду сосудистых хеморецепторов, включая каротидное тельце, а, следовательно, позволяет оценить во время проведения теста функциональную значимость тех рецепторов, которые являются ключевыми в контроле гиперкапнии в организме.

Следовательно, внесение дополнительного теста «возвратного дыхания» в протокол обследования позволяет уточнить механизмы развития длительных остановок дыхания у пациентов с синдромом обструктивного апноэ во сне. Предложенная методика позволяет разработать более эффективную тактику терапии, включающую в зависимости от показаний как хирургические методы лечения, так и консервативные приемы, одним из которых является применение в период сна устройств для контролируемой легочной вентиляции у тех пациентов, у которых установлена сниженная чувствительность центральных хеморецепторов к гиперкапническому стимулу.

МЫ — ЛУЧШИЕ В СВОЕЙ ПРОФЕССИИ!

Мрочек А.Г., Бельская М.И., Мацкевич С.А.

Государственное учреждение «Республиканский научно-практический центр «Кардиология»

Государственное учреждение «Республиканский научно-практический центр «Кардиология» (далее — Центр) является высокоспециализированным учреждением Министерства здравоохранения Республики Беларусь по разработке и внедрению новых инновационных методов диагностики и ле-

чения сердечно-сосудистых заболеваний и оказанию высокотехнологичных видов медицинской помощи в области кардиологии и сердечно-сосудистой хирургии. Центр является структурой, которая решает в рамках одного учреждения следующие задачи: проведение научных исследований в области кардиологии и сердечно-сосудистой, подготовку кадров высшей квалификации, оказание медицинской помощи на высоком клиническом уровне, повышение квалификации врачей-специалистов, координацию деятельности всех научных и практических учреждений на республиканском уровне в решении проблем кардиологической службы.

Общая численность всех работников Центра составляет 771 человек. В Центре работает высококвалифицированный медицинский персонал — 160 врачей и 300 медицинских сестер, в научных подразделениях работают 67 научных сотрудников. Среди сотрудников Центра — 2 академика НАН Беларуси, 15 докторов наук и 66 кандидатов наук, 9 — имеют ученое звание «профессор», 15 — ученое звание «доцент». Врачи-кардиологи Центра являются действительными членами ESC (Европейского общества кардиологов), Евразийского общества кардиологов, EHRA (Европейской ассоциации ритма сердца), Европейского общества кардиохирургов, Лиги по борьбе с артериальной гипертензией, Ассоциации сердечной недостаточности. В республике функционирует общество кардиологов.

Центр осуществляет подготовку научных кадров высшей квалификации в аспирантуре по специальностям: 14.01.05 — кардиология и 14.01.26 — сердечно-сосудистая хирургия, а также в ординатуре по кардиологии, кардиохирургии, рентгенэндоваскулярной и сосудистой хирургии. В Центре функционирует Совет по защите диссертаций по специальностям: 14.01.05 — кардиология и 14.01.26 — сердечно-сосудистая хирургия. С 2016 г. функционирует симуляционный обучающий центр для врачей-специалистов из зарубежных стран и Республики Беларусь (практическое обучение операциям эндоваскулярной диагностики и интервенционных процедур при нарушениях ритма сердца).

Основные направления научной деятельности Центра

Проведение клинико-эпидемиологических исследований по изучению распространенности болезней системы кровообращения и их основных факторов риска, оценки прогностической значимости факторов риска для отдельных групп населения республики с целью разработки эффективных методов прогнозирования и профилактики; разработка новых методов диагностики и лечения сердечно-сосудистых заболеваний, а также дальнейшее развитие интервенционных и хирургических методов лечения нарушений ритма сердца, новых методов реваскуляризации миокарда, коррекция врожденных и приобретенных пороков сердца, проведение научных исследова-



ний по трансплантации сердца и разработка альтернативных методов лечения терминальной сердечной недостаточности; разработка новых реабилитационных технологий при острых и хронических формах ИБС, после операций на сердце и магистральных сосудах; разработка новых информационных технологий и изделий медицинского назначения; подготовка и аттестация научных работников высшей квалификации.

Основные научные достижения в области кардиологии

Разработана и внедрена система аортального стентграфта для лечения аневризм грудного отдела аорты. Экономический эффект на одном изделии составит около 10 000 долл. США, как импортозамещение. Получена золотая медаль за лучшую разработку в области медицины на Петербургской технической ярмарке в 2013 г. Налажено серийное производство.

Разработан и внедрен новый метод оказания медицинской помощи пациентам с патологией аортального, митрального и пульмонального клапанов сердца (разработана технология изготовления криосохраненных аллогraftов и создан банк данных криосохраненных клапанных аллогraftов). Внедрение в клиническую практику клапанных аллогraftов уже позволило сэкономить валютные средства на сумму 260 000 USD (в 2016 году — 140 000 USD). Получено 2-е место в номинации «Лучший инновационный проект на Республиканском конкурсе ГКНТ, 2015 год». Имплантировано более 180 аллогraftов.

Разработан и внедрен метод катетерной аблации симпатических нервов почечных артерий в лечении пациентов с рефрактерной артериальной гипертензией. Ренальная денервация эффективна в среднем у 87 % пациентов с рефрактерной АГ. Помимо снижения АД данная методика полезна пациентам с неконтролируемой АГ в сочетании с фибрилляцией предсердий, хронической сердечной недостаточностью, жизнеугрожающими аритмиями, такими как пароксизмальная желудочковая тахикардия. У пациентов с АГ III степени данный вид лечения позволяет снизить количество принимаемых антигипертензивных препаратов на 20 %. Метод показал существенное снижение относительных рисков неблагоприятных исходов у пациентов с рефрактерной АГ в течение 10 лет (риск развития инсульта снижается на 30 %, инфаркта миокарда — на 32 %). Ренальная денервация позволяет сохранить 0,9 года качественной жизни (QALY) в среднем на 1 пациента с рефрактерной АГ.

Разработан метод изолированной эндовазальной термической флебодеструкции, позволяющий снизить ресурсоемкость хирургического лечения варикозной болезни вен до 28 %, сократить время выполнения хирургического вмешательства до 36 %.

Разработан новый метод оказания медицинской помощи, заключающийся в применении кардиоресинхронизирующих устройств, позволяющий снизить темп отрицательного ремоделирования мышцы сердца и прогрессирования хронической сердечной недостаточности, снизит частоту повторных госпитализаций вследствие уменьшения эпизодов декомпенсации у пациентов с хронической сердечной недостаточностью на 70–80 %.

Разработаны и внедрены метод интервенционного лечения пациентов с мерцательной аритмией с использованием остиальной радиочастотной абляции (РЧА) легочных вен, РЧА истмуса, метод ведения пациентов после хирургического лечения мерцательной аритмии (эффективность удержания синусового ритма в течение года после проведения абляции фибрилляции предсердий достигла 81 %).

Разработана и внедрена оригинальная технология симультанного оперативного лечения пациентов со злокачественными новообразованиями и конкурирующей ИБС, позволяющий: снизить удельный вес госпитальных осложнений пациентов с опухолями основных локализаций и сопутствующей ИБС на 10–15 %, снизить временную нетрудоспособность и выход на инвалидность данной категории пациентов на 15 %, увеличить отдаленную (трехлетнюю) выживаемость на 45 %, улучшить качество жизни в отдаленном периоде в сроке до трех лет, симультанный подход лечения на 31,53 % экономичнее в затратах, нежели этапный.

Разработан метод антеградной реканализации хронических окклюзий коронарных артерий, который позволяет сократить стационарный этап лечения на 3–4 койко-дня на одного пациента и улучшить качество жизни пациентов.

В 2009 г. осуществлена первая пересадка сердца в Беларуси. Всего выполнено более 250 трансплантаций сердца, в том числе 7 операций детям. В 2016 г. в Центре выполнена трансплантация комплекса «сердце-легкие». Выполнены две операции по пересадке легких.

За высокие достижения в области трансплантации органов и тканей сотрудники Центра и учреждения здравоохранения «9-я городская клиническая больница» г. Минска награждены Государственной премией Республики Беларусь 2016 г. в области науки и техники за работу «Разработка и внедрение технологий трансплантации органов у детей и взрослых» (Указ Президента Республики Беларусь от 4 апреля 2017 г. № 104).



МЕДИЦИНСКАЯ НАУКА БЕЛАРУСИ: ОТ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ ПРОБЛЕМ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ ДО СТВОЛОВЫХ КЛЕТОК

*Пиневич Д.Л., Филонюк В.А., Чумакова Е.Д., Кравчук З.И.
Министерство здравоохранения Республики Беларусь*

*Сачек М.М., Малахова И.В., Дудина Т.В.
Государственное учреждение «Республиканский научно-практический
центр медицинских технологий, информатизации, управления и
экономики здравоохранения»*

В соответствии с национальной инновационной доктриной развития Республики Беларусь, устойчивое развитие экономики на современном этапе возможно только на основе императивов науки, повышения эффективности коммерциализации результатов научного труда и трансфера новых технологий, в том числе, медицинских. Последнее является одним из важнейших факторов, влияющих на улучшение здоровья нации и повышение качества его жизни.

Исходя из приоритетных направлений научно-технической и научной деятельности в республике на 2016–2020 гг., утвержденных соответствующими Указом Президента Республики Беларусь и Совета Министров Республики Беларусь, в которые включены медицина, фармацевтика, медицинская техника, био- и наноиндустрия, формируются национальные научные и научно-технические программы разного уровня. При этом программы медицинского плана формируются таким образом, чтобы охватить весь научно-внедренческий (инновационный) цикл от зарождения идеи до ее воплощения в конкретный результат (продукт или услугу) и внедрение разработанных инноваций. Соответственно, на сегодняшний день количество прикладных научно-исследовательских и опытно конструкторских (технологических) работ (НИОК(Т)Р) в здравоохранении, включая инновационные проекты, превалирует над поисковыми и фундаментальными исследованиями; на долю последних приходится не более 15–20 % от общего числа научно-исследовательских работ.

В сфере здравоохранения разрабатываются государственные научно-технические программы (ГНТП), отраслевые научно-технические программы (ОНТП) и региональные научно-технические программы (РНТП), выполнение которых осуществляют ученые научно-исследовательских организаций системы Министерства здравоохранения Республики Беларусь (Мин-

здрав). Основной формой научной деятельности выступают научные проекты, выполняемые в рамках ГНТП и ОНТП при бюджетном (программно-целевом и грантовом) финансировании, а также научные проекты, выполняемые за счет внебюджетного финансирования (средства отечественных и зарубежных фондов-грантодателей), а также инициативные исследования за счет собственных средств организаций.

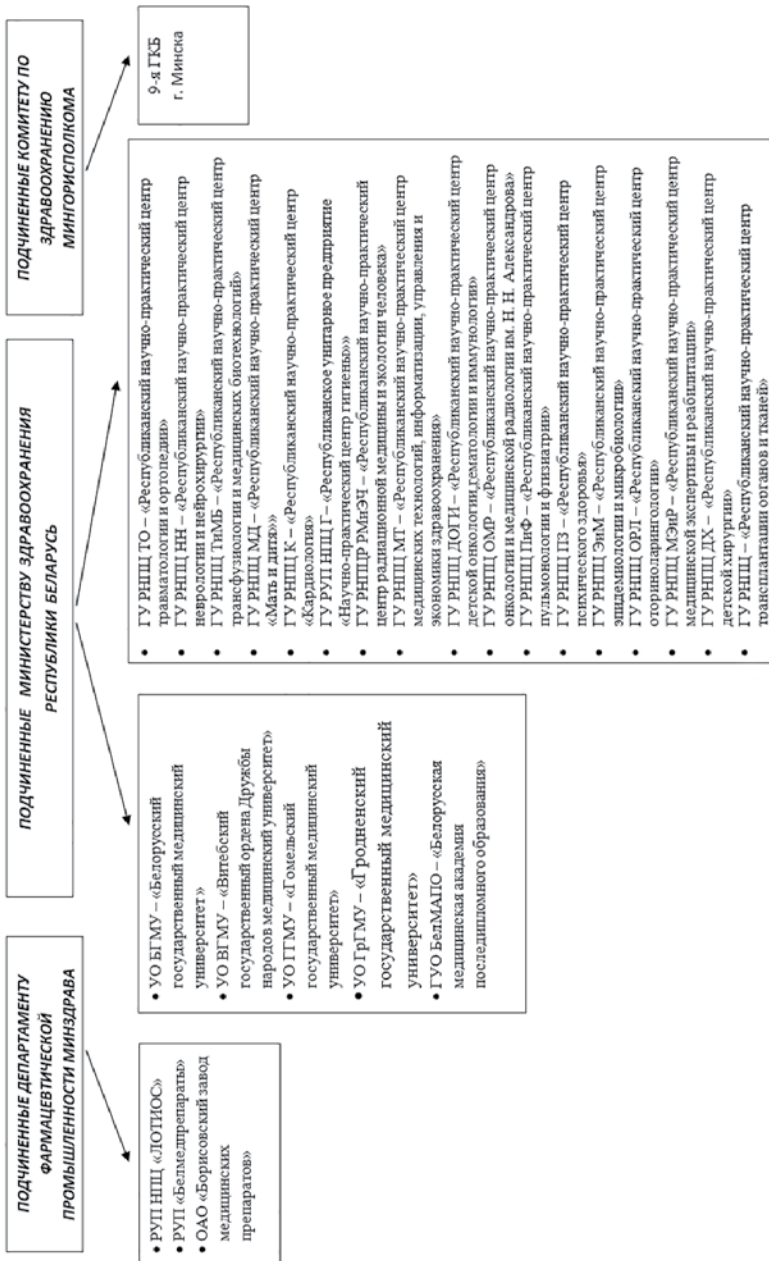
Сегодня свыше 9,6 % от общего числа ученых республики работают в сфере медицинской науки. Несмотря на то, что за последние 5 лет эта цифра постепенно снижалась (с 15 %), отраслевая наука по-прежнему обладает значительным интеллектуальным потенциалом, что подтверждается высокой результативностью белорусских ученых-медиков. В 2016 г. во всех научных организациях системы Минздрава трудились свыше 3800 научных работников, 53,45 % из которых имеют высшую научную квалификацию (ученую степень кандидата или доктора наук). При этом в возрастном аспекте в медицинской науке преобладают сотрудники предпенсионного и пенсионного возраста (старше 50 лет), составляющие суммарно более 60 %. Вместе с тем, динамика возрастной структуры лиц, обучающихся в аспирантуре и докторантуре, характеризуется положительными тенденциями.

Результатом многолетнего реализованного основного направления реформирования медицинской науки Беларуси является ее интеграция — создание специализированных республиканских научно-практических центров путем придания статуса научно-исследовательских организаций крупным клиническим больницам и научно-исследовательским лабораториям при высших учебных заведениях, активное привлечение к научным исследованиям медиков практического здравоохранения и специалистов из других ведомств, в том числе с международным участием.

Отраслевая наука на сегодняшний день представлена 17 медицинскими республиканскими научно-практическими центрами (включая УЗ «9-я городская клиническая больница» и РУП «Научно-практический центр гигиены»), 5 учреждениями образования, включая четыре медицинских университета (Белорусский, Витебский, Гомельский, Гродненский), и одно, реализующее образовательные программы дополнительного образования взрослых (ГУО «Белорусская медицинская академия последипломного образования»), в которых постоянно разрабатываются и внедряются в практику НМТ (рисунк).

К основным современным задачам белорусских ученых-медиков относятся: формирование стратегии сохранения и укрепления здоровья населения, разработка научных основ борьбы с наиболее распространенными заболеваниями и обоснование изменений в законодательство в области охраны здоровья; получение на основе фундаментальных исследований новых и углубление имеющихся знаний о здоровом и больном организме человека,

НАУЧНЫЕ ОРГАНИЗАЦИИ СИСТЕМЫ МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ



его жизнедеятельности и адаптации к условиям окружающей среды; разработка и внедрение отечественных и наиболее эффективных зарубежных высокотехнологичных методов медицинской профилактики, диагностики, лечения и медицинской реабилитации, прежде всего, социально значимых заболеваний, восстановления утраченного здоровья, увеличения продолжительности периода активного долголетия человека; разработка новых схем организации медицинской помощи и управления здравоохранением.

К важнейшим инновационным достижениям медицинской науки последних лет, осуществляемым в рамках ГНТП «Новые технологии диагностики, лечения и профилактики» можно отнести, например, разработку технологии трансплантации сердца больных с терминальной стадией сердечной недостаточности. Можно выделить также разработку технологии изготовления системы аортального стентграфта для эндопротезирования аневризм грудной аорты при операциях с искусственным кровообращением. Стоимость единицы разработанного изделия — 1,5 тыс. долл. США, импортного аналога — 12–15 тыс. долл. США. Разработана технология «Интекард-3-теле», которая позволяет организовать передачу информации о работе сердца пациентов по Интернету или мобильной связи в консультативный центр для проведения автоматизированной диагностики и формирования ЭКГ-заключения.

При участии ученых-медиков разработана новая редакция Закона Республики Беларусь «О здравоохранении», вступившая в силу в декабре 2014 г., в которой предусмотрен ряд инноваций, включая республиканские формуляры лекарственных средств и медицинских изделий, возможность использования при оказании медицинской помощи биомедицинских клеточных продуктов, заложены основы их оборота, реализованные в последующем в ряде постановлений Совета Министров Республики Беларусь.

Далее кратко изложены основные направления научной и инновационной деятельности всех научно-практических центров республики.

РНПЦ «Кардиология» — специализированное учреждение здравоохранения, наряду с медицинской деятельностью организующее и проводящее фундаментальные и прикладные научные исследования и разработки в области здравоохранения, биотехнологий, информационных технологий, осуществляющее инновационную деятельность, включая содействие коммерциализации результатов научной и научно-технической деятельности, являющихся основой повышения эффективности оказания кардиологической медицинской помощи. На сегодняшний день в Центре выполняются все виды кардиохирургических и сосудистых вмешательств, проводимые в мире: реваскуляризация миокарда, восстановление формы и объема левого желудочка, хирургическое лечение болезней грудной аорты и крупных магистральных сосудов (шеи, головы, бедренных артерий), протезиро-



вание и пластика клапанов сердца, протезирование аорты, трансмиокардиальная лазерная реваскуляризация, трансплантация сердца (всего проведено 234 трансплантации сердца, в 2016 г. проведены 42 трансплантации сердца), хирургические операции на глубоких и поверхностных венах и др.

Основными задачами **РНПЦ травматологии и ортопедии** являются изучение причин и структуры травматизма и инвалидности у пациентов с травмой опорно-двигательного аппарата и разработка предложений по их медицинской профилактике; а также разработка и внедрение современных медицинских технологий лечения переломов костей скелета и комплектов технических средств для их осуществления (имплантационные конструкции: стержни, пластины, шурупы, установочный инструмент), методов диагностики и лечения повреждений и заболеваний суставов (артроскопия, эндопротезирование суставов и медицинских технологий хирургического лечения повреждения суставного хряща, включая его трансплантацию).

Основными направлениями научной деятельности **РНПЦ неврологии и нейрохирургии** являются: разработка новых методов оперативного лечения пациентов с неврологической и нейрохирургической патологией; программно-технических средств для определения тактики и контроля эффективности лечебных мероприятий и исследований по оптимизации деятельности неврологической и нейрохирургической служб Республики Беларусь.

РНПЦ трансфузиологии и медицинских биотехнологий проводит научные исследования, направленные на повышение эффективности и безопасности применения компонентов крови и лекарственных средств на основе донорской крови (плазмы), разрабатывает и совершенствует методы получения лекарственных средств на основе белков плазмы и клеток крови, диагностические реагенты и стандартные образцы на основе донорской крови (плазмы) для обеспечения потребности Республики Беларусь, заготавливает донорскую кровь и ее компоненты. Приоритетными направлениями научной деятельности Центра являются: разработка технологий получения рекомбинантных белков терапевтического и диагностического назначения, изучение их структурно-функциональных свойств; создание новых медицинских биотехнологий на основе кровяных клеток, стволовых клеток, в том числе генетически модифицированных и развитие клеточных технологий в трансплантационной и регенеративной медицине.

В **РНПЦ «Мать и дитя»** проводятся научные исследования в области акушерства, гинекологии, неонатологии, педиатрии и медицинской генетики; разрабатываются и внедряются в практику новые методы медицинской профилактики, диагностики, лечения, предложения по снижению материнской, перинатальной, младенческой и детской смертности, заболевае-

мости женского и детского населения, по совершенствованию акушерско-гинекологической, педиатрической и медико-генетической помощи.

9-я городская клиническая больница — многопрофильная организация здравоохранения г. Минска, научные интересы которой связаны, в первую очередь, с решением проблем в области органной трансплантации и оказания медицинской помощи с использованием биомедицинских клеточных продуктов. На ее базе организованы Республиканский центр трансплантации органов и тканей и Республиканский центр гематологии и пересадки костного мозга, основными направлениями которых являются: разработка и внедрение новых технологий трансплантации печени, почек, поджелудочной железы, сердца, легких, гемопоэтических и мезенхимальных стволовых клеток; разработка и внедрение новых методов диагностики, хирургического лечения и анестезиолого-реанимационного сопровождения при заболеваниях печени, поджелудочной железы, почек и других органов, в том числе с применением эндоваскулярных и малоинвазивных хирургических операций; разработка и внедрение клинических протоколов лечения пациентов с онкогематологическими и гематологическими заболеваниями; изучение механизмов дифференцировки стволовых клеток человека и возможностей их применения в трансплантологии и регенеративной медицине.

Основная задача **РНПЦ радиационной медицины и экологии человека** — оказание специализированной медицинской помощи населению, подвергнутому воздействию неблагоприятных факторов внешней среды, в том числе радиационному. В Центре разрабатываются и координируются мероприятия по сохранению здоровья населения, пострадавшего в результате аварии на Чернобыльской АЭС, минимизации медицинских последствий аварии.

РНПЦ детской онкологии, гематологии и иммунологии является ведущим учреждением республики, охватывающим широкий спектр проблем, связанных с разработкой и внедрением новых технологий диагностики и лечения гематологических, онкологических и иммунологических заболеваний у детей, изучением их патогенеза и осложнений. Основными задачами научной деятельности являются: развитие генетических исследований в диагностике, оценка прогноза и мониторинга терапии онкологических и гематологических заболеваний, разработка биотехнологических подходов, связанных с использованием стволовой кроветворной клетки и цитотерапии в клинической практике, исследования по изучению биологии и генетики гемобластозов, первичных (врожденных) иммунодефицитов и гемофилий с целью повышения эффективности терапии.

В **РНПЦ онкологии и медицинской радиологии им. Н. Н. Александрова** проводятся: разработка научных основ и современных организационных форм онкологической службы Беларуси; разработка и внедрение про-



грамм скрининга злокачественных опухолей; современных интегрированных подходов к диагностике и лечению пациентов со злокачественными новообразованиями; национальных стандартов диагностики и лечения злокачественных опухолей; алгоритмов медико-социальной реабилитации онкологических пациентов, а также импортозамещающих технологий. Среди наиболее значимых разработок следует отметить скрининговые программы по раку предстательной железы, молочной железы, колоректальному раку; молекулярно-генетические исследования с определением индивидуальной чувствительности к лечению, а также разработка и внедрение уникальных реконструктивных и пластических операций мирового уровня при опухолях гортани, мочевого пузыря, пищевода, конечностей, молочной железы и др. с восстановлением утраченных функций и др.

Основными задачами **РНПЦ медицинских технологий, информатизации, управления и экономики здравоохранения** являются: разработка и внедрение технологий, рациональных методов управления отраслью здравоохранения; научное обоснование мероприятий государственных программ в области охраны здоровья населения и оценка их эффективности; оценка результативности медицинской науки и внедрения результатов научной деятельности в практическое здравоохранение, фармакоэкономические исследования, осуществление прогнозов развития системы здравоохранения и разработка предложений по совершенствованию нормативной правовой базы отрасли.

Научно-практический центр гигиены осуществляет свою научную деятельность в области гигиены и экологии человека, профилактической и клинической медицины, проводит фундаментальные и прикладные исследования в области гигиены, токсикологии, медицинской профилактики и иных областях медицинской и биологической наук. В Центре изучаются механизмы и закономерности воздействия факторов и объектов окружающей среды (физических, химических, биологических) на организм человека, разрабатываются методологии санитарно-эпидемиологического нормирования факторов окружающей среды и оценки их изолированного, комплексного и сочетанного действия для различных групп населения.

РНПЦ психического здоровья проводит исследования в области психиатрии и наркологии, в т. ч. клиничко-генетические исследования, разрабатывает новые профилактические, диагностические, лечебные и реабилитационные технологии оказания специализированной медицинской помощи в области психиатрии, суицидологии и эпилептологии.

РНПЦ эпидемиологии и микробиологии является ведущим центром, в котором выполняются научно-исследовательские работы фундаментального и прикладного характера в области эпидемиологии, медицинской ви-

русологии, микробиологии, иммунологии и паразитологии. Специалистами Центра проводятся работы по созданию высокочувствительных и эффективных методов диагностики, лечения и медицинской профилактики паразитарных и инфекционных заболеваний; осуществляется разработка и совершенствование системы эпидемиологического надзора за инфекционными заболеваниями.

РНЦ оториноларингологии является головной организацией, координирующей деятельность специализированной оториноларингологической службы системы Минздрава, осуществляющей разработку и внедрение высокотехнологичных видов медицинской помощи населению, прогрессивных организационных форм работы при оказании медицинской помощи различным группам населения по вопросам диагностики и лечения хронических гнойных отитов, хронических риносинуситов, диагностику и лечение синдрома обструктивного апноэ сна, а также медико-социальную реабилитацию пациентов с нарушениями слуха.

Основными научно-практическими задачами **РНЦ медицинской экспертизы и реабилитации** являются: разработка новых и/или усовершенствованных методов медицинской, профессиональной, трудовой и социальной реабилитации пациентов, эпидемиологии инвалидности, создание комплексных автоматизированных систем для достижения межведомственного взаимодействия при проведении медико-социальной экспертизы и реабилитации и др.

РНЦ детской хирургии создан в 2014 г. в целях совершенствования оказания специализированной помощи детям с различной хирургической патологией и дальнейшего развития детской хирургии и кардиохирургии в республике. В Центре проводятся научные исследования по разработке и внедрению новых методов медицинской профилактики, диагностики, лечения и медицинской реабилитации в области детской хирургии, детской кардиохирургии и хирургии врожденных пороков сердца, детской анестезиологии и реаниматологии.

В **РНЦ пульмонологии и фтизиатрии** проводятся научно-исследовательские работы и внедрение их результатов в практическое здравоохранение, включая клинические испытания новых лекарственных препаратов и оборудования, разработка алгоритмов диагностического обследования пациентов с различными нозологическими формами заболеваний легких, в т. ч. с лекарственно устойчивым туберкулезом, мониторинг основных эпидемиологических показателей по туберкулезу и другим болезням органов дыхания.

2017 год в Беларуси объявлен Годом науки, что накладывает особую ответственность на белорусских ученых-медиков. Ожидается, что разработки



5-го и 6-го технологических укладов станут главной целью инновационного развития отрасли до 2020 г. В соответствии с утвержденными приоритетами развития науки, готовятся к производству новые виды наукоемкой биотехнологической продукции, разрабатываются новые медицинские технологии, в том числе и высокотехнологичные, появляются лекарственные средства нового поколения, создается инновационно-производственный центр по выпуску медицинских изделий.

Подводя итог, важнейшей задачей медицинской науки республики на ближайшие годы становится инновационное развитие отрасли, создание новой, наукоемкой медицинской продукции, конкурентоспособной на мировом рынке, обеспечивающей повышение качества оказания медицинской помощи и в конечном итоге — улучшение здоровья нации и повышение качества жизни населения республики.

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ КЛЕТОЧНЫХ МЕДИЦИНСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Потапнев М.П.

Государственное учреждение «Республиканский научно-практический центр трансфузиологии и медицинских биотехнологий»

Усс А.Л.

Учреждение здравоохранения «9 городская клиническая больница» г. Минска

Пиневич Д.Л., Филонюк В.А., Кравчук З.И.

Министерство здравоохранения Республики Беларусь

Клеточные технологии становятся новой альтернативой лечения основных заболеваний человека. Это связано с изменением структуры заболеваний человека в XXI веке, когда доминирующими становятся неинфекционные болезни, в том числе онкологические и пожилого возраста. К настоящему времени решены основные проблемы лечения инфекционных заболеваний, а возросший потенциал фармацевтической промышленности и доступность лекарственных средств приводят к развитию фармакорезистентных форм заболеваний. В результате острое течение заболеваний наблюдается все реже, хронизация патологического процесса сопровождается дегенеративными изменениями органов и тканей. По данным ClinicalTrials.gov по состо-

янию на март 2017 г., 20,6 % от 173 811 текущих протоколов лечения, поименованных на сайте, связаны с проведением клеточной терапии пациентам. Ведущее место среди методов клеточной терапии занимают протоколы иммунотерапии, клеточной терапии с использованием мезенхимальных стволовых клеток или гемопоэтических стволовых клеток, которые составляют 22,4 %; 11,7 % и 9,4 % соответственно. Иммунотерапия преимущественно направлена на лечение онкологических заболеваний — основной бич человечества в настоящее время. Она начала развиваться в 1980-х годах, когда были освоены (и продолжают применяться в настоящее время) такие средства иммунотерапии, как LAK (lymphokine-activated killer) клетки, СИК (cytokine-activated killer) клетки, обеспечивающие антиген-неспецифическую иммунную противоопухолевую защиту, и дендритные клетки (ДК), обеспечивающие антиген-специфическое распознавание опухолей. Для иммунотерапии используют сертифицируемые аутологичные клеточные продукты, получаемые от пациента. В настоящее время основное направление — Т-клеточная терапия опухолей, составляющая 90 % всех протоколов иммунотерапии. Развиваемые новые направления включают использование Т-клеток с геномодифицированным Т-клеточным рецептором (CART терапия), популярность которых возрастает в течение последних нескольких лет. В организациях здравоохранения Республике Беларусь в последние 5–10 лет успешно используют для лечения пациентов онкологического профиля аутологичные СИК-клетки или ДК, индуцированные *in vitro* антигенами опухолевых клеток.

Другое важное направление — медицинское применение стволовых клеток человека. Мировая практика включает широкое использование как гемопоэтических, так и мезенхимальных стволовых клеток человека с 1972 г. и 1995 г. соответственно. По данным сайта ClinicalTrials.gov по состоянию на март 2017 г., соотношение текущих и завершенных протоколов клинических испытаний составляет 55:45. Гемопоэтические стволовые клетки (ГСК) аллогенного или аутологичного происхождения активно используются для трансплантации пациентам с гематологическими, онкологическими и аутоиммунными заболеваниями, при иммунодефицитах. С 1993 г. в Республике Беларусь ГСК «пересаживают» взрослым пациентам, с 2004 г. — детям. Клеточным субстратом для «пересадки» ГСК выступают клетки костного мозга, периферической крови (мобилизованные ГСК), пуповинной крови.

Существенным этапом развития клеточных технологий в республике является принятие Закона Республики Беларусь от 16 июня 2014 г. № 164-З «О внесении изменений и дополнений в Закон Республики Беларусь «О здравоохранении», которым на законодательном уровне предусмотрена возможность использования в медицинских целях иных, помимо гемопоэтических,



стволовых клеток и других клеточных продуктов, а также ряда подзаконных актов (постановления Совета Министров Республики Беларусь, Министерства здравоохранения Республики Беларусь), регулирующих оборот биомедицинских клеточных продуктов и регламентирующих требования к биомедицинским клеточным продуктам.

Последние 10–15 лет наибольший интерес привлекали мезенхимальные стволовые клетки (МСК), участвующие в морфогенезе и оказывающие противовоспалительное действие. В настоящее время рассматривается трофическое, антиапоптотическое, заместительное, противовоспалительное и иммуносупрессивное действие трансплантируемых МСК. В 2000-х годах десятки миллионов людей во всем мире получали инъекции аутологичных МСК при сахарном диабете, заболеваниях сердечно-сосудистой системы и нервной системы, при травмах позвоночника и опорно-двигательного аппарата. По результатам клинических исследований международное одобрение получило медицинское применение МСК при трансплантации недостаточного количества ГСК, для лечения реакции «трансплантат против хозяина» (РТПХ), для лечения бокового амиотрофического склероза (БАС). Показания к клеточной терапии постоянно расширяются по спектру заболеваний, прежде всего за счет применения МСК, получивших *in vitro* направленную тканевую дифференцировку.

Начиная с 2008 г., в Республике Беларусь проводится активная работа по внедрению клинических протоколов клеточной терапии при пересадке ГСК, для лечения РТПХ у взрослых и детей, для лечения БАС и симптоматической эпилепсии, при повреждениях суставов и трубчатых костей, для лечения длительно незаживающих кожных ран, при неинфекционной патологии легких (идиопатическом фиброзирующем альвеолите). В большинстве случаев использовали аутологичные МСК, в части случаев (для лечения РТПХ) — гаплоидентичные МСК. При наличии органной патологии в ряде случаев использовали МСК, дифференцированные в тканеспецифическом направлении. Накопленный материал включает клинический опыт лечения и наблюдения около 200 пациентов. Нами и другими исследователями отмечено, что применение клеточных технологий лечения эффективно тогда, когда фармакотерапия терапевтического заболевания (как правило, длительно текущего) не дает положительных результатов. Для заболеваний хирургического профиля клеточная терапия с использованием МСК рассматривается как альтернатива (или дополнение) оперативного вмешательства с высоким риском неблагоприятного исхода. Полученные нами результаты подтвердили безопасность и, в большинстве случаев, клиническую эффективность применения МСК. Работы продолжаются в рамках научно-исследовательских проектов и программ различного уровня.

Перспективы развития клеточных медицинских технологий включают несколько направлений. Ближайшая из них — на основе уже имеющихся разработок определить перечень заболеваний и состояний, при которых клеточная терапия будет доказательно эффективно (с уровнем 1А, 1В, 1С, 2А, 2В), а также определить наиболее эффективные протоколы применения клеток (способы, дозы, кратность, повторяемость введения). Также важно проводить поиск новых медицинских показаний (заболеваний человека), где клеточная терапия может стать хорошей альтернативой другим (медикаментозной, оперативным и др.) методам терапии.

Отдаленные перспективы клеточной терапии связаны с усилением эффективности антиген-специфической иммунотерапии (включая терапию онкологических и инфекционных заболеваний человека) за счет использования геномодифицированных клеточных продуктов. Использование МСК в будущем рассматривается как альтернатива фармакотерапии длительно текущих заболеваний человека (особенно пожилого возраста), а также использование клеточных продуктов для создания комбинированных био-трансплантатов как альтернатива трансплантации органов и тканей.

ЭНДОВЕНОЗНАЯ ЛАЗЕРНАЯ КОАГУЛЯЦИЯ ВЕНЫ GIACOMINI В ХИРУРГИЧЕСКОМ ЛЕЧЕНИИ ВАРИКОЗНОЙ БОЛЕЗНИ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ

Роговой Н.А., Климчук И.П., Калинин С.С., Соломевич С.И.

*Учреждение здравоохранения «4-я городская клиническая больница
им. Н. Е. Савченко» г. Минска*

Янушко В.А., Турлюк Д.В.

*Государственное учреждение «Республиканский научно-практический
центр «Кардиология»*

Вена Giacomini, описанная впервые С. Giacomini в 1873 г., это наиболее крупный, эпифасциально расположенный приток малой подкожной вены (МПВ), продолжающийся на бедре, и более чем в 50 % случаев связывающий ее с большой подкожной веной (БПВ). По данным различных авторов рефлюкс по вене Giacomini выявляется у 2–19 % пациентов с варикозной болезнью (ВБ). Нисходящий или ортодоксальный рефлюкс по вене Giacomini из бассейна БПВ может стать причиной варикозного расширения МПВ. Возмо-



жен и обратный механизм, когда в результате клапанной недостаточности МПВ возникает восходящий или парадоксальный рефлюкс, в результате которого происходит варикозная трансформация вены *Giacomini* с вовлечением в процесс БПВ.

В 2014–2016 гг. в отделении сосудистой хирургии учреждения здравоохранения «4-я городская клиническая больница им. Н. Е. Савченко» г. Минска было прооперировано 25 пациентов (мужчин — 8 (32 %), женщин — 17 (68 %), средний возраст пациентов 49 (22–79) лет, пациентов — 74 %, средняя длительность заболевания 12,6 (от 3 до 30) года) с парадоксальным рефлюксом по вене *Giacomini*. Все ЭВЛК выполняли по разработанному нами методу с применением тумесцентной анестезии при визуализации процесса воздействия с помощью интраоперационного ультразвукового (УЗ) контроля на медицинском лазере с длиной волны 1560 нм («Mediola Compact», ЗАО «ФОТЭК», Республика Беларусь). При облитерации использовали мощность 10 Вт со средней линейной плотностью энергии 60 Дж/см (32–72 Дж/см).

Процедура ЭВЛК вены *Giacomini*. Непосредственно перед оперативным вмешательством в вертикальном положении пациента осуществляли маркировку. С помощью УЗ определяли точку пункции, которая является конечной точкой распространения антеградного рефлюкса крови в субфасциальной части вены *Giacomini*. После обработки операционного поля под УЗ контролем осуществляли ретроградную венепункцию иглой 18G. Далее в вену вводили проводник J-формы, по которому осуществляли катетеризацию вены ангиографическим катетером 6 F. После извлечения проводника в катетер вводили лазерный световод (рис. 1), который позиционировали у сафено-поплитеального соустья (СПС). Интрадьюссер извлекали из вены, в просвете оставался лазерный световод.

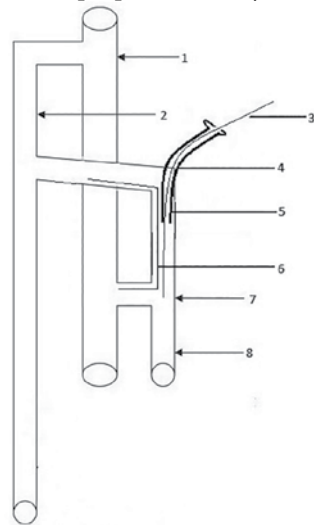


Рис. 1 Схема ЭВЛК несостоятельной вены *Giacomini*

1. *Состоятельное сафено-фemorальное соустье.*
2. *Состоятельная большая подкожная вена.*
3. *Лазерный световод.*
4. *Точка пункции вены *Giacomini*.*
5. *Интрадьюссер в вене *Giacomini*.*
6. *Антеградный рефлюкс в вене *Giacomini*.*
7. *Несостоятельное сафено-поплитеальное соустье.*
8. *Состоятельная малая подкожная вена*

С целью защиты окружающих тканей и повышения степени контакта венозной стенки с рабочей частью лазерного световода выполняли тумесцентную анестезию по стандартной методике раствором Кляйна. Лазерную коагуляцию выполняли при постепенном извлечении световода под УЗ контролем. Происходит равномерная коагуляция стенки вены и уменьшается травматизация окружающих вену тканей.

Оценку результатов лечения проводили на основании клинических данных и УЗ контроля. Изменение качества жизни оценивали при помощи вопросника CIVIQ-2. Отмечено улучшение качества жизни в послеоперационном периоде на 8,6 баллов. Болевые ощущения в ходе оперативного вмешательства и в первые 5 суток после операции оценивали по визуально аналоговой шкале (ВАШ). Отмечен полный регресс болевых ощущений к 3-м суткам после операции. Окклюзия коагулированной вены была подтверждена в ходе хирургической операции и на контрольном осмотре на 1, 7 сутки и 1, 3, 6, 12 месяцев после ЭВЛК с помощью УЗ-исследования.

Выводы

1. ЭВЛК вены Giacomini с обязательным интраоперационным УЗ контролем является эффективным и безопасным методом лечения ВБ нижних конечностей при несостоятельной вене Giacomini с высоким клиническим и косметическим результатом.
2. Разработанный метод позволяет целенаправленно работать с веней Giacomini, сохраняя интактные БПВ и МПВ, которые могут быть использованы в виде пластического материал для потенциального артериального шунтирования.

ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА ХИТОЗАНОВЫХ МИКРОСФЕР КАК СИСТЕМ ПЕРОРАЛЬНОЙ ДОСТАВКИ ЛЕКАРСТВ БЕЛКОВОЙ ПРИРОДЫ

*Седякина Н.Е., Прибыткова А.П., Фельдман Н.Б., Луценко С.В.
ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И. М. Сеченова
Министерства здравоохранения Российской Федерации*

*Авраменко Г.В.
ФГБОУ ВО РХТУ им. Д. И. Менделеева*

Хитозановые микросферы как системы пероральной доставки белков привлекают повышенное внимание исследователей благодаря нали-



цию таких свойств, как биосовместимость, биodeградируемость, мукоадгезия. Для того, чтобы защитить лекарственное вещество от биодеструкции в желудочно-кишечном тракте и контролировать скорость его высвобождения, хитозановая матрица микросфер нуждается в сшивке. Глутаровый альдегид, который наиболее часто используется в качестве сшивающего агента хитозана и обеспечивает ковалентную сшивку гелевой матрицы микросфер, имеет ряд недостатков. Это токсичное вещество, применение которого в процессе получения микросфер вызывает необходимость их дополнительной отмычки. Глутаровый альдегид также может вступать в реакцию с включенным в микросферы белком, что приводит к его деактивации. Ионные сшивающие агенты, такие как триполифосфат натрия и лимонная кислота, лишены перечисленных недостатков и в ряде случаев могут быть подходящей альтернативой глутаровому альдегиду.

Целью нашей работы являлась разработка хитозановых микросфер, отвержденных лимонной кислотой, как потенциальных носителей лекарственных веществ белковой природы для их перорального введения.

Хитозановые микросферы были получены на основе обратной эмульсии водный раствор хитозана/парафиновое масло с последующей сшивкой полимерной матрицы частиц лимонной кислотой. Для стабилизации пре-эмульсий был использован полиглицерил полирицинолеат (ПГПР) — поверхностно-активное вещество, часто применяемое для получения эмульсий в/м и в/м/в в пищевой промышленности. Среднемассовый диаметр микросфер, определенный с помощью оптической микроскопии, находился в диапазоне от 5,0 до 19,0 мкм. В качестве модели белка использовали бычий сывороточный альбумин (БСА), который включали в микросферы методом сорбции. Эффективность включения БСА варьировалась от 5,0 % до 21,5 % в зависимости от условий сшивки микросфер. Было установлено, что рН раствора хитозана и соотношение хитозан — сшивающий агент оказывают значительное влияние на кинетику высвобождения БСА из хитозановых микросфер в среду, имитирующую среду тонкого кишечника (фосфатно-солевой буфер, рН 7,4, 37 °С).

Полученные микросферы могут быть использованы для создания пероральных лекарственных форм белковых препаратов с заданными свойствами, такими как эффективность включения и скорость высвобождения лекарственного вещества в тонком кишечнике.

ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ В СОЗДАНИИ ТЕСТ-СИСТЕМ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ИНФЕКЦИОННЫХ И ОНКОЛОГИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

Семенов В.М.

*Учреждение образования «Витебский государственный ордена Дружбы
народов медицинский университет»*

В начале 21 века в медицине были достигнуты огромные успехи, обеспеченные бурным развитием медицинских технологий, базирующихся, в первую очередь, на методах молекулярной и клеточной биологии, что позволило достичь значительного прогресса в лечении заболеваний, ранее считавшихся неизлечимыми. Фундаментальные исследования в области медицинской биологии позволили значительно ускорить процесс установления этиологии, выявления патогенеза, разработки методов медицинской профилактики заболеваний инфекционной и неинфекционной природы. И в настоящее время одним из основных направлений развития медицинской науки является совершенствование передовых технологий и внедрение в практику разработанных на их основе инновационных продуктов, обеспечивающих сохранение и улучшение здоровья человека.

Одной из наиболее значимых задач медицинских исследований является получение результатов, востребованных в практическом здравоохранении. В то же время существуют и активно действуют барьеры к внедрению инновационных разработок в клиническую практику, что делает медицинскую науку непривлекательной для инвестиций. При этом бурное развитие медицинской науки значительно увеличило дистанцию между практическим здравоохранением, использующим традиционные методы диагностики и лечения, и накапливающейся теоретической базой знаний в области фундаментальных биомедицинских исследований. Необходимость преодоления этих противоречий привела к созданию учебно-научных производственных комплексов, кластеров, призванных способствовать продвижению научных разработок до внедрения в клиническую практику, сделав этот путь предельно коротким.

Учебно-научные производственные комплексы и кластеры не ограничиваются только непосредственной разработкой наукоемкой продукции. В большей степени подобные организации занимаются внедрением результатов новейших медицинских разработок в клиническую практику. Учебно-



научно производственный комплекс рассматривает способы решения целого ряда организационных вопросов, касающихся внесения изменений в систему организации медицинской помощи, организации биологических и фармпроизводств, механизмов взаимодействия медицинских и научных учреждений. В настоящее время учебно-научный производственный комплекс необходимо рассматривать и как всеохватывающий научный процесс, который связывает воедино фундаментальные исследования с клиническими результатами, как направление на создание единой замкнутой цепи «инновационная идея — научная лаборатория — производство/клиническая практика» с движением как от идеи к клинической практике, так и в обратном направлении — от пациента к исследователю. Такое взаимодействие было обозначено в англоязычной литературе как «Bench-to-Bedside» и «Bedside-to-Bench», где термин «Bench», т. е. «университетская скамья», и «Bedside» — «у постели больного» служат для определения основного направления — от теории к диагностике и лечению и от лечения к теории. Реализация данного принципа на практике позволяет значительно сократить существующий разрыв между пониманием причин возникновения заболеваний и способами их диагностики и лечения, выстроить соединяющие мосты между учеными и практикующими врачами.

Не секрет, что сегодня многие научные разработки имеют чрезвычайно долгий путь до их внедрения в практическое здравоохранение, часто они вообще остаются невостребованными. Чрезвычайно большой и постоянно пополняющийся объем научной информации в отдельных областях биомедицинских знаний препятствует ее восприятию и использованию в практике. В таких условиях учебно-научные производственные комплексы должны быть направлены не только на реализацию традиционной модели классического медицинского образования, но и на подготовку специалистов, сочетающих в себе профессиональные компетенции практикующего врача и исследователя. В этом отношении подготовка кадров, обладающих способностью реализовать объединение навыков исследователя и врача, направленных на достижение быстрого улучшения клинической ситуации за счет внедрения новых технологий, является чрезвычайно важной и трудной задачей.

Создание учебно-научных производственных комплексов в медицинском вузе может иметь целый ряд преимуществ. Медицинский университет обладает уникальной возможностью отбора научных кадров с первых курсов обучения в вузе и их дальнейшую подготовку в аспирантуре с выполнением фундаментальных медико-биологических исследований, направленных на удовлетворение потребностей здравоохранения. Научные исследования в медицинском вузе имеют прекрасную возможность опираться на взаимодействие базовых и клинических кафедр, и возможность быстрого апро-

бирования научных результатов в практику, что выгодно отличается от проведения исследований в научно-исследовательских учреждениях. Однако существующая в настоящее время практика первоочередного финансирования практико-ориентированных научных исследований с заведомо известным конечным результатом, не допускающим рисков неудачи, способствует лишь повторению проведенных на Западе научных исследований, не способствует инновационным разработкам и тормозит тем самым развитие отечественной науки. Существенной проблемой вузовской науки в этой связи является поиск инвестора, и производственной базы для выпуска опытных образцов лекарственных средств или диагностических препаратов.

Основные направления научных исследования, проводимых на кафедре инфекционных болезней учреждения образования «Витебский государственный медицинский университет», касаются создания новых диагностических наборов, позволяющих прогнозировать течение заболевания у каждого конкретного пациента, найти наиболее оптимальный клинический подход и скорректировать схему лечения, что соответствует целям персонализированной медицины. Создание новых диагностических препаратов базируется на результатах собственных фундаментальных исследований. Творческий коллектив, созданный на кафедре, включает специалистов с медицинским, фармацевтическим и биологическим образованием, что позволяет быстро переходить от теоретической разработки к созданию и апробации диагностических наборов с разной направленностью: инфекционной, онкологической, хирургической, терапевтической и др. патологиями. Организация научного поиска в таком аспекте значительно расширяет кругозор преподавателей, осуществляющих повышение квалификации врачей-специалистов. Занимающийся научной работой в составе такого коллектива, преподаватель значительно лучше изложит вопросы дифференциальной диагностики заболеваний на современном уровне, опираясь на собственный опыт, полученный при проведении коллективных разработок, предложит для врачей-специалистов подходы к диагностике и лечению пациентов с инфекционной патологией.

Настоящий подход позволил за короткий период разработать, провести клинические испытания и организовать промышленный выпуск диагностических тест-систем на основе молекулярно-генетических методов, позволяющих диагностировать такие заболевания, как гепатит В, гепатит D, гепатит С, мононуклеоз, парвовирусную и цитомегаловирусную инфекцию и ряд онкологических заболеваний (рак молочной железы, рак легкого, рак толстого кишечника и лимфопролиферативные заболевания).

В заключении необходимо подчеркнуть, что желание врача заниматься научно-исследовательской работой главным образом базируется на по-



лученной пользе. В этом аспекте кафедра, создавшая реальные научно-практические разработки, будет более приемлемой при выборе.

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В УЧРЕЖДЕНИИ ОБРАЗОВАНИЯ «БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Сикорский А.В., Доронина О.К., Руденок В.В., Гудкова Е.И.

Учреждение образования «Белорусский государственный медицинский университет»

Учреждению образования «Белорусский государственный медицинский университет» (Университет) присвоен статус ведущего высшего учебного заведения медицинского профиля, определяющего главенствующую (координирующую) роль учебного заведения в национальной системе образования Республики Беларусь.

По итоговому рейтингу результативности научных организаций, системы Минздрава Беларуси, Университет с 2013 по 2016 г. занимал 1-е место.

Большое значение в деятельности университета придается международному научному сотрудничеству, основными задачами которого являются как увеличение экспорта образовательных услуг университета, так и установление и развитие эффективных связей с международными организациями здравоохранения и образования, ведущими зарубежными учебными и научными заведениями, подготовка и практическая реализация двухсторонних и многосторонних программ сотрудничества в области науки, образования и культуры, активное участие в работе международных образовательных и научных организаций, ассоциаций, в проектах и программах. На базе университета организовываются международные научно-практические конференции, симпозиумы, семинары и выставки с целью развития и совершенствования сотрудничества в области обмена образовательными технологиями и методиками обучения, педагогическим опытом и информацией с университетами-партнерами Университета по международному сотрудничеству.

Университетом заключены и действуют 91 соглашение об академическом и научном сотрудничестве с партнерами из 24 стран. В географию международного сотрудничества Университета входят страны СНГ, Польша, Иран,

Украина, Япония, Грузия, Литва, Канада, Таджикистан, Катар, Китай, Швеция ряд других стран.

В рамках научного и академического сотрудничества, а также с целью ознакомления с системой высшего медицинского образования Республики Беларусь и обсуждения перспектив развития сотрудничества Университет в 2016 г. с визитом посетили 38 международных делегаций.

В Университете ежегодно выполняется более 100 научных тематик в рамках государственных программ научных исследований (ГПНИ), государственных и отраслевых научно-технических программ, заданий Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований, инновационных проектов, а также инициативных исследований, проводимых на кафедрах университета.

С 2016 г. Университет как одна из головных организаций-исполнителей ГПНИ «Фундаментальные и прикладные науки — медицине» на 2016–2020 гг., подпрограммы «Внутренние болезни» Государственной научно-технической программы «Новые методы оказания медицинской помощи» 2016–2020 гг., задачами которых являются, в том числе, создание и внедрение перспективных клинико-экономических моделей, разработка новых технологий, направленных на повышение эффективности оказания медицинской помощи при социально значимых заболеваниях.

Научные исследования и разработки в Университете выполняются в соответствии с приоритетными направлениями, утвержденными Указом Президента Республики Беларусь от 22 апреля 2015 г. № 166 «О приоритетных направлениях научно-технической деятельности в Республике Беларусь на 2016-2020 годы». Научно-исследовательские работы выполняются в тесной связи с другими научными учреждениями республики и организациями здравоохранения.

Основные направления научной деятельности работников университета:

- исследование возможности использования молекулярно-биологических методов и цитотехнологических подходов в диагностике и терапии патологических состояний;
- исследование онтогенетических закономерностей формирования структурно-функциональных систем человека в норме и при модификации регуляторных механизмов;
- экспериментально-клиническое обеспечение создания новых лекарственных средств, технологий лечения, диагностики, медицинской профилактики заболеваний, медицинской реабилитации пациентов.

Только за 2016 г. в практику работы Университета внедрено 347 новых методов оказания медицинской помощи, технических (лабораторных) ре-



гламентов и т. д.; подано 36 заявок на выдачу патента на изобретение (полезную модель), направленных в Национальный центр интеллектуальной собственности Республики Беларусь; получено 23 патента Республики Беларусь, принято к рассмотрению и признано рационализаторскими 39 предложений.

По результатам выполнения научно-исследовательских работ в 2016 г. издано 13 монографий, 38 учебников, учебных пособий, справочников, 19 сборников научных трудов, журналов, 577 статей в изданиях Республики Беларусь, рекомендованных Высшей аттестационной комиссии Республики Беларусь, 456 статей в зарубежных изданиях и более 2100 статей в иных научных изданиях республики. Каждый год на базе Университета проводится, в среднем, около 200 научных и научно-практических мероприятий городского, областного, республиканского и международного уровня, организованных силами его сотрудников.

Профессорско-преподавательский состав университета включает более 1013 преподавателей, из них 60,5 % имеют ученую степень. В числе научных работников Университета — академик и члены-корреспонденты Национальной академии наук Беларуси; лауреаты Государственных премии СССР, БССР и Республики Беларусь; заслуженные деятели науки Республики Беларусь.

За последние пять лет (с 2012 по 2016 г. включительно) работниками Университета было защищено 24 докторских и 121 кандидатская диссертация. Основные направления научной деятельности соответствуют профилю подготовки специалистов на всех факультетах. Они охватывают широкий круг научных проблем клиники внутренних и хирургических болезней, педиатрии, стоматологии, профилактической медицины, охраны окружающей среды и военно-медицинского дела.

Университетом издается два журнала — «Медицинский журнал» и «Военная медицина», а также сборники научных трудов.

По сведениям наукометрической базы данных Scopus по количеству публикаций Университет занимает 10-е место среди всех научных организаций всех отраслей Республики Беларусь. Всего Scopus проиндексировано 785 статей 642 авторов, около 50 % из которых опубликованы крупными англоязычными журналами с импакт-фактором больше 1.

Работа по созданию условий для интеллектуального, творческого, духовного, культурного развития молодых людей, а также их поддержка в настоящее время — неотъемлемое условие будущего благополучия нашей страны.

С целью развития научного потенциала творческой молодежи, содействия их профессиональному росту, активному участию в научных исследованиях и в общественной жизни университета функционирует Совет моло-

дых ученых, который организует проведение научно-практических конференций, таких как «Инновации в медицине и фармации», «Фундаментальная наука в современной медицине».

В Университете функционирует студенческое научное общество (СНО), которое объединяет 75 студенческих научных кружков. Результатом работы СНО является проведение ежегодной Международной научной конференции студентов и молодых ученых «Актуальные проблемы современной медицины», а по итогам выпуск сборников материалов конференций и прием работ на Республиканский конкурс студенческих работ.

В настоящее время в Университете обучаются 153 студента, включенных в Банк данных одаренной молодежи, 59 % студентов занимаются научной деятельностью.

СНО — это живой организм, который постоянно функционирует и совершенствуется, развивая научный потенциал и возможности наших студентов, определяющий самореализацию в научной сфере. Работа в СНК любой кафедры Университета позволяет молодым ученым повысить уровень образования не только будущих молодых специалистов, но и способствует обеспечению развития всей белорусской медицинской науки в целом.

Университет обладает высоким научно-техническим потенциалом, имеет современную научно-исследовательскую и материально-техническую базу, оснащен современным медицинским и лабораторным оборудованием. Это позволяет осуществлять комплексные научные исследования по научно-технической и инновационной деятельности, обеспечивать качественное выполнение научных исследований и разработок, освоение результатов и проводить подготовку научных работников высшей квалификации.

ОЦЕНКА ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ ЗНАЧИМОСТИ ГИПЕРМЕТИЛИРОВАНИЯ ГЕНОВ-СУПРЕССОРОВ ПРИ РАКЕ ПРЕДСТАТЕЛЬНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

Силин А.Е., Мартинков В.Н., Надыров Э.А.

Государственное учреждение «Республиканский научно-практический центр радиационной медицины и экологии человека»

Ачинович С.Л.

Учреждение «Гомельский областной клинический онкологический диспансер»



В настоящее время при поиске новых диагностических маркеров злокачественных новообразований, включая рак предстательной железы (РПЖ), все большее внимание уделяется молекулярно-генетическим характеристикам опухолевого процесса. Особое внимание уделяется эпигенетическим событиям, происходящим в опухолевых клетках, а именно — изменению статуса метилирования ДНК в области промоторов генов-супрессоров. Так называемое сверхметилирование (гиперметилирование) приводит к полной инактивации генов, чьи продукты являются ключевым фактором регуляции клеточной пролиферации и апоптоза. Особенностью гиперметилирования является неоднородность его проявления в злокачественных новообразованиях различных локализаций. Так при одной форме рака ген может быть метилирован в подавляющем большинстве случаев, в то время как при другой форме метилирование данного гена практически отсутствует. При этом показано, что по некоторым генам метилирование наблюдается как в нормальной ткани изучаемого органа, так и при доброкачественных изменениях. Исходя из этого, для создания высокочувствительной диагностической панели генетических маркеров РПЖ необходимо подобрать гены-супрессоры, метилирование которых существенно при РПЖ, но крайне редко встречается либо отсутствует при доброкачественной патологии и в нормальной ткани предстательной железы.

Целью данной работы являлось выявление наиболее значимых генов для формирования панели генетических маркеров дифференциальной диагностики рака предстательной железы.

Основная группа исследования сформирована из 114 пациентов с диагнозом «Рак предстательной железы», проходивших обследование и лечение в учреждении «Гомельский областной клинический онкологический диспансер». Средний возраст пациентов в данной группе составил 70,3 лет. В качестве сравнения использовались группа из 60 пациентов с доброкачественной гиперплазией предстательной железы ДГПЖ (средний возраст 67,9 лет), а также аутопсийный материал 24 лиц без патологии предстательной железы (средний возраст 28,3 года).

ДНК для молекулярно-генетического анализа выделялась из ткани предстательной железы. Молекулярно-генетический анализ статуса метилирования посредством метода метилспецифической полимеразной цепной реакции проводили по 11 различным генам-супрессорам: RAR β , HIN1, GSTP1, CCND2, CDH1, APC, DAPK, RASSF1A, p16, hMLH1, BRCA1.

В результате молекулярно-генетического анализа группы лиц без патологии предстательной железы установлено, что в подавляющем большинстве случаев метилирование промоторных областей исследуемых генов-супрессоров отсутствует. Единичные случаи метилирования отмечены для

генов RAR β , APC, HIN1 и BRCA1. При этом метилирование наблюдалось только по какому-либо одному из 11 проанализированных генов.

В группе пациентов с ДГПЖ в подавляющем большинстве случаев метилирование по 11 исследуемым генам либо отсутствовало, либо было представлено единичными случаями. В то же время был выявлен ряд случаев, когда метилирование распространялось на два и более гена. Наиболее метилированными в группе ДГПЖ оказались 4 гена — RAR β , CCND2, HIN1 и RASSF1A. Отсутствие метилирования наблюдалось по 5 генам — DAPK, hMLH1, p16, CDH1 и BRCA1.

В исследованной группе пациентов с РПЖ из 11 проанализированных выявлены два гена, по которым не выявлено ни одного случая метилирования — DAPK и CDH1. По трем генам наблюдались единичные случаи метилирования. Так, по генам hMLH1 и p16 из 114 случаев РПЖ метилирование отмечено по каждому гену только в одном случае. Для BRCA1 метилирование выявлено у двух пациентов. Учитывая крайне низкий процент метилирования этих трех генов при РПЖ, а также то, что по гену BRCA1 метилирование присутствовало в нормальной ткани предстательной железы, использование в диагностической практике генов hMLH1, p16 и BRCA1 нецелесообразно.

По остальным шести генам (RAR β , GSTP1, APC, CCND2, HIN1, RASSF1A) в группе РПЖ метилирование выявлено у подавляющего большинства пациентов. Наиболее метилированным оказался ген RAR β . По этому гену гиперметилирование промоторной области выявлено в 84,7 \pm 4,2 % случаев. Частота метилирования генов HIN1, GSTP1, RASSF1A, APC и CCND2 составила в группе РПЖ 80,6 \pm 4,7 %, 80,3 \pm 4,7 %, 75,3 \pm 5,0 %, 73,6 \pm 5,2 % и 68,5 \pm 5,4 % соответственно.

Метилирование хотя бы по одному гену в группе пациентов с РПЖ присутствовало в 90,4 \pm 3,4 % случаев.

Таким образом, в соответствии с проведенным анализом можно заключить, что среди 11-ти генов-супрессоров наиболее информативными являются шесть генов — RAR β , GSTP1, APC, CCND2, HIN1 и RASSF1A, которые могут быть отнесены к генам-кандидатам для формирования диагностической панели генетических маркеров злокачественного процесса предстательной железы. В то же время обращает на себя внимание высокий процент случаев гиперметилирования гена RASSF1A в группе пациентов с ДГПЖ. Использование данного гена в панели генетических маркеров может снизить специфичность метода дифференциальной диагностики РПЖ на основе тестирования гиперметилирования.

Дальнейший анализ был направлен на создание оптимального набора генетических маркеров, позволяющих максимально точно осуществлять диф-



ференциальную диагностику РПЖ и ДГПЖ. Для этого было проведено изучение диагностических характеристик моделей, включающих разное число и комбинации генов. Сопоставление моделей проводилось путем оценки площади под характеристической кривой и значений чувствительности и специфичности моделей в рамках выполнения ROC-анализа в статистическом пакете SPSS 13.0.

В результате проведенного анализа установлено, что из всех рассмотренных моделей наиболее эффективной для дифференциальной диагностики ДГПЖ и РПЖ является модель, согласно которой с высокой вероятностью в группу РПЖ следует относить пациентов с метилированием не менее двух генов из набора GSTP1, APC, CCND2. Чувствительность метода дифференциальной диагностики в этом случае составляет 79,5 %, а специфичность — 95,1 % при 2-х и более метилированных генах. Рассчитанное отношение шансов для наличия злокачественного процесса у пациентов с новообразованиями ПЖ $OR = 75,4$ с уровнем значимости $< 0,001$. Данная модель, наряду с достаточно высокой диагностической эффективностью (85 %), довольно практична, так как для получения результата требуется определение статуса метилирования лишь трех генов.

НАУЧНОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ ГОСУДАРСТВЕННОГО САНИТАРНОГО НАДЗОРА В ОБЛАСТИ ГИГИЕНЫ И ТОКСИКОЛОГИИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Сычик С.И., Шевчук Л.М.

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены»

Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2020 г. декларирует важнейшую составляющую прогресса — охрану и укрепление здоровья людей, снижение риска, связанного с вредным воздействием неблагоприятных факторов среды обитания. Деятельность республиканского унитарного предприятия «Научно-практический центр гигиены» (Центр), являющегося головным научно-исследовательским учреждением в Республике Беларусь по проблемам гигиены, токсикологии и профпатологии, направлена на научное обоснование системы государственных мер по сохранению и укреплению здо-

ровья населения, медицинскую профилактику общей и профессиональной заболеваемости, оздоровление окружающей природной, производственной, бытовой среды, создание условий, обеспечивающих гигиеническую безопасность жизнедеятельности, совершенствование нормативной базы для обеспечения деятельности органов и учреждений государственного санитарного надзора, развитие международного сотрудничества.

Для получения научно обоснованных, практикоориентированных результатов с целью научного сопровождения государственного санитарного надзора сотрудниками Центра ежегодно выполняются порядка ста научно-исследовательских работ. Широкое использование в работе методов гармонизации и экспертных оценок возможно благодаря высокой научной квалификации специалистов Центра, владения современными тенденциями международного законодательства по изучаемым вопросам, опыту и практике нормотворческой деятельности.

Необходимость научного обоснования разработки нормативных правовых актов в области санитарно-эпидемиологического благополучия населения закреплена законодательством Республики Беларусь, Договором о Евразийском Экономическом союзе и Соглашением ВТО по применению санитарных и фитосанитарных мер.

Научные исследования и разработки осуществляются Центром по стратегическим направлениям развития профилактической медицины с использованием опыта международных организаций в сфере защиты и охраны здоровья населения (ВОЗ, ЕЭК ООН, комиссия Кодекс Алиментариус, МАГАТЭ, ЮНИСЕФ, ЮНЕП, НКДАР) в рамках отраслевых научно-технических программ, государственных научно-технических программ, Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований, Программы совместной деятельности по преодолению последствий Чернобыльской катастрофы в рамках Союзного государства, инновационных проектов и других.

Научные результаты отраслевой научно-технической программы, госзаказчиком которой выступает Минздрав Беларуси, послужили основой для разработки ряда документов (санитарные нормы и правила, гигиенические нормативы и изменения в них, инструкции по применению, методики, в т. ч. методики выполнения измерений и др.), в результате применения которых:

- осуществляются мероприятия по профилактике неинфекционной заболеваемости посредством управления качеством среды обитания человека;
- обеспечено снижение профессиональной, производственно и экологически обусловленной заболеваемости населения;
- повышено качество жизни населения и обеспечено увеличение продолжительности активной жизни и трудоспособности человека;



- обеспечена высокая эффективность государственного санитарно-эпидемиологического надзора;
- разработаны и внедрены высокочувствительные методы исследования, что обеспечило эффективный контроль факторов среды обитания и выполнение гигиенических нормативов;
- обеспечено повышение качества и безопасности продукции белорусских производителей, что содействует развитию экспорта, импортозамещению технологий и продукции;
- внедрены здоровьесберегающие технологии по формированию здорового образа жизни.

2016 г. был отмечен существенными инновациями в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения. В Закон Республики Беларусь «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» в 2016 г. внесены изменения и впервые на территории стран СНГ и Евразийского экономического союза законодательно нашла отражение методология анализа риска.

В развитие указанного направления разработаны постановления Минздрава Беларуси, определяющие порядок проведения государственного санитарно-эпидемиологического нормирования и порядок проведения анализа рисков. Определен порядок проведения анализа рисков для планирования, организации и проведения мероприятий по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия населения органами и учреждениями, осуществляющими государственный санитарный надзор, медицинскими научными организациями.

Среди актуальных направлений деятельности Центра — научное сопровождение развития атомной энергетики в Республике Беларусь, в рамках которого закончено формирование законодательной базы, регулирующей вопросы радиационной безопасности Белорусской АЭС в сфере санитарно-эпидемиологического благополучия. Проведенная работа высоко оценена миссией МАГАТЭ по комплексной оценке регулирующей инфраструктуры ядерной и радиационной безопасности, экспертами дано 25 рекомендаций и 20 предложений для усовершенствования регулирующей инфраструктуры Беларуси.

Международное сотрудничество Центра осуществляется в рамках договоров о научно-техническом сотрудничестве с ведущими профильными Центрами и научными учреждениями России, Украины, Казахстана, Узбекистана, Молдовы, Латвии. Центр является национальным координатором и контактной точкой в рамках Европейского процесса «Окружающая среда и здоровье»; Глобального обследования употребления табака среди молодежи; Комиссии ФАО/ВОЗ Кодекс Алиментариус; Стратегического подхода

к международному регулированию химических веществ; ВОЗ по окружающей среде и здоровью; Протокола по проблемам воды и здоровья ЕЭК ООН / Евро-ВОЗ; Национального исследования ВОЗ по оценке факторов риска хронических неинфекционных заболеваний STEPS. Сотрудники Центра непосредственно участвуют в подготовке нормативной базы Таможенного союза/ Евразийского экономического союза.

Центр аккредитован в Национальной системе аккредитации Республики Беларусь на соответствие требованиям СТБ ИСО/МЭК 17025; получен сертификат соответствия системы менеджмента качества Центра требованиям стандарта СТБ ISO 9001-2009.

Область аккредитации в рамках выполнения требований национального законодательства включает 60 объектов, 2251 показатель; в рамках выполнения требований ЕАЭС Центр аккредитован на 18 ТР ТС/ЕАЭС.

Центр успешно принимает участие в программах проверки квалификации и межлабораторных сличительных испытаниях, в частности по программам LGC Standart (Англия), EUPТ – CF8 Национального института питания Технического университета (Дания), с лабораторией Национального Центра Общественного здоровья (Молдова).

В Центре осуществляется подготовка научных работников высшей квалификации (кандидатов и докторов наук по специальностям 14.02.01 «Гигиена» и 14.03.04 «Токсикология» медицинской и биологической отраслей науки), сотрудники обучаются в ведущих научно-исследовательских организациях по основным направлениям деятельности за рубежом.

Опыт экспертов Центра, в том числе по анализу международных подходов по обеспечению безопасности факторов среды обитания для жизни и здоровья населения позволяет, с одной стороны, проводить взвешенную, обоснованную имплементацию необходимых требований в национальное законодательство, а с другой стороны — отстаивать национальные интересы в области санитарно-эпидемиологического благополучия населения при формировании законодательной базы Евразийского экономического союза, осуществлении сотрудничества в рамках межгосударственных объединений.

Выполнение научных исследований создает основу для реализации Республикой Беларусь принятых международных обязательств в рамках Евразийского экономического союза в контексте проведения оценки рисков, разработки требований безопасности к новой продукции для повышения ее качества и конкурентоспособности, отстаивания интересов экономики, обеспечивая при этом высокий уровень защиты здоровья населения.



СЕРДЕЧНАЯ РЕСИНХРОНИЗИРУЮЩАЯ ТЕРАПИЯ КАК МЕТОД ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ С ХРОНИЧЕСКОЙ СЕРДЕЧНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТЬЮ, ОСЛОЖНЕННОЙ ФИБРИЛЛЯЦИЕЙ ПРЕДСЕРДИЙ

*Троянова-Щуцкая Т.А., Курлянская Е.К., Гончарик Д.Б., Часнойть А.Р.
Государственное учреждение «Республиканский научно-практический
центр «Кардиология»*

В настоящее время проблеме хронической сердечной недостаточности (ХСН) уделяется большое внимание. Сложившаяся ситуация носит закономерный характер и обусловлена широкой распространенностью данной патологии, постоянным ростом заболеваемости, высоким уровнем инвалидизации и смертности. Ранее наличие любой формы фибрилляции предсердий (ФП) считалось противопоказанием к сердечной ресинхронизирующей терапии (СРТ). На сегодняшний день достаточно данных, указывающих на то, что ФП противопоказанием для СРТ не является. В данном случае, важен процент бивентрикулярной стимуляции, поскольку эффективность СРТ возможна только при достижении 100 %. Приемом лекарственных средств такого результата зачастую добиться затруднительно, альтернативой у таких пациентов является абляция атриовентрикулярного соединения (АВС).

В исследование включено 42 пациента: 41 мужчина (97,62 %) и 1 женщина (2,44 %). Средний срок наблюдения пациентов составил $11,8 \pm 1,0$ мес. Основными критериями включения в исследование были: класс тяжести ХСН ФК III–IV по NYHa на фоне максимальной медикаментозной терапии, фракция выброса левого желудочка (ФВ ЛЖ) менее 35 %, постоянная форма фибрилляции предсердий.

В стационаре пациентам выполнялись общий и биохимический анализы крови, определялся уровень рго-BNP, выполнялись электрокардиография (ЭКГ) в 12 отведениях, холтеровское мониторирование ЭКГ, трансторакальная эхокардиография с протоколом диссинхронии миокарда, проводился тест 6-минутной ходьбы, уровень качества жизни определялся с использованием Миннесотского опросника «Жизнь с сердечной недостаточностью». Пациентам имплантировалось ресинхронизирующее устройство и при неадекватном проценте бивентрикулярной стимуляции (менее 96 %) выполнялась абляция АВУ. 40 пациентам (95,24 %) абляция АВУ была выполнена

в первую госпитализацию. 2 пациентам (4,76 %) — через 3 месяца по причине неадекватной бивентрикулярной стимуляции, выявленной при плановой проверке работы имплантированного ресинхронизирующего устройства.

Эффект СРТ считался положительным при уменьшении конечно-систолического объема (КСО) ЛЖ пациента по отношению к исходному значению на 10 % и более [2], увеличении ФВ ЛЖ на 5 % и более [3], уменьшении ФК ХСН как минимум на 1 класс, увеличении толерантности к физической нагрузке на 10 % и более [4].

Результаты исследования и их обсуждение

В общеклинических исследованиях достоверных изменений не выявлено. Выявлено уменьшение уровня NT-proBNP (3954 исходно, 3476 и 1228 пг/мл через 6 и 12 месяцев, $p < 0,05$).

Пресистолическая аортальная задержка уменьшилась только через 12 месяцев наблюдения с $175,6 \pm 4,8$ до $157,8 \pm 7,2$ мсек ($p < 0,05$). Межжелудочковая диссинхрония достоверно снизилась через 6 и 12 месяцев (с $175,6 \pm 4,8$ до $169,4 \pm 5,7$ мсек через 6 месяцев и до $157,8 \pm 7,2$ мсек через 12 месяцев, $p < 0,05$). Определение АВ-диссинхронии было нецелесообразным по причине наличия у пациентов ФП.

Данные изменения показателей внутрисердечной гемодинамики представлены в таблице 1.

Табл. 1 Изменения основных показателей внутрисердечной гемодинамики у пациентов в течение 12 месяцев наблюдения ($M \pm m$), * $p < 0,05$

Показатели	Исходно	6 месяцев	12 месяцев
КДО (М-режим), мл	$345,2 \pm 32,4$	$307,9 \pm 13,5$	$311,8 \pm 32,2$
КДО (В-режим), мл	$319,5 \pm 23,6$	$301,3 \pm 27,8^*$	$306,8 \pm 25,9^*$
КСО (М-режим), мл	$278,6 \pm 21,7$	$222,8 \pm 14,8^*$	$231,7 \pm 21,8^*$
КСО (В-режим), мл	$283,7 \pm 16,4$	$226,8 \pm 21,3^*$	$238,6 \pm 31,6^*$
ФВ (М-режим), %	$27,2 \pm 1,9$	$32,7 \pm 2,4$	$34,2 \pm 3,2$
ФВ (В-режим), %	$24,2 \pm 1,7$	$31,4 \pm 1,6^*$	$32,8 \pm 2,5^*$
ЛП, мм	$50,1 \pm 0,7$	$46,8 \pm 0,9$	$46,3 \pm 1,7$
КДД, мм	$77,8 \pm 1,3$	$76,6 \pm 2,7$	$72,8 \pm 2,8$
КСД, мм	$69,4 \pm 2,8$	$64,1 \pm 2,8$	$66,8 \pm 3,3$

В результате оценки клинического статуса до и после оперативного лечения было выявлено достоверное снижение ФК тяжести ХСН (рисунок 1).

Большинство пациентов отмечали улучшение общего самочувствия, уменьшение одышки, увеличение работоспособности (рисунок 2).

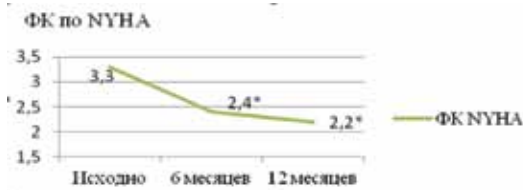


Рис. 1 Оценка клинического статуса пациентов в течение 12 месяцев наблюдения

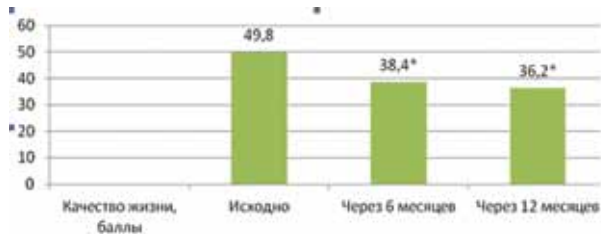


Рис. 2 Изменение качества жизни пациентов в течение 12 месяцев наблюдения

В результате оценки теста 6-минутной ходьбы выявлено увеличение дистанции ходьбы от 152 м до 326,7 м через 6 месяцев и 358,4 м через 12 месяцев соответственно ($p < 0,05$).

Заключение

Бивентрикулярная стимуляция не только предупреждает ухудшение параметров гемодинамики в отдаленные сроки наблюдения, но и позволяет улучшить функциональные возможности пациентов с тяжелой ХСН, осложненной фибрилляцией предсердий: в ходе исследования выявлено уменьшение уровня NT-proBNP, КСО, КДО, увеличение ФВ, дистанции ходьбы, улучшение ФК ХСН и качества жизни пациентов. Для достижения максимально клинического эффекта необходима близкая к 100 % бивентрикулярная стимуляция.

Список использованной литературы

1. McMurray JJ, Adamopoulos S, Anker SD et al ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure 2012: The Task Force for the Diagnosis and Treatment of Acute and Chronic Heart Failure 2012 of the European Society of Cardiology. Developed in collaboration with the Heart Failure Association (HFA) of the ESC // Eur Heart J. 2012. Vol.33. P. 1787–1847.
2. C.M. Yu Left ventricular reserve remodeling, but not clinical improvement predict longterm survival after cardiac resynchronization therapy // Circulation. 2005.Vol.112. P. 1580–1586.
3. C.M. Yu et al Predictors of left ventricular reverse remodelling after cardiac resynchronization therapy for heart failure secondary to idiopathic dilated or ischemic cardiomyopathy // Am. J. Cardiol. 2003. Vol.91. — P. 684–688.

4. B. Vidal et al. Relation of response to cardiac resynchronization therapy to left ventricular reverse remodeling // Am. J. Cardiol. 2006. Vol. 97 (6). P. 876–881.

НАУЧНЫЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЕДИНОГО РЕГИСТРА ДОНОРОВ СТВОЛОВЫХ КЛЕТОК СОЮЗНОГО ГОСУДАРСТВА

Усс А.Л.

Учреждение здравоохранения «9-я городская клиническая больница»

г. Минска (Республиканский центр гематологии и пересадки костного мозга)

Инновационное развитие здравоохранения является основой оказания качественной и эффективной медицинской помощи населению, сохранения и укрепления их здоровья. Трансплантология сегодня — это вершина достижений технологического прогресса в медицине и одна из самых динамично развивающихся отраслей отечественного здравоохранения [1].

Внедрение трансплантации гемопоэтических стволовых клеток (ТГСК) в клиническую практику республики начато в учреждении здравоохранения «9-я городская клиническая больница» (УЗ «9-я ГКБ») г. Минска в ноябре 1993 г., когда было развернуто отделение трансплантации костного мозга на 7 коек. Активную помощь и поддержку в создании Центра, подготовке квалифицированных кадров оказали специалисты Германии, Италии, Люксембурга, Российской Федерации. Сотрудничество, возникшее на этапе организации Центра, продолжается по настоящее время.

В Республиканском центре гематологии и пересадки костного мозга на базе УЗ «9-я ГКБ» г. Минска ежегодно выполняется более 120 трансплантаций костного мозга и стволовых клеток крови пациентам с заболеваниями крови и с рассеянным склерозом. Однако трансплантационная активность в нашей стране значительно отстает от показателей в странах Западной Европы, где на 10 млн населения выполняется в среднем 450 трансплантаций [2].

Выполненная впервые в Республике Беларусь в 1994 г. первая аллогенная трансплантация костного мозга положила начало новой эры в терапии пациентов с гематологическими заболеваниями в нашей стране [3]. Включение в комплексную терапию при патологии кроветворения аллогенной трансплантации гемопоэтических стволовых клеток (ГСК) существенно улучшило не только результаты лечения, но и качество жизни пациентов.



Вместе с тем при подборе пар «донор-реципиент» в семье для выполнения трансплантации определен основной сдерживающий момент: трудности в нахождении совместимых в системе антигенов главного комплекса гистосовместимости [4]. По нашим данным, хорошо согласующимся с данными других трансплантационных центров, только в 35–40 % случаев для пациентов удавалось находить совместимого донора-сблинга. Это обусловлено как высоким полиморфизмом системы HLA, так и небольшим количеством детей в большинстве семей Республики Беларусь. Именно этот факт обосновал проведение во многих странах работ по использованию неродственных трансплантатов ГСК, совместимых в системе HLA с генотипом пациента.

Созданная к настоящему времени в разных странах мира сеть регистров потенциальных доноров ГСК, включающая 66 регистров из 48 стран и объединенная в единый мировой регистр, хотя и насчитывает более 20 000 000 добровольцев [2, 5], не может в полной мере обеспечить донорскими ГСК все потребности в пересадках.

По этой причине в Республике Беларусь в 2009 г. начато создание регистра потенциальных доноров ГСК. Организационная и научно-методическая работа по реализации поставленной задачи была возложена на УЗ «9-я ГКБ» г. Минска, на базе которой функционирует Республиканский центр гематологии и пересадки костного мозга.

При организации национального регистра доноров ГСК, прежде всего, определялся контингент реkrутируемого в него населения. С точки зрения экономических и социальных возможностей на первом этапе создания регистра в группу реkrутируемых доноров были отнесены доноры, осуществляющие донацию цельной крови или ее компонентов в учреждениях службы крови. При этом решающим явилась идентичность перечня медицинских обследований и ограничений в соответствии с законодательством Республики Беларусь, предъявляемых к донорам крови и донорам ГСК. Немаловажным являлся и тот факт, что доноры крови во время кроводач проходят клинико-лабораторное обследование, исключающее его повторение при реkrутировании их в регистр, что позволяет сэкономить бюджету порядка 100 евро на каждом добровольце.

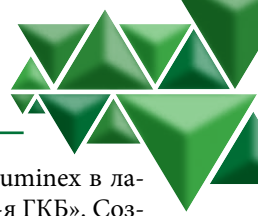
Однако, как показал 5-летний опыт работы по реkrутированию потенциальных доноров ГСК, выбранный контингент в силу ограниченности кадров доноров крови на последующих этапах развития регистра сдерживает темпы расширения мощности регистра. В течение 3-х лет в регистр добровольных доноров ГСК было реkrутировано порядка 80 % доноров крови. Следовательно, в ближайшие 1–2 года в группе доноров будут полностью использованы все возможности поиска новых доноров. Для обеспечения темпов дальнейшего развития регистра нами был разработан алгоритм реkrутирования до-

норов ГСК в различных коллективах, не относящихся к учреждениям здравоохранения. Алгоритм включает проведение агитационно-разъяснительной работы, проведение дней доноров ГСК с оформлением информированного согласия для потенциальных доноров ГСК с одновременным забором у них 10 мл крови для идентификации антигенов главного комплекса гистосовместимости в лаборатории иммунологического типирования.

Разработка программного обеспечения функционирования регистра одна из наиболее важных моментов в его создании. Нами было разработано техническое задание на создание программного продукта, основной задачей которого являлась автоматизация процесса. Предполагалось, что поиск донора ГСК будет осуществляться на основании сравнения медицинских показателей и, прежде всего, генотипов антигенов главного комплекса гистосовместимости (системы HLA) пациента и донора. Было очевидно, что разрабатываемый программный продукт должен был обеспечивать ведение базы данных потенциальных доноров ГСК, а также реципиентов, нуждающихся в трансплантации. Созданная программа обеспечивает конфиденциальность информации о донорах и недопустимость возможности изменения данных в регистре посторонними лицами, обеспечивает реализацию системы разграничения права доступа и возможность автоматического переноса информации, получаемой от разных учреждений службы крови Республики Беларусь в единую базу данных регистра, инсталлированную в УЗ «9-я ГКБ» г. Минска с обеспечением выхода в Интернет.

Оценивая настоящее состояние регистра следует отметить, что рекрутирование в него доноров с 2014 г. осуществляется во всех учреждениях службы крови Республики Беларусь: 6 областных станциях переливания крови, 4 отделениях переливания крови г. Минска и государственном учреждении «Республиканский научно-практический центр трансфузиологии и медицинских биотехнологий». Все данные, получаемые из вышеперечисленных учреждений службы крови в режиме онлайн, передаются в Центральный реестр.

Показатель эффективного развития Республиканского реестра находит свое отражение в ежегодном увеличении числа потенциальных доноров ГСК, преимущественно за счет кадровых и первичных доноров крови. На 2014 год в Центральный реестр были внесены данные о 15 692 рекрутированных потенциальных донорах ГСК, к январю 2016 г. число доноров увеличилось на 44,6 % (28 352), а по состоянию на 18 мая 2017 г. количество доноров уже составило 40 379 человек. Важнейшим является тот факт, что ежегодно увеличивается и количество доноров, у которых идентифицированы антигены главного комплекса гистосовместимости как 1, так и 2 классов. Ежегодно возрастает и общее количество лиц, включаемых в регистр в



течение года благодаря интенсификации работы платформы Luminex в лаборатории HLA-типирования учреждения здравоохранения «9-я ГКБ». Созданная в 2009 г. лаборатория HLA-типирования по своему материально-техническому обеспечению и методическому сопровождению не уступает аналогичным лабораториям других современных медицинских центров за рубежом.

Таким образом, регистр потенциальных доноров ГСК в Республике Беларусь организационно сформирован полностью. Он представляет собой подразделение УЗ «9-я ГКБ», осуществляющее не только ведение базы доноров ГСК и предполагаемых реципиентов, но и обеспечивающее забор ГСК и их селекцию. С 2009 года сотрудниками регистра по заявкам осуществлено 303 подбора пар донор-реципиент для неродственной трансплантации ГСК. Доноры подобраны для 7 пациентов. В 5 случаях пациентам выполнена аллогенная неродственная трансплантация ГСК, которая привела к развитию стойкой ремиссии заболевания, в одном случае донор оказался недоступен и в двух случаях трансплантации не были проведены в связи с критическим состоянием пациента.

По данным Национального регистра доноров костного мозга имени Васи Перевозчикова Российской Федерации по состоянию на 10 мая 2017 г. количество протипированных доноров составило 68 102 человек, а количество проведенных трансплантаций — 154.

Учитывая тесные национально-родственные связи жителей России и Беларуси, а также потребность обеих стран в увеличении числа аллогенных трансплантаций, необходимо обеспечить взаимный доступ к поиску потенциальных доноров ГСК в регистрах обоих государств. Для этого, прежде всего, необходимо создание научно-обоснованной единой нормативно-правовой базы, которая позволит осуществлять поиск донора и забор ГСК для проведения аллогенных неродственных трансплантаций пациентам, разработать алгоритм взаимодействия наших специалистов, обеспечивающий быстрый и беспрепятственный поиск доноров в национальных регистрах.

Список использованной литературы

1. Жарко В.И. Управлять качеством медицинской помощи. — Медицинский вестник, №31 (1178), 31.07.2014.
2. Bone marrow donor's worldwide annual report. — 2008. — Leiden, 2009.
3. Миланович Н.Ф. Трансплантация гемопоэтических стволовых клеток в Республике Беларусь / Н.Ф. Миланович // Актуальные вопросы трансфузиологии и клинической медицины. — Киров, 2010. — С. 254–255.
4. Зарецкая Ю.М., Леднев Ю.А. HLA 50 лет. — Тверь, 2008. — 152 с.
5. URL: <http://www.wmda.info> (дата обращения: 05.03.2017).

ПОЛУЧЕНИЕ ЛИПОСОМНОГО ХЕЛЕРИТРИНА И НАСЫЩЕНИЕ ЛИПОСОМНОЙ ДИСПЕРСИЕЙ ПЛЕНОК БАКТЕРИАЛЬНОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ

Фельдман Н.Б., Седякина Н.Е., Громовых Т.И., Луценко С.В.
ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И. М. Сеченова
Министерства здравоохранения Российской Федерации

Хелеритрин представляет собой бензофенантрединовый алкалоид, содержащийся в растениях семейства маковых (*Papaveraceae*) — чистотеле большом (*Chelidonium majus*), мачке желтом (*Glaucium flavum*), лесном маке японском (*Hylomecon japonicum*), аргемоне мексиканской (*Argemone mexicana*), маклеи мелкоплодной (*Macleaya microcarpa*).

Хелеритрин обладает противовоспалительным, антимикробным и противоопухолевым действием. Перспективным путем повышения активности хелеритрина является разработка его липосомных форм. Липосомные наночастицы сопоставимы по размерам с клеточными рецепторами, ионными каналами и насосами, липотеинами и вирусными частицами. Фосфолипиды липосом обладают тропностью к биомембранам, отличаются хорошей биосовместимостью и биodeградируемостью. Результаты клинических исследований убедительно демонстрируют, что липосомные формы противоопухолевых препаратов демонстрируют преимущества терапевтического применения за счет эффективного накопления липосом в опухолевой ткани в результате эффекта «пассивного нацеливания», увеличения времени циркуляции в кровотоке и снижения побочных эффектов. Благодаря наноразмерным эффектам липосомы обладают большими перспективами в качестве транспортных средств для направленной доставки терапевтических агентов в клетки-мишени, применение которых может улучшить фармакокинетические и терапевтические свойства уже известных растительных биологически активных веществ без их химической модификации.

Целью работы явилось получение липосомной формы хелеритрина и исследование возможности ее использования в комплексе с бактериальной целлюлозой, получаемой путем насыщения гидратированных пленок целлюлозы препаратом липосом, включающих хелеритрин.

Для увеличения биодоступности и терапевтической эффективности хелеритрина мы разработали методику получения его липосомной формы с использованием фосфатидилхолина в качестве структурного элемента липосомной мембраны. Мы также исследовали возможность использования в качестве носителя липосомной формы хелеритрина бактериальной целлю-



лозы, представляющей собой биосовместимый природный полимер, продуцируемый штаммом *Glucanacetobacter hansenii*.

Липосомы получали методом гидратации тонкослойной пленки фосфатно-солевым буферным раствором (40 мМ; pH = 4,8) с последующей обработкой дисперсии фосфатидилхолин-холестерин-хелеритрин ультразвуком. Очистку липосомной дисперсии от не включившегося в везикулы хелеритрина проводили с помощью гельфильтрации. На колонку с носителем Сефадекс G50, уравновешенным 40 мМ фосфатно-солевым буфером, pH 7,4, содержащим, 0,2М NaCl и 5 % сахарозу, наносили 5 мл липосомной дисперсии сангвинарина. Элюирование препарата липосом проводили тем же буферным раствором при скорости потока 2 мл/мин. Процесс очистки контролировали с помощью УФ-детектора при $\lambda = 270$ нм. Средний размер полученных частиц, определенный с помощью метода лазерной корреляционной спектроскопии, составлял 114 нм.

Гидратированные образцы бактериальной целлюлозы насыщали в суспензии липосом в течение различных промежутков времени от 10 мин до 24 ч. Затем отмывали образцы целлюлозы от несвязавшегося материала и определяли количество включенного в них препарата по разнице концентраций хелеритрина в исходном и конечном растворах с помощью ОФ ВЭЖХ.

Липосомы, включенные в состав матрицы бактериальной целлюлозы, визуализировали с помощью сканирующей электронной микроскопии. Максимальное включение хелеритрина в гидратированные пленки достигалось после 3 ч инкубации и составляло 220 мкг/см². Пленки бактериальной целлюлозы, насыщенные липосомным хелеритрином или другими биологически активными веществами, могут найти применение в медицине при разработке антимикробных и противоожоговых покровных материалов, а также систем чрезкожной доставки терапевтических агентов.

ИЗУЧЕНИЕ ЦИТОТОКСИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ЛИПОСОМНОГО ХЕЛЕРИТРИНА

Ходжаева Р.Н., Гудкова О.И., Кенда А.М., Седакина Н.Е.,

Фельдман Н.Б., Луценко С.В.

ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И. М. Сеченова

Министерства здравоохранения Российской Федерации

Хелеритрин-растительный алкалоид, специфически ингибирующий протеинкиназу С (IC₅₀ = 0.66 мкМ). Ингибирование протеинкиназы С как одно-

го из ключевых ферментов, ответственных за регуляцию клеточной активности, предположительно, является одним из механизмов противоопухолевого действия хелеритрина. В опухолевых клетках линии MCF-7 хелеритрин эффективно подавляет транскрипцию ряда протоонкогенов: VEGFA (фактора роста сосудистого эндотелия), BCL2 (белка-регулятора апоптоза) и KRAS (ГТФазы). В связи с накоплением данных о молекулярных механизмах действия хелеритрина на отдельные элементы системы каскадной регуляции активности клетки в настоящее время его противоопухолевый потенциал активно изучается. Эффективность противоопухолевого действия хелеритрина может быть существенно повышена путем его применения в липосомной форме. Липосомные наноконтейнеры могут обеспечить целостность хелеритрина в процессе его доставки к клеткам-мишеням, слияние фосфолипидного бислоя липосом с плазматической мембраной опухолевой клетки и эффективное высвобождение препарата в клетке. Кроме того, применение липосомных форм может обеспечить пролонгированность действия хелеритрина за счет увеличения времени циркуляции лекарственного средства в кровотоке.

Целью данной работы являлось получение и изучение противоопухолевой активности липосомной формы хелеритрина в экспериментах на различных линиях опухолевых клеток.

Липосомы с хелеритрином получали методом гидратации тонкослойной пленки с последующей обработкой дисперсии фосфатидилхолин-холестерин-хелеритрин ультразвуком. Холестерин вводился в состав липосом для их стабилизации. Липосомы очищали от несвязавшегося материала гель-фильтрационной хроматографией на колонке с носителем Sephadex G-50. Фракции, содержащие липосомный хелеритрин, объединяли и определяли размер липосомных частиц. По данным лазерной корреляционной спектроскопии средний размер полученных липосомных частиц составлял 114 нм.

Цитотоксическую активность липосомного хелеритрина исследовали в модельных экспериментах на культурах опухолевых клеток человека. Выживаемость клеток оценивали с помощью МТТ-теста. Для опухолевых клеток линий В16 (мышьяина меланома), НерG2 (клетки гепатобластомы человека), MCF-7 (аденокарцинома молочной железы), HeLa (аденокарцинома шейки матки человека) и A431 (эпидермоидная карцинома человека) показатель IC_{50} составил 11,25, 12,83, 13,45, 14,45 и 18,67 мкМ соответственно. Липосомный хелеритрин может найти применение в фармации при разработке новых форм противоопухолевых лекарственных средств.



РАЗВИТИЕ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ АКАДЕМИЧЕСКОГО И НАУЧНОГО СОТРУДНИЧЕСТВА УЧРЕЖДЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ «БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ» В РАМКАХ СОЮЗНОГО ГОСУДАРСТВА РОССИИ И БЕЛАРУСИ

*Сикорский А.В., Руденок В.В., Доронина О.К., Бойко В.В., Давыдов А.В.,
Аветисов А.Р.*

*Учреждение образования «Белорусский государственный медицинский
университет»*

Основными задачами международной деятельности учреждения образования «Белорусский государственный медицинский университет» являются установление и развитие эффективных связей с международными организациями здравоохранения и образования, ведущими зарубежными учебными и научными заведениями, подготовка и практическая реализация двухсторонних и многосторонних программ сотрудничества в области науки, образования и культуры, активное участие в работе международных образовательных и научных организаций, ассоциаций, проектах и программах, увеличение экспорта образовательных услуг университета. На базе университета организуются международные научно-практические конференции, симпозиумы, семинары и выставки с целью развития и совершенствования сотрудничества в области обмена образовательными технологиями и методиками обучения, педагогическим опытом и информацией с университетами-партнерами Белорусского государственного медицинского университета по международному сотрудничеству.

Поставленные перед университетом задачи по развитию и совершенствованию международного сотрудничества успешно выполняются благодаря поиску потенциальных зарубежных партнеров, своевременному реагированию на предложения о сотрудничестве; активной работе, направленной на реализацию условий соглашений о сотрудничестве с иностранными учреждениями образования и организациями; с выпускниками университета прошлых лет в рамках работы Ассоциации иностранных выпускников Белорусского государственного медицинского университета; поиску и реализации наиболее эффективных форм маркетинговой и рекламной деятельности.

Университет имеет широкий спектр партнеров по международному сотрудничеству, среди которых 96 зарубежных учреждений высшего медицинского образования из 26 стран мира. Наиболее активно осуществляется сотрудничество с учреждениями образования, науки и здравоохранения Российской Федерации: Первым Московским государственным медицинским университетом им. И. М. Сеченова; Московским государственным медикостоматологическим университетом им. А. И. Евдокимова; Северо-западным государственным медицинским университетом им. И. И. Мечникова; Кировским государственным медицинским университетом; Самарским государственным медицинским университетом; Научно-исследовательским институтом антимикробной химиотерапии Смоленской государственной медицинской академии. Направления сотрудничества Белорусского государственного медицинского университета с университетами-партнерами отражены в соглашениях об академическом и научном сотрудничестве: обмен преподавателями, научными сотрудниками и студентами; разработка и реализация совместных исследовательских и учебных программ; обмен информацией, материалами и публикациями по академическим и научным вопросам; обмен образовательными технологиями и методиками обучения, педагогическим опытом и информацией; совместное издание учебных пособий и монографий по актуальным проблемам образования и медицины; организация и проведение совместных научно-практических и образовательных конференций, а также осуществляются другие взаимно согласованные формы сотрудничества в академической и научно-исследовательской сферах.

Учреждение образования «Белорусский государственный медицинский университет» на основании Соглашения об академическом и научном сотрудничестве плодотворно сотрудничает с федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Первый Московский государственный медицинский университет им. И. М. Сеченова» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Так, к примеру, наиболее эффективно развивающейся программой студенческого обмена является программа академической мобильности с Первым Московским государственным медицинским университетом им. И. М. Сеченова. С 2015 г. студенты двух университетов на условиях взаимного обмена ежегодно проходят двухнедельную врачебную клиническую производственную практику на базе университета-партнера. Программа студенческой мобильности работает по принципу включенного образования и охватывает студентов, обучающихся по специальностям «лечебное дело», «педиатрия», «фармация», «медико-профилактическое дело». Кроме того, студенты Белорусского государственного медицинского университета ежегодно принимают участие во Всероссийской студенческой олимпиаде по практической медицинской подготовке «Золотой МедСкилл» и Московской (Всероссийской)



студенческой олимпиаде по хирургии памяти академика М. И. Перельмана, организуемых Первым Московским государственным медицинским университетом им. И. М. Сеченова. В свою очередь студенты Первого Московского государственного медицинского университета им. И. М. Сеченова являются постоянными участниками Международной научно-практической конференции студентов и молодых ученых «Актуальные проблемы современной медицины и фармации», организуемой Белорусским государственным медицинским университетом.

Белорусский государственный медицинский университет также участвует в программах студенческой мобильности совместно с Кировским государственным медицинским университетом; Самарским государственным медицинским университетом, Северо-западным государственным медицинским университетом им. И. И. Мечникова, Московским государственным медико-стоматологическим университетом им. А. И. Евдокимова.

Плодотворно развивается межвузовское сотрудничество с Первым Московским государственным медицинским университетом им. И. М. Сеченова и в сфере академической мобильности профессорско-преподавательского состава. Сотрудники обоих университетов регулярно принимают участие в программах повышения квалификации, конференциях, конгрессах, съездах, симпозиумах, круглых столах и семинарах, организуемых на базе вуза-партнера, а также проходят стажировки по актуальным направлениям практического здравоохранения. Активно ведется работа на межкафедральном уровне. Кафедры урологии, детской хирургии, оперативной и хирургии и топографической анатомии, организации фармации Белорусского государственного медицинского университета совместно с коллегами из Первого Московского государственного медицинского университета им. И. М. Сеченова реализуют различные совместные проекты от совместных публикаций до организации совместных учебных и научно-практических мероприятий для студентов и профессорско-преподавательского состава.

По итогам проведения Третьего Форума регионов Беларуси и России 7 июня 2016 г. было подписано Соглашение об академическом и научном сотрудничестве и обмене между федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И. И. Мечникова» Министерства здравоохранения Российской Федерации и учреждением образования «Белорусский государственный медицинский университет».

В сфере студенческого обмена Северо-Западный государственный медицинский университет им. И. И. Мечникова в июле 2017 г. примет на клиническую практику студентов медико-профилактического факультета Белорусского государственного медицинского университета, в свою очередь сту-

денты университета-партнера пройдут врачебную практику на клинических базах Белорусского государственного медицинского университета.

В апреле 2017 г. учреждением образования «Белорусский государственный медицинский университет в рамках действующих соглашений об академическом и научном сотрудничестве с Северо-западным государственным медицинским университетом им. И. И. Мечникова, Университетом г. Нагасаки и Медицинским университетом г. Фукусима подана заявка на участие в совместном проекте: «Подготовка кадров в области медицины катастроф и радиационной медицины». Заявка будет направлена в рамках программы поддержки партнерства с российскими вузами, финансирование которой рассчитано на 5 лет из средств Министерства культуры, образования, науки, и спорта Японии. Основными партнерами университета в проекте являются Университет г. Нагасаки, Медицинский университет г. Фукусима и Северо-западный государственный медицинский университет им. И. И. Мечникова. В проекте предполагается обмен студентами и преподавателями, а также создание системы Joint Degree для обучения в магистратуре и аспирантуре.

Накануне проведения Дней Белорусской науки в рамках IV Форума регионов Беларуси и России подписано соглашение о сотрудничестве с федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Оренбургский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации.



**НАУКИ О ЖИЗНИ
И АГРОТЕХНОЛОГИИ**

ДНК-МАРКИРОВАНИЕ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ И ЖИВОТНОВОДСТВЕ

Кильчевский А.В.

Национальная академия наук Беларуси

В Институте генетики и цитологии НАН Беларуси разработаны технологии маркер-сопутствующей селекции для 9 сельскохозяйственных культур (пшеница, тритикале, картофель, томат, лен, рапс, яблоня, ячмень, соя). Выявлены ДНК-маркеры к генам устойчивости картофеля к болезням и вредителям (нематода), маркеры для МАС селекции картофеля по признаку «содержание редуцирующих сахаров». Разработана технология ДНК-тестирования генов лежкости и содержания каротиноидов в плодах томата, а также генов устойчивости к кладоспориозу и фузариозу. Подобраны ДНК-маркеры, сцепленные с генами устойчивости яблони к парше, мучнистой росе, красногалловой яблонной тле и бактериальному ожогу, определен состав аллелей генов, влияющих на сроки созревания и хранения плодов яблони. Протестированы серии молекулярных маркеров к генам, определяющим устойчивость к бурой ржавчине у пшеницы, хлебопекарные качества, короткостебельность, устойчивость к предуборочному прорастанию у пшеницы и тритикале. Подобраны ДНК-маркеры к генам, контролирующим синтез эруковой кислоты у рапса; определяющим содержание клетчатки, линолевой и линоленовой кислот в семенах рапса. Разработаны технологии маркер-сопутствующей селекции по генам фотопериодической реакции и структуры листового аппарата сои; способ ДНК-маркирования пивоваренного ячменя, позволяющий проводить дифференцировку сортов образцов на кормовой/пивоваренный.

На основе ДНК-маркеров разработаны системы генетической паспортизации для 10 сельскохозяйственных культур (пшеница, картофель, ячмень, лен, томат, соя, подсолнечник, груша, яблоня, сахарная свекла). Для каждого вида подобраны панели SSR-маркеров, охватывающие различные области генома и достаточные для идентификации сортов и линий. С применением разработанной технологии составлены эталонные генетические паспорта 170 сортов сельскохозяйственных культур отечественной и зарубежной селекции. ДНК-паспорта позволяют проводить проверку соответствия новых сортов критериям ООС-теста при их регистрации; оценивать генетическую новизну сортов, линий и гибридов; оценивать соответствие партий семян стандарту; подтверждать кондиционность семян, закупаемых за рубежом; исключить возможность фальсификации сортов и связанных с этим экономических потерь; улучшить систему па-



тентования новых сортов; решать спорные вопросы об авторстве сортов и их чистоте. Подобрана панель из 12 микросателлитных маркеров для оценки чистоты и типичности инбредных линий кукурузы.

Ярким примером востребованности услуг по направлению ДНК-биотехнологии для растениеводства является выполнение договора с Витебской таможней (Государственный таможенный комитет Республики Беларусь) по идентификации изъятых клоновых подвоев яблонь. Сумма от реализации имущества, обращенного в доход государства, составила 193 918,95 ден. рублей.

Востребованы на практике разработки по ДНК-тестированию сельскохозяйственных животных по генам, определяющим устойчивость к иммунодефициту, пороку позвоночника и ранней абортруемости эмбрионов крупного рогатого скота; устойчивость к иммунодефициту и параличу лошадей; устойчивость к колибактериозу и стрессу свиней; генам откормочной и мясной продуктивности свиней; многоплодия у свиноматок; молочной продуктивности крупного рогатого скота, содержания жира и белка в молоке. Предложен метод ДНК-типирования крупного рогатого скота по гену β -лактоглобулину с целью выявления в популяции аллеля B- β LG, ассоциированного с получением гипоаллергенного молока, для производства диетической продукции. Для подтверждения происхождения племенных животных разработана и успешно внедряется на базе областных племпредприятий республики технология ДНК-паспортизации крупного рогатого скота. Ведется работа над созданием технологии ДНК-паспортизации племенных хряков. Стоит отметить многолетнее сотрудничество по направлению генетическое тестирование сельскохозяйственных животных с такими предприятиями, как Агрокомбинат Снов, СК «Трайпл-Агро», СПК «Прогресс-Вертелишки», Племенной завод Красная звезда, Племенной завод Россь КСУП и др.

Об эффективности использования геномных технологий для сельского хозяйства республики свидетельствует тот факт, что, благодаря ДНК-тестированию белорусской популяции черно-пестрой породы крупного рогатого скота по гену иммунодефицита и исключению носителей из селекционного процесса, частота встречаемости скрытых носителей дефектного аллеля в течение 2006–2010 гг. снизилась у быков-производителей с 6,6 % до 1,3 %. Использование высокоточных методов тестирования в селекции позволяет разработать эффективную программу улучшения селекционно-племенного поголовья скота, способствует интенсификации селекционного процесса по созданию высокопродуктивных сельскохозяйственных животных, избавляет от излишних затрат и финансовых потерь.

Необходимо отметить, что контроль происхождения племенных животных в Республике Беларусь является обязательным условием для ведения селекционной работы. За период 2010–2016 гг. выдано более 3500 генетических сертификатов племенного животного.

Для подтверждения происхождения племенного скота в Институте разработаны технологии генетической паспортизации крупного рогатого скота и свиней. За период 2009–2015 гг. выдано более двух тысяч генетических паспортов племенного животного.

На основе геномных биотехнологий созданы и апробированы тест-системы для качественного обнаружения РНК вируса респираторно-репродуктивного синдрома свиней (РРСС) и ДНК-диагностики устойчивости свиней к колибактериозу. Регулярно проводится генетическое тестирование животных в хозяйствах Гродненской, Витебской, Могилевской и Минской областей. Актуальность ранней диагностики продиктована необходимостью проведения своевременного эффективного специфического лечения. Быстрая постановка диагноза в случае возникновения болезни обеспечит проведение в сжатые сроки соответствующих мероприятий по ликвидации и предотвращению дальнейшего распространения инфекции.

В 2015 году сотрудниками института разработана ДНК-технология по установлению видовой принадлежности рыб семейства осетровых и продукции из них методом ДНК-анализа. Использование молекулярно-генетических маркеров ядерной и митохондриальной ДНК у осетровых позволяет: установить видовую принадлежность рыб семейства осетровых и продукции из них; установить принадлежность получаемых половых продуктов осетровых видов рыб (черной икры) от конкретной особи с выдачей генетического сертификата для подтверждения качества продукции при осуществлении легального экспорта, импорта, реэкспорта черной икры; провести ревизию в маточных стадах осетровых видов рыб (на наличие межвидовых гибридов) с отбором элитных производителей по видам осетровых и их популяционной принадлежности для целей воспроизводства, получения качественного рыбопосадочного материала (для стерляди для оценки возможностей интродукции молоди в естественные ареалы обитания); оформить индивидуальные паспорта на производителей осетровых видов в хозяйствах для проведения целенаправленных селекционно-племенных программ, нацеленных на повышение рыбопродуктивности в осетроводстве; создавать банк ДНК осетровых видов рыб. Заказчиками услуг по определению видовой принадлежности рыб семейства осетровых и продукции из них являются такие крупные предприятия Беларуси, как СП «Санта-Бремор», ООО «ТерраФиш».

Все оказываемые услуги являются импортозамещающими. Объем оказанных услуг за 2010–2016 гг. составил более 500 тыс. долл. США.



ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО ОПТИМИЗАЦИИ СТРУКТУРЫ СЫРЬЕВОГО КОНВЕЙЕРА ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ХОЗЯЙСТВ КОРМАМИ

Галушко Е.В., канд.техн.наук, доцент

Сеньков А.Г., канд.техн.наук, доцент

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь*

В Белорусском государственном аграрном техническом университете с 2008 г. активно ведутся работы в области разработки и внедрения прикладных компьютерных технологий в АПК Республики Беларусь. Одной из последних работ в этой области является разработка программного комплекса поддержки принятия решений по оптимизации структуры сырьевого конвейера для обеспечения хозяйств кормами.

Структурно программный комплекс представляет собой дерево программных модулей, находящихся под управлением центральной управляющей программы и базы данных (75 таблиц), которая обслуживает входящие в состав комплекса модули. Такая организация позволяет по мере развития комплекса добавлять, изменять или удалять отдельные модули или группы модулей без изменения центральной управляющей части и нарушения работоспособности системы.

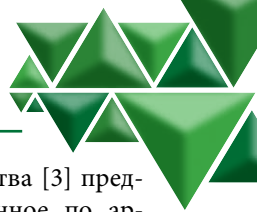
Программный комплекс (свидетельство Республики Беларусь о регистрации компьютерной программы от 20.03.2017 № 944) [1] содержит программы поддержки принятия решений по оптимизации структуры сырьевого конвейера для обеспечения хозяйства кормами, а так же реляционную базу данных, включающую таблицы по характеристикам почв, полям севооборота, рабочим и элементарным участкам, истории предшественников, ротации культур, видовому составу травостоев с разными сроками созревания, заготовке кормов, срокам закладки силосных и сенажных ям, составу машинотракторного парка (МТП) хозяйства, а также нормы кормления крупного рогатого скота (КРС), принятые в Республике Беларусь [2].

В составе программного комплекса имеются модули: расчета годовой потребности кормов, оптимизации структуры посевов кормовых культур, отображения информации о заготовке и расходе кормов в режиме on-line, расчета кормового баланса, оптимизации загрузки МТП хозяйства, работы с картографическими данными хозяйства.

Созданные математические модели и алгоритмы обеспечивают работу разработанных приложений. Программный модуль расчета годовой потребности кормов основан на делении имеющегося в хозяйстве стада на относительно однородные по своим характеристикам группы животных (вес, удой, время рождения, физиологическая группа, к которой относится животное) с установлением временных интервалов кормления каждой группы исходя из условий содержания. Данное разделение позволяет перейти от расчета годовой потребности в кормах отдельного животного к групповому расчету путем учета количества животных в каждой группе стада, которые по 8 основным показателям (сухое вещество, обменная энергия, сырой протеин, сырая клетчатка, сырой жир, кальций, фосфор, соль поваренная) обеспечивает совпадение питательности рациона с требуемыми нормами. Основным преимуществом данного метода расчета является возможность варьирования точностью расчета годового баланса кормов путем изменения частоты разбиения имеющегося стада на группы, а также ширины временных интервалов.

Программный модуль по оптимизации структуры посевов кормовых культур в своей работе опирается на данные, полученные при расчете сбалансированных и годовых балансов кормов, и основан на дискретном методе оптимизации с применением элементов троичной логики путем моделирования временной зависимости процесса чередования сельскохозяйственных культур и набора паров на выбранной территории с учетом заложенных ограничений, что позволяет распараллелить задачу оптимизации и существенно повысить скорость обработки данных. Главной особенностью построенной модели является то, что при оптимизации севооборота она позволяет уменьшить размерность допустимых решений. Результатом работы модуля расчета севооборота является получение пространственной структуры севооборота с учетом планируемой урожайности; количества удобрений по основным видам микроэлементов; прогнозных показателей работы хозяйства.

Программный модуль оптимизации загрузки МТП хозяйства представляет собой приложение, которое позволяет осуществлять оптимизацию подбора техники и оборудования для выполнения различных технологических сельскохозяйственных операций. Алгоритм подбора техники работает в виде задачи параметрической оптимизации. При подборе отдается предпочтение тем видам оборудования, которые перекрывают наибольший диапазон требуемых технологических операций, имеют меньший класс и меньший расход топлива. Под выбранное оборудование затем подбирается техника. При выборе используются только те виды техники, которые поддерживают выбранное оборудование и обеспечивают наименьший суммарный расход топлива.



Модуль для работы с картографическими данными хозяйства [3] представляет собой клиент-серверное веб-приложение, построенное по архитектуре «толстого клиента». Серверная часть приложения разработана при помощи Microsoft .NETFramework 4.6 с применением технологии ASP.NETWebAPI на базе OWIN. Модуль оперирует картами рабочих участков посевных площадей хозяйства, размечает их на изображениях карт и интерактивно визуализирует информацию по участкам. Программа программного комплекса написана на языке C++. Подключение программы к локальной базе данных (Microsoft Access) осуществляется через протокол ODBS.

Список использованной литературы

1. Галушко Е.В., Сеньков А.Г., Карпович А.М., Шестаков К.М. Система поддержки принятия решений в кормопроизводстве. Переработка и управление сельскохозяйственной продукции: сборник статей научно-практической конференции. Минск, 26–27 марта 2015г./под общ. ред. В.Я. Груданова. — Минск: БГАТУ, 2015. — с. 223–226. — ISBN 978-985-519-753-0.

2. Нормы кормления крупного рогатого скота: справочник // Н.А. Попков, В.Ф. Радчиков, А.И. Саханчук и др. — Жодино: РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству», 2011. — 260 с.

3. Е.В. Галушко, А.М. Карпович, А.Г. Сеньков, Е.А. Головатая, А.В. Курочкин. Программный комплекс для работы с картографическими данными в сельском хозяйстве. Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве: сборник научных статей Международной научно-практической конференции. Минск, 8–9 июня 2016 г. / редкол.: Н.Н. Романюк [и др.]. — Минск: БГАТУ, 2016. — С. 35–38. — ISBN 978-985-519-793-6.

РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ АГРОТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА И СОЗДАНИЯ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПОЗИЦИОННЫХ СОСТАВОВ

*Копытков В.В., заведующий сектором биорегуляции выращивания
лесопосадочного материала, канд. с.-х. наук
ГНУ «Институт леса НАН Беларуси»*

Проблема выращивания стандартных семян хвойных пород и создания лесных культур в Беларуси полностью не решена. Требуется дальнейшее совершенствование агротехнологии выращивания посадочного материала и продления периода создания лесных культур с использованием композиционных полимерных составов. Широкий спектр физико-химических свойств композиционных составов, их доступность и небольшая стоимость свидетельствуют о возможности их эффективного применения при лесовыращивании.

Проведены комплексные лабораторные и полевые исследования по влиянию различных способов предпосевной обработки семян сосны обыкновенной (намачивание в водных растворах микроэлементов, инкрустирование, дражирование) на всхожесть и выход стандартных семян. Проведены исследования по разработке технологии получения дражированных семян сосны обыкновенной с использованием композиционных составов (патент № 15084 «Способ получения дражированных семян»). Разработан оптимальный композиционный состав для получения дражированных семян сосны обыкновенной, состоящий из полимерного связующего 5–20 мас.%, сапропеля 20–50 мас.% и мелкодисперсных опилок сосны — 40–60 мас.%. Установлены оптимальные физико-химические свойства опытных партий дражированных семян сосны обыкновенной: прочность при сжатии 15–17 Н и водопоглощение 45–47 %. Изучено влияние класса качества семян сосны обыкновенной как обычных, так и дражированных на грунтовую всхожесть. Использовать семена сосны обыкновенной второго класса качества для дражированных с последующим их высевом в посевное отделение лесного питомника нецелесообразно.

Разработанные ресурсосберегающие технологии выращивания семян сосны обыкновенной в Беларуси с использованием композиционных полимерных составов для предпосевной обработки семян и получения компостов способствуют снижению нормы высева семян с 60 до 50 кг/га. Выращивание семян сосны обыкновенной в условиях закрытого грунта позволяет получить выход стандартных семян 11–12 млн шт./га.

Во ВНИИЛМе (директор — д-р с.-х. наук Мартынюк А. А.) и МГУЛЕ (д-р с.-х. наук, профессор Родин А. Р.) разработаны способы и технологии по предпосевной обработке семян хвойных и лиственных (ель, лиственница и др.). Поэтому необходимо разработать единые рекомендации по предпосевной обработке семян хвойных и лиственных пород.

В Институте леса НАН Беларуси разработан новый композиционный состав «Корпансил» для защиты корневых систем семян сосны обыкновенной от иссушения. Данный композиционный состав уменьшает потери воды корневыми системами семян сосны обыкновенной на 24–28 % по сравнению с контролем и обеспечивает оптимальную условную вязкость раствора (160–170 с).



Определена эффективность разработанного композиционного состава «Корпансил» и проведены сравнительные испытания с известными зарубежными и отечественными аналогами. Важными критериями при сравнительном анализе являются не только контролируемые параметры (приживаемость растений и повреждаемость корневых систем), но и наличие входящих в состав ингредиентов на территории Беларуси, т. к. известно, что стоимость их и транспортные расходы могут повышать конечную стоимость продукта в 2–3 раза. В качестве аналогов были выбраны промышленно выпускаемый в Беларуси композиционный состав «Корпансил», американский Блек-Джек, английский химически сшитый гидрогель на основе полиакриламида (таблица 1).

Табл. 1 Сравнительная характеристика разработанного состава «Корпансил» и известных аналогов для обработки корневых систем однолетних семян сосны обыкновенной

Исследуемые показатели	Композиционные полимерные материалы		
	«Корпансил» производится в Беларуси (Институт леса)	«Блек-Джек» производится в США	«Гидрогель» производится в Англии
Количество погибших растений, %	2	10	6
Повреждение корневой системы, %	2	12	8
Вид аналогов	Водный раствор		Гелеобразная форма
Возможность обработки партиями	+	+	–
Стоимость 1 л (кг) состава, долл. США	1,2	12,5	2,8
Расход на 1000 шт. однолетнего посадочного материала, л (кг)	2,5–3,0	2,0–3,0	2,2–3,1
Адгезия покрытия к поверхности корневой системы, Н/м	82–84	71–74	43–47

При обработке разработанным композиционным составом «Корпансил» количество погибших растений снижается в 3–5 раз, а повреждаемость корневых систем семян сосны обыкновенной в 3,5–6 раз. Разработанный состав содержит ингредиенты, которые в композиции выполняют не только роль защиты от повреждений корневых систем и от иссушения, но и являются источниками элементов питания, необходимых для роста растений. В Беларуси такой прием позволяет обеспечить лучшее развитие растений в первое время после посадки леса. В зависимости от диаметра корневых систем семян сосны обыкновенной показатель прочности при разрыве существенно изменяется (в 1,3–3,0 раза).

Обработка корневых систем семян сосны обыкновенной композиционным составом позволяет предотвратить иссушение и повысить прочность при разрыве корневых систем. Достоверность влияния диаметра корневых систем семян сосны обыкновенной на их прочность при разрыве получена на всех вариантах опыта с помощью критерия Стьюдента.

Сравнение двух способов предпосадочного хранения семян сосны обыкновенной (в прикопке и в кассетах с обработкой корневых систем (композиционным составом «Корпансил») показало, что наилучшая приживаемость (95–100 %) лесных культур зафиксирована при обработке корневых систем «Корпансилом» и укладкой семян в кассеты. Использование кассет для хранения и транспортировки семян сосны обыкновенной сокращает трудо-затраты на 0,5 чел. дня на 1 га за счет исключения из технологического процесса создания лесных культур двукратной прикопки и выкопки семян. При создании лесных культур после двух дней хранения семян сосны обыкновенной приживаемость на всех вариантах была высокая и превышала 95 %. С увеличением срока хранения семян сосны обыкновенной до 20 дней снижается их приживаемость до 71–76 %. Приживаемость лесных культур с использованием кассет и КМ «Корпансил» после 25 дней хранения семян сосны обыкновенной повысило приживаемость растений на 35 % по сравнению с хранением семян в прикопке (контроль).

По заданию МЛХ РБ разработаны «Рекомендации по технологии обработки корневых систем посадочного материала от иссушения», технические условия «Состав «Корпансил» для защиты корневой системы растений» и учебно-методическое пособие «Современные технологии и агротехнические приемы по выращиванию, хранению и транспортировке посадочного материала с использованием композиционных полимерных составов».

Анализ полученных фактических данных позволяет сделать вывод о том, что предпосадочная обработка корневых систем однолетних и двухлетних семян сосны обыкновенной композиционными составами обеспечивает нормативную приживаемость лесных культур на песчаных и супесчаных свежих почвах. Использование композиционного состава «Корпансил» в производственных условиях при создании лесных культур повышает их приживаемость и сохранность на 20 %.

В России сотрудниками ВНИИЛМа (Суворов В. И., Родин С. А., Климов Г. Б.) разработаны рекомендации по продлению сроков посадки лесных культур ели европейской.

Необходимо объединить полученные результаты исследований в Беларуси и России и продолжить исследования по другим хвойным и лиственным породам для подготовки единых рекомендаций по способам хранения и продления периода посадки леса в условиях Беларуси и России.



ПРОФИЛАКТИКА ИНФЕКЦИОННЫХ БОЛЕЗНЕЙ ЖИВОТНЫХ — ПРИОРИТЕТ БИОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СОЮЗНОГО ГОСУДАРСТВА

Красочко П.А., профессор кафедры эпизоотологии и инфекционных болезней животных, д-р ветеринар. наук и д-р биол. наук, профессор, академик РАЕН

Красочко П.П., старший научный сотрудник НИИ прикладной ветеринарной медицины и биотехнологии, канд. ветеринар. наук, доцент

УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»

При современном ведении животноводства возрастает опасность возникновения инфекционных заболеваний животных на территории как Республики Беларусь, так и в Российской Федерации. Это обусловлено следующими причинами:

- высокая концентрация поголовья животных на ограниченных площадях;
- высокая степень миграции людей между странами с различной эпизоотической ситуацией у животных;
- возрастающий уровень торговли продукцией животноводства, кормами, животными, эмбрионами и племенным материалом между различными странами;
- недостаточный уровень проведения мониторинговых исследований в отношении особо опасных и факторных инфекций;
- несвоевременно проводимый комплекс профилактических мероприятий при инфекционных заболеваниях животных в разных странах и т. д.

Такое положение привело к возникновению на территории Республики Беларусь и Российской Федерации африканской чумы свиней, репродуктивно-респираторного синдрома свиней, парвовирусной инфекции свиней, имеется опасность возникновения нодулярного дерматита крупного рогатого скота, блютанга, болезни Шмалленберг и др.

Наносимый инфекционными заболеваниями ущерб в различных странах мира исчисляется миллиардами долларов.

В настоящее время в Республике Беларусь зарегистрировано около 100 заразных болезней животных, вызываемых биологическими агентами. Со вступлением Беларуси в Единое таможенное пространство наиважнейшей становится задача не допустить заноса на территорию зоонозных и особо опасных заболеваний, регистрируемых на территории России, Казахстана, Армении и Кыргызстана при международной торговле.

Недопущение проникновения на территорию Союзного государства новых или возвращающихся инфекций — важная задача как ветеринарной службы, так и ветеринарной науки.

Большая совместная работа, проводимая ветеринарной службой и наукой Республики Беларусь, позволила обеспечить ликвидацию ряда инфекционных болезней и недопущение их проникновения на территорию страны. Это такие заболевания, как ящур, чума крупного рогатого скота, бруцеллез, лейкоз крупного рогатого скота, высокопатогенный грипп птиц, блютанг, а также помогла снизить до минимума проявление туберкулеза, бешенства, болезни Ауески, болезни Тешена, классической чумы свиней.

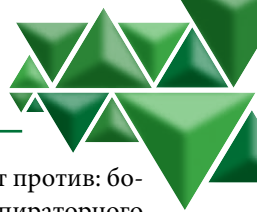
Основной ущерб животноводству наносят, в первую очередь, экономически значимые (факторные) инфекции. Проведенный анализ распространения факторных инфекций показал, что в Беларуси отмечается неустойчивое состояние в отношении таких инфекций, как пастереллез, инфекционный ринотрахеит, сальмонеллез, вирусная диарея, парагрипп-3, коронавирусная инфекция, колибактериоз, некробактериоз, протейная инфекция, ротавирусная инфекция, стафилококкозы, трансмиссивный вирусный гастроэнтерит, гемофильный полисерозит, актинобациллярная плеввропневмония, клебсиеллез, репродуктивно-респираторный синдром.

В Республике Беларусь проводится целенаправленная работа по обеспечению биологической безопасности страны в отношении инфекционных заболеваний крупного рогатого скота, свиней, птиц, пушных зверей и домашних животных.

В соответствии с законодательством Беларуси, ветеринарно-санитарными правилами регулярно проводится комплекс противоэпизоотических мероприятий по специфической профилактике вирусных, бактериальных и грибковых заболеваний животных и птиц.

Так, ежегодно крупный рогатый скот подвергается вакцинации против сибирской язвы (в угрожаемых территориях), бешенства и листериоза (при возникновении показаний). В зависимости от эпизоотической ситуации в стадах, животноводческих хозяйствах или целых районах животные подвергаются вакцинации против инфекционного ринотрахеита, вирусной диареи, парагриппа-3, ротавирусной инфекции, коронавирусной инфекции, респираторно-синцитиальной инфекции, бешенства, хламидиоза, пастереллеза, лептоспироза, колибактериоза, сальмонеллеза, клебсиеллеза, протеоза, трихофитии, некробактериоза, энтеротоксемии.

Свиноводство — одна из высокорентабельных отраслей животноводства в Беларуси. Для поддержания стойкого благополучия свиноводства в отношении инфекционных болезней наряду с поддержанием биологической безопасности свиноводческих предприятий организационно-технологическими методами также широко используется специфическая профилактика. Так, в



Беларуси в свиноводческих хозяйствах животных вакцинируют против: болезни Ауески, классической чумы свиней, репродуктивно-респираторного синдрома, парвовирусной инфекции, трансмиссивного гастроэнтерита свиней, ротавирусной инфекции, болезни Тешена, листериоза, рожи свиней, пастереллеза, сальмонеллеза, колибактериоза, гемофильного полисерозита, актибактериальной пневмонии, микоплазмоза.

В птицеводстве также широко используется вакцинация как способ обеспечения биологической безопасности, снижения заболеваемости и предотвращения непроизводительного отхода птицы. При этом птицу вакцинируют против болезни Ньюкасла, инфекционного бронхита кур, болезни Гамборо, синдрома снижения яйценоскости, оспы, ларинготрахеита, теносиновита кур, энцефаломиелита кур, ринотрахеита кур, болезни Марека, микоплазмоза, пастереллеза, сальмонеллеза (по показаниям), гриппа птиц (по показаниям).

Вакцинация планируется только на основании тщательного анализа эпизоотической ситуации после проводимых диагностических и мониторинговых исследований и клинико-эпизоотического обследования стад животных.

Для обеспечения биологической безопасности животноводства Беларуси учеными страны проведена большая работа по разработке технологий производства отечественных биопрепаратов для профилактики вирусных, бактериальных и грибковых заболеваний сельскохозяйственных животных и птиц. Организация их выпуска начата и планируется на базе ОАО «БелВитунифарм» и РУП «Институт экспериментальной ветеринарии им. С. Н. Вышелесского».

Своевременное проведение вакцинаций животных позволяет обеспечить биологическую безопасность животноводства, снизить отход животных и птиц, не допустить распространения инфекционных заболеваний на территории Союзного государства.

РЕЗУЛЬТАТЫ МОНИТОРИНГА ТРАНСГРАНИЧНЫХ ИНФЕКЦИЙ В БЕЛАРУСИ И РОССИИ

*Красочко П.А., профессор кафедры эпизоотологии и инфекционных болезней животных, д-р ветеринар. наук и д-р биол. наук, профессор, академик РАЕН
УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»*

*Даровских И.А.
ДУ «Витебская областная ветеринарная лаборатория»*

Недопущение возникновения инфекционных заболеваний на территории страны — важная задача ветеринарной службы и ветеринарной науки различных стран мира. Это касается и стран-соседей — Республики Беларусь и Российской Федерации.

Своевременно проводимые мониторинговые и диагностические исследования позволяют с высокой степенью точности осуществлять прогнозирование и целенаправленно проводить комплекс ветеринарно-санитарных мероприятий по недопущению возникновения на сопредельных территориях особо опасных и экономически значимых вирусных и бактериальных инфекций.

Проведению мониторинговых исследований в Республике Беларусь придается большое государственное значение. Так, 10.04.2017 было принято Постановление Совета Министров Республики Беларусь № 265 об утверждении положения о порядке проведения мониторинга в области ветеринарии и использования его данных.

Мониторинг проводится ветеринарными специалистами, являющимися работниками субъектов мониторинга в области ветеринарии.

Мониторинг, особенно на трансграничных территориях, проводится в соответствии с программами, разработанными Департаментом ветеринарного и продовольственного надзора и утвержденными Министерством сельского хозяйства и продовольствия.

На основании программ, утвержденных Министерством сельского хозяйства и продовольствия, и с учетом эпизоотической ситуации в области управлениями ветеринарии комитетов по сельскому хозяйству и продовольствию областных исполнительных комитетов, а также районные, городские ветеринарные станции разрабатывают соответствующие программы проведения мониторинга по каждому району, городу, области.

Информация, полученная по результатам проведения мониторинга в районе или городе, должна включать следующие данные:

- о заболеваемости и падеже животных;
- о диагностических исследованиях, профилактических, лечебных и ветеринарно-санитарных мероприятиях;
- о проведении лабораторных исследований в целях определения состояния здоровья животных, ветеринарно-санитарного качества сырья и продуктов животного происхождения, в том числе применяемых кормов и кормовых добавок;
- об условиях производства, хранения и реализации продуктов животного происхождения.

Данные мониторинга ветеринарии используются при разработке государственных программ в области ветеринарной деятельности, а также оцен-



ке их реализации; изучении эпизоотической ситуации; принятии решений об установлении, о снятии карантина, об определении буферных (защитных) зон, о проведении иных ограничительных мероприятий; оценке эффективности и полноты проведения ветеринарных мероприятий; формировании резервного фонда ветеринарных препаратов; контроле безопасности в ветеринарно-санитарном отношении продуктов животного происхождения, а также продуктов растительного происхождения при их реализации на рынках, кормов и кормовых добавок и качества ветеринарных препаратов.

На основании положений мониторинга на трансграничных с Российской Федерацией территориях областными лабораториями Витебской, Могилевской и Гомельской областей регулярно проводятся мониторинговые исследования по оценке ситуации по бешенству, классической чуме свиней, бруцеллезу, туберкулезу, репродуктивно-респираторному синдрому свиней, парвовирусной инфекции свиней, блютангу, болезни Шмалленберг.

Проводимые мониторинговые исследования в отношении вышеуказанных инфекций позволили обеспечить благополучие наших стран. При этом на протяжении более чем 30 лет сопредельные территории благополучны по бруцеллезу, классической чуме свиней и блютангу.

На основании проводимых мониторинговых исследований для недопущения возникновения бешенства у диких плотоядных животных в буферной зоне (50 км от границы с Россией) ежегодно проводится иммунизация диких плотоядных животных антирабической вакциной из расчета 20–25 приманок на 1 км². Для недопущения классической чумы, репродуктивно-респираторного синдрома и парвовирусной инфекции свиней широкомасштабно проводится иммунизация восприимчивого поголовья соответствующими вирус-вакцинами.

В отношении бруцеллеза, туберкулеза, блютанга, болезни Шмалленберг — только для изучения и контроля за эпизоотической ситуацией.

Таким образом, своевременное проведение мониторинговых исследований на трансграничных территориях Беларуси и России позволяет обеспечить недопущение распространения инфекционных заболеваний.

ИННОВАЦИИ НА РЫНКЕ ЗДОРОВОГО ПИТАНИЯ

Ловкис З.В., генеральный директор Научно-практического центра Национальной академии наук Беларуси по продовольствию, заслуженный деятель науки Республики Беларусь, член-корреспондент НАН Беларуси, д-р техн. наук, профессор

Питание — важнейший фактор укрепления здоровья людей, повышения качества жизни. Обеспечение населения высококачественными продуктами питания продлевает его жизнь, дарит радость от ощущения силы и здоровья. В Республике Беларусь огромное значение уделяется натуральности продукта, обеспечению качества и безопасности пищевой продукции при ее постановке на производство, реализации и импорте пищевых продуктов.

Развитие пищевой промышленности Республики Беларусь ориентировано на формирование благоприятных условий для инновационного прорыва, обеспечивающего переход на качественно новый организационный уровень производств и внедрения суперсовременных технологий, обеспечивающих конкурентоспособность отечественных продуктов питания. В качестве основных факторов инновационного развития пищевой промышленности следует считать создание и широкое распространение новых технологий, оборудования, современных способов организации производства, соответствующего профессионального уровня и квалификации работников, необходимых для конкурентоспособной работы производств. Решением именно этих вопросов и занимается Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию, осуществляющий научное сопровождение всех перерабатывающих отраслей пищевой промышленности республики — мясной, молочной, консервной, кондитерской, масложировой и пищевого концентрата, ликероводочной и пивобезалкогольной, спиртовой, крахмалопаточной и картофелеперерабатывающей, сахарной и других.

С целью повышения эффективности взаимодействия между наукой и производством, повышения отдачи от научных исследований на базе НПЦ по продовольствию создан кластер «Республиканский центр технологий здорового питания».

Для молочной промышленности разработаны технологии производства цельномолочной продукции, сметаны, творога; сыров — мягких, твердых с длительным сроком созревания и хранения, с благородной плесенью; специализированных жидких молочных и кисломолочных продуктов для питания беременных женщин и кормящих матерей; напитков для людей, занимающихся спортом, закваски замороженные концентрированные, сухие концентрированные для использования при производстве молочных продуктов, сыров, смеси сухие для мороженого, в том числе сливочного и пломбир.

Для мясной промышленности разработаны технологии и продукты для профилактического питания со сниженным содержанием фенилаланина, безглютеновые, обогащенные лактозой, витаминно-минеральными комплексами; продукты специального назначения для питания людей, страдающих сахарным диабетом, занимающихся спортом, занимающихся умственным трудом; консервы мясные для профилактического питания детей ран-



него возраста, функциональные продукты (консервы и полуфабрикаты) для питания беременных женщин и кормящих матерей; корма для домашних животных (консервы, сухие корма) с использованием вторичного мясного сырья.

Для здорового питания разработаны и внедрены новые виды обогащенных хлебобулочных и мучных кондитерских изделий для коррекции структуры питания школьников и других групп населения, сбалансированных по белку, углеводам, жирам, обогащенных витаминами, минеральными веществами и пищевыми волокнами, обладающих профилактическими свойствами, направленными на коррекцию нарушений пищевого статуса. Для профилактического питания детей дошкольного и школьного возраста при заболевании целиакией разработаны безглютеновые диетические макаронные изделия, при заболевании фенилкетонурией — диетические макаронные изделия с низким содержанием фенилаланина. Среди новинок хлебобулочные изделия, консервированные спиртом; хлеб, консервированный методом тепловой стерилизации; хлеб и пряники «Шахтерские» для питания людей, занятых тяжелым физическим трудом; гриссини, таралли, кростине, крекеры для питания всех групп населения.

Сотрудниками Центра по продовольствию с целью обновления и расширения ассортимента продуктов детского питания, расширения доступности детского питания для различных категорий семей, созданы и внедрены новые технологии по производству детских продуктов питания с высокой пищевой и биологической ценностью, разработан широкий ассортимент продуктов питания для детей до 3-х лет, дошкольного и школьного возраста на молочной, овощной и мясной основе. Создан ряд продуктов питания для детей с высокой пищевой и биологической ценностью, в т. ч. обогащенных минеральными веществами и витаминами, пищевыми волокнами: плодоовощные соки, нектары, пюре, мясные консервы, йогурты, биопродукты кисломолочные, и др.

Нашими учеными создан ряд новых консервированных плодоовощных продуктов из отечественного продовольственного сырья: консервы из фасоли спаржевой, из кукурузы сахарной, с грибами шиитаке, соки плодоовощные трехкомпонентные, десертный продукт «смузи».

Впервые в Республике Беларусь разработаны новые технологии производства свежих и стерилизованных овощей в упаковке из полимерных материалов, инновационных растительно-мясных и овоще-рыбных консервов, детского питания в упаковке «Пауч», соков в упаковке «bag-in-box».

Наши ученые постоянно создают и новые виды кондитерских изделий диетического назначения, позиционируемых как пищевая продукция «здорового питания»: кондитерские изделия с пониженным содержанием жира,

с пониженным содержанием сахара (или без сахара), с пониженной энергетической ценностью, обогащенные витаминами, минералами, специализированные кондитерские изделия для диетического питания без глютена, без аллергенов.

К новым разработкам, отвечающим требованиям здорового питания, можно отнести мягкие конфеты типа «Нуга», батончики-мюсли с хлопьями и семенами льна, зефир с биологическими антикристаллизаторами, кондитерские изделия с новыми видами жировых начинок повышенной влажности, шоколад без сахара, печенье и шоколад диабетические, мармелад для больных целиакией, зефир и мармелад на пектине, а также кондитерские изделия, обогащенные инулином и олигофруктозой.

Специалистами масложировой отрасли разработаны купажируемые и витаминизированные масла, спреды, обогащенные витаминами, пищевыми волокнами, ликопином и полиненасыщенными жирными кислотами; майонезы, майонезные соусы и соусы на основе растительных масел, масляные экстракты на основе рапсового масла, шампунь и жидкое мыло для детей и др.

Для картофелеперерабатывающей отрасли наши ученые разработали новые технологии обжаренных, быстрозамороженных и сухих картофелепродуктов, сухое картофельное и картофеле-топинамбуровое пюре и чипсы с добавлением топинамбура крокеты, полуфабрикаты мучных изделий, изготовленные с использованием сухого картофельно-топинамбурового пюре, экструзионная гороховая мука, экструзионные, катионные, модифицированные крахмалы, реагент крахмалосодержащий модифицированный для бурения.

Применяемые на сахарных заводах разработанные НПЦ по продовольствию технологии по усовершенствованию производства сахара из сахарной свеклы позволяют эффективно перерабатывать сырье. По специальной технологии, позволяющей сохранить в сахаре ценные нутриенты сахарной свеклы, разработан коричневый сахар.

Впервые в стране разработаны новые виды пищевых концентратов (сухих завтраков) с использованием функциональных пищевых ингредиентов (лактозулы, пищевых волокон, сахарозаменителей, микроэлементов) исключительно из отечественного сырья: подушечки с начинкой с лактусаном и фруктово-ягодным сырьем, гречневые хлопья, хлебцы пшеничными зародышами и витаминной добавкой. Составы компонентов подобраны с учетом физиологических потребностей в полезных веществах людей больных сахарным диабетом и склонных к полноте.

Из новых разработок по безалкогольной отрасли интерес представляют вода «Марьюшка» и «Минералита».

Специалистами НПЦ по продовольствию проводятся маркетинговые исследования рынка пищевых продуктов, а также исследования потребитель-



ских предпочтений по различным группам продовольственных продуктов, работа по популяризации здорового питания через средства массовой информации, разработка рекомендаций по вопросам здорового питания.

LED-ОСВЕЩЕНИЕ: УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССАМИ БИОСИНТЕЗА И МОРФОГЕНЕЗА РАСТЕНИЙ, ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В ПРОИЗВОДСТВЕ ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА ЗАКРЫТОГО ГРУНТА

*Молчан О.В., зав. лабораторией водного обмена и фотосинтеза растений
Обуховская Л.В., вед. науч. сотр. лаборатории водного обмена и фотосинтеза растений*

*Институт экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича
НАН Беларуси*

В Республике Беларусь сегодня существует потребность в разработке и развитии современных инновационных технологий и рентабельного производства продукции растениеводства в тепличных хозяйствах. Одной из таких технологий является культивирование растений в закрытом грунте с использованием светодиодного (Light Emission Diodes — LED) освещения. Сегодня светодиоды применяются в промышленном, уличном, офисном, бытовом и др. освещении. При этом их пока не удается широко использовать для выращивания растений в тепличных хозяйствах. В последние годы с появлением доступных LED-технологий, позволяющих получить световой поток высокой интенсивности, стало возможно их полноценное использование и для промышленного культивирования растений. В связи с этим в мире наблюдается рост интереса к изучению влияния LED-освещения на растительный организм.

К основным преимуществам светодиодов по сравнению с традиционными источниками освещения для культивирования растений относят энерго- и экономическую эффективность, отсутствие значительного теплового излучения и небольшой размер, экологическую безопасность. Кроме того, светодиоды могут излучать свет любой длины волны, в т. ч. ближней ультрафиолетовой и фотосинтетически активной радиации, необходимых для функционирования растительного организма. При этом узкий диапазон длин волн позволяет легко моделировать спектр освещения. В ряде работ было

показано, что LED-облучатели можно использовать для повышения продуктивности культур. Однако большая часть исследований была посвящена эффектам воздействия на рост растений монохроматического освещения в красной или синей областях спектра или их комбинаций. Часто полученные результаты были противоречивы и не подтверждали преимущества светодиодов по сравнению с традиционными источниками освещения. Ряд исследований указывал на видо- и сорто-специфичность восприятия растением LED-освещения. Возможно, это обусловлено тем, что рост и развитие растительного организма, формирование хозяйственно-ценных элементов продуктивности обеспечиваются совокупностью не только фотосинтетических, но и фотоморфогенетических процессов. Качество и количество освещения также влияет на устойчивость растения к стрессовым факторам, регулируя количество и активность компонентов антиоксидантных систем и систем вторичного метаболизма. При этом восприятие растением света определенной длины волны и трансформация его сигнала или энергии в физиологический ответ зависит от многих факторов. Сложность механизмов фоторецепции является основной причиной существующих сегодня трудностей и противоречий в исследованиях по оптимизации режимов LED-освещения для культивирования растений. В настоящее время многие лаборатории мира, в том числе ведущие производители светотехники, работают над определением наиболее благоприятных («оптимальных») спектров LED-излучения для различных видов растений.

Создание специализированного «Биотехнологического LED-комплекса». Для исследования влияния света на физиолого-биохимические процессы растений с использованием LED-излучателей, спектр которых содержит все длины волн видимого и УФ света с различным их соотношением, был создан специализированный «Биотехнологический LED-комплекс» — модельная теплица с изолированными модулями-боксами, оснащенными автоматизированными системами регуляции микроклимата и корнеобитаемой среды. LED-излучатели были изготовлены ГП «ЦСОТ НАН Беларуси». Данную разработку отличает нетиповой и комплексный подход — возможность варьировать освещенность в пределах каждой спектральной составляющей, габариты, пространственное положение источников света, что позволяет определить благоприятные режимы освещения на каждом этапе жизненного цикла растений. В результате проведенных исследований были установлены оптимальные режимы освещения для ряда лекарственных и овощных культур.

Стимуляция LED-освещением биосинтеза фармакологически ценных вторичных метаболитов. Были определены основные требования к LED-освещению при выращивании катарантуса розового и получении лекарственного сырья с повышенным содержанием фармакологически ценных противо-



опухолевых терпеновых индольных алкалоидов винбластина и винкристина, а также аймалицина — алкалоида с гипотензивной активностью. Изучена регуляция путей биосинтеза моно- и димерных алкалоидов, роста и развития лекарственных растений с помощью различных режимов LED-излучения.

Разработка LED-биокомплексов для выращивания зеленных и пряно-ароматических культур в Антарктиде. Были установлены оптимальные режимы LED-освещения для выращивания зеленных и пряно-ароматических культур во время полевого сезона 7 Белорусской антарктической экспедиции (2015–2016 гг.) По скорости ростовых процессов и вкусовым качествам установлены культуры и сорта, предпочтительные для использования в качестве дополнительного источника витаминов и зеленой биомассы в рационе научно-экспедиционного состава.

Культивирование высокостебельных растений томата. В условиях «Биотехнологического LED-комплекса» разработана и протестирована экспериментальная система LED-освещения высокостебельных растений томата. Установлен спектральный состав и интенсивность освещения, при котором растения рассады томата отличаются ускоренными темпами развития и повышенным уровнем физиологических и биосинтетических процессов, имеют более высокий адаптивный потенциал. Показана эффективность боковой LED-досветки в условиях искусственного освещения для увеличения урожая, среднего веса, содержания белка, ликопина, аскорбиновой кислоты, соединений-антиоксидантов плодов.

На КУП «Минская овощная фабрика» организован и оснащен системой LED-досветки опытно-производственный участок. Установлено, что растения рассады высокостебельных сортов томата, полученные в условиях опытного LED-освещения по большинству ростовых и физиолого-биохимических показателей превосходили растения, выращиваемые при традиционном освещении лампами ДНаТ. Предполагается, что более интенсивные процессы роста и развития, повышенные фотосинтетическая и биосинтетическая активности, высокие механическая устойчивость и активность проводящих систем обеспечили рассаде, выращенной при LED-освещении, более высокий адаптивный потенциал и приживаемость при пересадке. Растения, полученные и далее культивируемые при LED-освещении на 14 суток раньше начали плодоносить. Высокие темпы роста и развития при LED-освещении обеспечили также и более интенсивное плодоношение растений высокостебельных сортов томата в условиях опытно-промышленного участка.

Таким образом, светодиодные излучатели сегодня являются перспективным инструментом управления ростом и развитием растений. Особенности LED-освещения позволяют не только заменить инновационными энергоэффективными источниками света традиционно используемые люминесцент-



Культивирование высокостебельных растений томата на опытно-производственном участке, оснащенном системой LED-досветки

ные и натриевые газоразрядные лампы, но и в соответствии с потребностями конкретного вида растения на новом уровне регулировать продуктивность, накопление в растительном сырье продуктов первичного и вторичного метаболизма, тем самым повышая качество, экологическую безопасность, сроки получения и хранения продукции.

ДЕЙСТВИЕ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ЭМБРИОНЫ И СПЕРМУ РЫБ

*Плавский В.Ю., заместитель директора по научной и инновационной работе,
Институт физики им. Б. И. Степанова НАН Беларуси*

*Барулин Н.В., заведующий кафедрой ихтиологии и рыбоводства,
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия*

Интерес к изучению влияния лазерного излучения на эмбрионы и сперму рыб обусловлен двумя причинами:

- а) чисто прикладной (прагматической), заключающейся в использовании стимулирующего действия лазерного излучения на выживаемость и жизнеспособность мальков и их размерно-весовые показатели в условиях индустриального рыбоводства;
- б) чисто фундаментальной, имеющей общебиологический характер, и заключающейся в выяснении закономерностей и механизмов действия лазерного излучения на живые системы.



В настоящем сообщении рассмотрены два аспекта данной проблемы.

Роль монохроматичности и поляризации излучения в реализации его биологического действия на гидробионты

Показано, что кратковременное воздействие низкоинтенсивного излучения видимой области спектра на эмбрионы (оплодотворенную икру) осетровых рыб на стадии органогенеза способно оказывать пролонгированное действие на эмбриональное и постэмбриональное развитие рыб, регистрируемое через 50 суток после процедуры облучения. Биологические эффекты (размерно-весовые характеристики и показатели жизнестойкости рыб к неблагоприятным условиям среды обитания), индуцируемые линейно-поляризованным излучением монохроматического лазерного (гелий-неоновый лазер, $\lambda = 632,8$ нм, $\Delta\lambda \approx 0,02$ нм) и квазимонохроматического светодиодного (максимум спектра излучения $\lambda = 631$ нм, $\Delta\lambda = 15$ нм) источников, практически не отличаются. Переход к широкополосному линейно-поляризованному излучению (белый светодиод, $\lambda = 420-800$ нм) сопровождается снижением биологического действия.

По результатам исследований воздействия на эмбрионы линейно-поляризованного и неполяризованного излучения светодиодного источника, а также линейно-, циркулярно- и неполяризованного излучения гелий-неонового лазера, сделан вывод об определяющем значении типа поляризации в реализации биологического действия излучения. При этом максимальный стимулирующий эффект (на размерно-весовые характеристики и показатели жизнестойкости молоди рыб) наблюдается при воздействии линейно-поляризованного излучения; фотобиологический эффект, индуцируемый в том же дозовом интервале светом естественной поляризации (т. е. неполяризованным), значительно менее выражен; величина стимулирующего действия циркулярно-поляризованного излучения занимает промежуточное значение.

Реакция половых продуктов рыб на воздействие непрерывного, квазинепрерывного и импульсного лазерного излучения

Последние достижения в области физики и техники лазеров сделали доступными для широкого использования лазерные источники, генерирующие излучение в непрерывном, модулированном, квазинепрерывном и импульсном режимах. Однако преимущества и недостатки указанных режимов регуляторного воздействия излучения отнюдь не очевидны. В настоящей работе впервые показано, что при одинаковой средней плотности мощности (3 мВт/см²) излучения с длиной волны 532 нм, несмотря на существенные различия в пиковых значениях интенсивности воздействующего фактора, как непрерывное и квазинепрерывное излучение, так излучение нано- и пикосекундного диапазонов способно в определенном интервале дозовых на-

грузок оказывать как стимулирующее, так и ингибирующее действие на все исследуемые параметры функциональной активности гидробионтов. Характерно, что в случае нано- и пикосекундного режимов стимулирующее действие наблюдается в очень узком диапазоне доз: 30–60 мДж/см². При увеличении дозы наблюдается быстрое подавление функциональных характеристик биологических систем: при дозовой нагрузке 1,8 Дж/см² продолжительности подвижности сперматозоидов сокращается по сравнению с контролем более чем в 2 раза. Эффект также существенно зависит от спектрального диапазона излучения: при воздействии излучения с длиной волны 808; 1176 и 1342 нм наблюдается стимуляция, а при воздействии излучения 632,8; 976 и 1064 нм — ингибирование. Колоколообразный характер дозовых зависимостей при контроле функциональных характеристик отличающихся по своей структурной организации биологических систем свидетельствует, с одной стороны, о «мягком» регуляторном характере действия лазерного излучения, а с другой стороны — об общебиологическом значении полученных результатов.

Зависимость биологической активности низкоинтенсивного лазерного излучения от частоты его модуляции

Выполненные исследования свидетельствуют о выраженной биологической активности лазерного излучения ближней инфракрасной области спектра ($\lambda = 808$ нм), соответствующего так называемому «окну прозрачности биологических тканей». Основанием для вывода о зависимости стимулирующего действия света от режима облучения послужили дозовые кривые ($E = 0,09–1,74$ Дж/см²), полученные в непрерывном и модулированном с частотой $F = 1, 2, 5, 10, 50$ Гц вариантах облучения эмбрионов рыб при постоянной плотности мощности воздействующего излучения. Максимальный стимулирующий эффект наблюдается при частоте модуляции $F = 50$ Гц, $E = 174$ мДж/см², минимальный — при $F = 1$ Гц. Показано, что дозовые зависимости стимулирующего действия характеризуются кривыми с ярко выраженными точками экстремума, величина и энергетическое положение которых определяется частотой модуляции. Среди совокупности дозовых кривых, полученных с использованием непрерывного и модулированного излучения, можно найти энергетический диапазон, в котором фотобиологические эффекты при различных режимах воздействия практически не отличаются.

О механизме действия лазерного излучения на гидробионты

Выполненные исследования позволили сделать вывод, что среди фотофизических процессов резонансной и нерезонансной природы (ориентационное действие света; действие градиентных сил; диполь-дипольные взаимодействия; термооптические процессы), способных вызывать фотобио-



логические эффекты, зависящие от таких лазероспецифических характеристик, как поляризация и когерентность, определяющее влияние в изучаемых в настоящей работе процессах принадлежит ориентационному действию света и диполь-дипольным взаимодействиям. Причем ориентационное действие может проявляться для анизотропных сред с жидкокристаллическим характером упорядочения (прежде всего, доменов мембран и мультиферментных комплексов) как в условиях отсутствия резонансного поглощения, так и для слабо поглощающих структур, и инициировать изменение их конформации, а соответственно и функциональных характеристик. Получены прямые подтверждения жидкокристаллического характера строения сперматозоидов рыб: показано, что приложение постоянного магнитного поля изменяет динамику движения спермиев после их активации водой и влияет на глубину проникновения лазерного излучения в сперму рыб, что может быть обусловлено изменением структуры клеток под действием магнитного поля.

Влияние низкоинтенсивного лазерного излучения на жизнестойкость молоди осетровых рыб

Показано, что кратковременное воздействие лазерным излучением ближней инфракрасной области спектра ($\lambda = 808$ нм) на эмбрионы рыб способно оказывать выраженное влияние на устойчивость стандартной молоди осетровых рыб к дефициту кислорода, наличию токсикантов в среде обитания, а также к действию неблагоприятных температур. Параметрами, определяющими степень повышения жизнестойкости рыб, являются плотность мощности воздействующего излучения и длительность экспозиции, а также частота модуляции излучения. Максимальные различия в чувствительности эмбрионов к непрерывному и модулированному излучению наблюдаются при $F = 1$ Гц; с увеличением частоты модуляции до $F = 50$ Гц величина фотобиологического эффекта приближается к уровню, характерному для непрерывного воздействия. Критическим параметром, определяющим зависимость величины стимулирующего действия от частоты модуляции, является длительность темнового периода (паузы) между импульсами.

Вывод

Кратковременное воздействие низкоинтенсивным лазерным излучением на эмбрионы и сперму рыб может использоваться в практике промышленного рыбоводства для стимуляции оплодотворения, увеличения выживаемости эмбрионов и личинок, стимуляции размерно-весовых показателей, повышения жизнестойкости молоди на момент ее впуска в искусственные и естественные водоемы, в которых она подвержена влиянию разнообразных неблагоприятных факторов среды обитания.

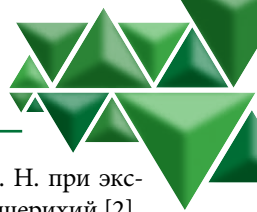
ФОРМИРОВАНИЕ ИММУННОГО ОТВЕТА ПРИ СТАНОВЛЕНИИ ПАЗАРИТО-ХОЗЯИНЫХ ОТНОШЕНИЙ В ЭКОПАЗАРИТАРНЫХ СИСТЕМАХ У МЛЕКОПИТАЮЩИХ

*Полоз С.В., ведущий научный сотрудник
Государственное научно-производственное объединение
«Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси
по биоресурсам»*

В рамках экопаразитарных систем взаимодействие популяций паразита и хозяина подчинено общим биоценотическим закономерностям, их микро- и макроэволюция как динамика живых систем происходит под влиянием общих для всего живого движущих сил: естественного отбора в результате борьбы за существование, наследственности и изменчивости. Пути воздействия паразитов на популяции их хозяев крайне разнообразны, но все они способствуют сохранению стабильности экопаразитарных систем. Нарушение исторически сложившихся взаимоотношений в биоценозах, в том числе и в паразитарных системах, ведет, в свою очередь, к вспышкам паразитарных заболеваний.

Экопаразитарные системы включают сочленов, для которых организм хозяина является первичной средой обитания на одной из стадий цикла развития, что обуславливает особенности механизмов адаптации и эволюции. Собственные обитатели организма млекопитающих, например, бактерии, в определенных условиях приобретают патогенные свойства, вызывают эндогенные инфекционные заболевания и дисбиозы.

Болезни с патологическими состояниями различной этиологии развиваются в зависимости от видового состава паразитоценоза с учетом ресурсных потребностей видовых популяций и их реализации, которые определяются не только количеством ресурса на единицу плотности видовой популяции, но и возможностью существования видовых популяций в определенном «ресурсном поле». Основные возбудители, находясь в организме хозяина, вступают в сложные взаимодействия с другими сочленами паразитоценоза, которые влияют на их дальнейшее существование. Результаты исследований показали, что при сочетании инвазий с бактериальными инфекциями может проявиться угнетающее воздействие бактерий на гельминтов, что согласуется с результатами исследований Павлова Н. В. и Тюльпанова А. Ф.[1] и наоборот. При совместном заражении гельминтами и бактериями патологическое воздействие их в условиях паразитоценоза усиливается, вызывая более тяжелую степень



заболевания. Аналогичные данные были получены Маловым Д. Н. при экспериментальном заражении свиней ассоциацией балантидий и эшерихий [2].

Выраженность проявления острого и хронического течения при экопаразитоценозах находится в сложной зависимости от доз, числа заражений, интервалов между ними, индивидуальной реактивности организма диких и сельскохозяйственных животных.

Особенности иммунного ответа при смешанных паразитозах у млекопитающих животных определяются естественными условиями обитания и интенсификацией производства.

При интенсивной инвазии личинками гельминтов возникают глубокие изменения в обмене белков, в результате чего тормозится синтез и повышается интенсивность катаболизма белков. При инвазировании ассоциациями кишечных нематод установлена значительно выраженная диспротеинемия. При этом отмечается прогрессивное снижение альбуминов и увеличение глобулинов. Содержание альфа-глобулинов находится на более высоком уровне, чем у здоровых животных, увеличивается количество церулоплазмينا, повышается уровень трансферрина. Интенсификация белкового синтеза является компенсаторным приспособлением организма млекопитающих животных на внедрение инвазионных личинок нематод, в качестве стрессового фактора.

У животных с экопаразитозами, сопровождающимися развитием токсических явлений, регистрируется увеличение содержания холестерина, щелочной фосфатазы, АСТ и АЛТ и снижение концентрации альбумина в сыворотке крови. В иммунном статусе у таких животных цитотоксический потенциал лимфоцитов уменьшается, снижается активность В-лимфоцитов, что приводит к уменьшению синтеза IgG, но при этом сохраняется инверсия иммунорегуляторного индекса и низкие адаптационные резервы нейтрофилов.

Формирование иммунного ответа сопровождается развитием аллергических реакций 3-го и 4-го типа. Первая характеризуется повреждением ткани иммунными комплексами. При поступлении в высокоиммунный организм больших количеств антигена образуются циркулирующие иммунные комплексы с IgG и IgM — классов, на которых фиксируется комплемент. В реакции связывания комплемента участвуют в определенной последовательности 9 комплементов. При активизации комплементного фактора C-3, находящегося в плазме крови, образуется анафилатоксин — биологически активный фрагмент комплемента, принимающий участие в развитии воспаления. Он высвобождает из нейтрофильных лейкоцитов SRS-A и лизосомальные ферменты, в результате чего повреждается базальная мембрана сосудистой стенки и функциональных клеток органов. Этот механизм включается при гибели тканевых гельминтов и поступлении большого количества соматических

антигенов, особенно после применения больших доз антигельминтиков. Аллергическая реакция 4-го типа (замедленного) характеризуется развитием гиперчувствительности, при которой сенсibilизированные лимфоциты реагируют со специфическим антигеном в присутствии макрофагов. При этом из лимфоцитов в большом количестве высвобождаются лимфокины, которые приводят к вторичным изменениям. Реакция этого типа развивается при всех гельминтозах как обязательный компонент патологического процесса. Такие реакции могут протекать длительно и иметь пролиферативный характер с изменениями в ретикуло-эндотелиальной системе, гиперпластическими нарушениями фолликулярного аппарата селезенки и лимфатических узлов, нарастанием лимфоидных элементов в кишечнике, печени, легких и других органах, бурной пролиферацией мезенхимальных структур и фагоцитарной реакцией вокруг гельминтов. Такие проявления сопровождают формирование паразитарных гранулем на ранней фазе инвазионного процесса и могут рассматриваться как проявление иммунитета, ограничивающее развитие паразита.

Элементы защитного характера возникшей аллергической реакции проявляются в ускоренной элиминации паразитов при повторных инвазиях, в освобождении части гельминтов при чрезмерно интенсивных инвазиях, в снижении репродуктивной функции гельминтов, а также в образовании препятствий для мигрирующих личинок с целью их последующего обезвреживания, особенно в случаях суперинвазий.

При остром течении инвазионного процесса организм млекопитающих отвечает на интервенцию гельминтов формированием антител. Инвазирование млекопитающих приводит к повышению уровня иммуноглобулинов классов G и M в сыворотке крови.

Из факторов естественной защиты организма большое значение принадлежит лизоцимной активности (ЛАСК) и бактерицидной активности сыворотки крови (БАСК), отражающих уровень естественной резистентности организма животных. Смешанная инвазия приводит к снижению уровня лизоцимной и бактерицидной активности сыворотки крови, что свидетельствует о супрессивном воздействии на естественную резистентность организма млекопитающих как в острую, так и в хроническую стадию инвазионного процесса.

Таким образом, при существующем многообразии патогенов разных таксонов трудно представить обособленную инвазию или инфекцию. В естественных условиях в организме каждого животного встречаются ассоциации паразитирующих форм, представляющих собой совокупность различных патогенов, обуславливающих возникновение тех или иных болезней. Многообразие взаимоотношений между паразитом и хозяином обуславливает сложный патогенез ассоциативных паразитозов. Принципиально важным в формировании патологического процесса является отсутствие сте-



рильного (истинного) иммунитета при паразитарных болезнях, поэтому основные направления иммунологического процесса зависят от биологических особенностей возбудителя, что требует разработки новых методологических подходов в научных исследованиях, а также разработки соответствующих схем и методов при проведении оздоровительных мероприятий.

Список использованной литературы

1. Павлова Н.В., Тюльпанов А.Ф. О взаимодействии личинок гельминтов и бактерий. — Труды Московского пушно-мехового института, 1954, Т. 5. — С. 345–351.
2. Малов Д.Н. Ассоциативное проявление балантидиоза и эшерихиоза свиней: эпизоотология, меры борьбы: Автореф. дис. канд. вет. наук / Д.Н. Малов. — Н. Новгород, 2004. — 20 с.

РОЛЬ НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ЦЕНТРА ТЕПЛИЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ИННОВАЦИОННОМ РАЗВИТИИ ИНТЕНСИВНОГО ОВОЩЕВОДСТВА

*Романьков Д.А., доцент кафедры плодовоовощеводства, канд. с.-х. наук
Дулевич Л.И., профессор кафедры агробизнеса, канд. экон. наук
Учреждение образования «Белорусская государственная
сельскохозяйственная академия»*

В настоящее время в Республике Беларусь промышленное значение имеет 21 тепличный комбинат с общей площадью остекленных теплиц около 240 га. За последние 12 лет было построено около 60 га новых современных теплиц. Вместе с тем имеются теплицы с возрастом 35 и более лет с низкой энергетической эффективностью [2, 4].

На рынке как Беларуси, так и России существует высокая ценовая конкуренция овощей из ряда стран с более благоприятным климатом. По данным Ассоциации «Теплицы России» около 70 % рынка тепличных овощей в Российской Федерации занято импортом. Тепличный сектор России представлен и успешными компаниями, модернизовавшими более половины своих площадей и внедряющими передовые технологии выращивания, включая светокультуру, а также хозяйства с отрицательной рентабельностью.

Одной из причин, оказывающих негативное влияние на формирование устойчивого развития рынка овощей защищенного грунта, является посто-

янное повышение цен на материалы и энергоносители. Совокупность ежегодных затрат на отопление составляет около 50 % всех расходов на производство овощей в защищенном грунте в течение отопительного периода как для белорусских, так и для российских предприятий. В структуре затрат белорусских предприятий около 80–90 % составляют импортные закупки теплоносителей, семян, удобрений, средств защиты, минеральной ваты, лотков и т. д. [2].

В Российской Федерации отношение к отрасли за последние годы меняется. Определены первоочередные задачи, содействующие развитию отрасли — изменение условий поставки газа, совершенствование строительных норм, правил и норм технологического проектирования, разработка комплекса мер по стимулированию спроса на российскую продукцию тепличного овощеводства, предложения по повышению уровня научно-технологического и кадрового обеспечения тепличного овощеводства в Российской Федерации, предусматривающие в том числе создание учебно-консультационного технологического центра по реализации программ обучения и повышения квалификации специалистов, меры поддержки в виде субсидирования тепличным предприятиям части расходов на полную реконструкцию и строительство новых энергоэффективных тепличных комплексов.

На инвестиционном форуме «Тепличные комплексы России 2016» было констатируемо увеличение площадей защищенного грунта с 1700 га в 2012 г. до 2355 га в 2016 г., для обслуживания которых необходимо 500–600 высококвалифицированных специалистов [1, 3].

Стратегия развития современного рынка продукции защищенного грунта (овощей, цветов и декоративных растений) в Российской Федерации и Республике Беларусь на ближайшую перспективу предусматривает значительное сокращение импорта за счет увеличения собственного производства до 840 тыс. тонн и 115 тыс. тонн тепличных овощей соответственно. Для достижения таких показателей необходимо увеличение площадей теплиц до 1500 га в России и до 270 га в Беларуси.

Современное овощеводство защищенного грунта — одна из наиболее наукоемких и интенсивно развивающихся отраслей сельского хозяйства, требующая постоянного внедрения новейших научно-технических разработок и соответствующей подготовки специалистов.

Главным решающим фактором эффективности производства и получения высокой урожайности является квалификация и опыт специалистов, особенно в связи с изменением и совершенствованием тепличных технологий каждые 2–5 лет.

В тепличном секторе Российской Федерации существует рынок специалистов с высоким уровнем знаний и опытом работы, такие работники востре-



бованы, но их недостаточно. Прогнозируемый пик потребности в специалистах наступит через 4–6 лет. Сегодня в России востребованы агрономы-консультанты из Нидерландов и других стран, и спрос на их услуги растет, несмотря на высокую стоимость. Это при том, что зарубежные консультанты крайне неохотно делятся знаниями с нашими специалистами. Они дают консультации по решению конкретной проблемы, но это нельзя считать обучением. В ближайшее время на юге России должен появиться учебно-технологический консультационный центр по современным проблемам защищенного грунта [1].

Очевидно, что и в Беларуси созрела необходимость в создании современного инновационного научно-образовательного центра тепличных технологий для решения следующих задач: подготовка специалистов высшего образования и научных кадров высшей квалификации (аспиранты, докторанты) для Союзного государства; повышение квалификации специалистов предприятий защищенного грунта; научно-технологическое сопровождение производства овощей в тепличном хозяйстве; другие задачи в соответствии с текущими потребностями.

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия выступает инициатором создания такого центра. Академии присвоены: статус ведущего аграрного вуза в национальной системе образования Республики Беларусь, статус научного учреждения. Имеется ряд аттестаций, с том числе Министерства образования Республики Беларусь и Министерства образования и науки Российской Федерации, на соответствие международным стандартам в области образования.

Проект создания научно-образовательного центра тепличных технологий (ЦТТ) представляет собой реализацию инновационной идеи «обучения на практике». Сочетание научных исследований, обучения и производства овощных и других растений с использованием новейших и прогрессивных технологий выращивания позволит, в конечном итоге, получить высокообразованного творческого специалиста, обладающего знаниями и навыками для обеспечения эффективной работы современного высокотехнологичного тепличного комплекса.

На ЦТТ планируется возложить функции подготовки специалистов с высшим образованием (25 и более человек в год) и повышение квалификации персонала тепличных предприятий Союзного государства (около 150 человек в год), а также координирующего консультативно-аналитического центра, в том числе с использованием интернет-технологий в режиме реального времени.

Планируемый источник инвестиций — Программа Союзного государства. Для реализации инновационного проекта требуется около 5,5 млн долл. США. Простой срок окупаемости без учета продолжительности строитель-

ства составляет 9,8 лет. Проект является финалистом конкурса инновационных проектов Республики Беларусь в 2015 г. Строительство Центра тепличных технологий планируется в три этапа.

Воплощение инновационного проекта по созданию центра тепличных технологий позволит внести вклад в основу благосостояния — здоровья нации, а также в обеспечение продовольственной безопасности стран-членов Союзного государства.

Список использованной литературы

1. Гавриш, С.Ф. Как найти и подготовить специалиста тепличных технологий? / С.Ф. Гавриш, В.Г. Король. — 23.08.2016 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: greentalk.ru/topic/5759/ — Дата доступа: 10.05.2017.
2. Германович, И.Л. Почем грунт лиха // СБ: Беларусь сегодня. — 16.09.2015. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.sb.by/articles/pochem-grunt-likha.html> — Дата доступа: 10.05.2017.
3. Итоги инвестиционного форума «Тепличные комплексы России 2016» / Агротепличные комплексы России: инвестиции, инновации, обустройство. — 07.12.2017. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: www.greenhousesforum.com/ — Дата доступа: 10.05.2017.
4. Романьков, Д. Инновации в защищенном грунте // Земля и люди. — 14.12.2016. — [Электронный ресурс]. — Режим доступа: zil.mogved.by/content/innovacii-v...grunte/stati — Дата доступа: 10.05.2017.

НАУЧНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОТРАСЛЕЙ КАРТОФЕЛЕВОДСТВА, ОВОЩЕВОДСТВА И ПЛОДОВОДСТВА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Турко С.А., генеральный директор РУП Научно-практический центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству»

Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству является головным научным, координационным и методическим учреждением Республики Беларусь в области картофелеводства, плодоводства и овощеводства. В состав научно-практического центра входят следующие дочерние предприятия: РУП «Институт плодоводства», РУП «Институт овощеводства», РУП «Толочинский консервный завод».



Основными направлениями деятельности Научно-практического центра НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству являются:

- создание высокоурожайных сортов нового поколения, устойчивых к основным заболеваниям и адаптивных к критическим факторам среды;
- совершенствование систем семеноводства и питомниководства, полное обеспечение республиканской и экспортной потребности в семенном и посадочном материале;
- разработка и внедрение новых специализированных технологий производства картофеля, овощной и плодово-ягодной продукции с учетом нового поколения сельскохозяйственной техники и направления использования урожая;
- подготовка и повышение квалификации кадров для максимальной реализации в производстве научных достижений;
- научное сопровождение производства картофеля, овощей, плодов и ягод в республике.

Важнейшими факторами развития и стабилизации отраслей растениеводства являются наличие высокопродуктивных сортов с различным целевым назначением урожая и высококачественного семенного и посадочного материала.

Ученые Научно-практического центра проводят селекцию по 40 овощным и 35 плодовым, ягодным и орехоплодным культурам. Только за последние шесть лет (с 2011 г.) в Научно-практическом центре НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству создано 13 новых сортов картофеля, 29 сортов плодовых и ягодных культур, 23 сорта и гибрида овощных культур.

На настоящий момент в Государственный реестр сортов Республики Беларусь внесено 47 сортов картофеля белорусской селекции, 129 сортов и подвоев плодовых и ягодных культур, 131 сорт и гибрид овощей. Необходимо отметить, что отечественные сорта картофеля в структуре посадок в республике занимают 75 %, плодовые и ягодные — 62 %, овощные — 28 %.

На сегодня отечественный ассортимент картофеля, плодов, овощей открытого грунта полностью закрывает потребности республики в целевом урожае для использования в свежем виде и для различных видов промышленной переработки.

Генетический потенциал продуктивности новых отечественных сортов картофеля составляет 60,0–75,0 тонн/га, но в настоящее время в силу ряда объективных и субъективных причин, редко реализуется в производстве более чем на 50 %. В то же время высокий потенциал продуктивности новых белорусских сортов картофеля подтвержден в ряде крупных сельхозпредприятий республики. Так, внедрение новых высокопродуктивных сортов в дочернем предприятии РУП «Толочинский консервный завод» позво-

лило получить среднюю урожайность по хозяйству на уровне 50,0 тонн/га, а сорта Палац и Лель показали результат на уровне 58,3 и 55,9 тонн/га соответственно.

Помимо традиционных направлений (высокая потенциальная урожайность, крахмалистость, устойчивость к патогенам и вредителям) в соответствии с общими мировыми тенденциями, белорусская селекция картофеля в последние годы ориентирована на создание сортов с принципиально новыми параметрами, это:

- сорта с окрашенной кожурой и мякотью клубней;
- сорта с повышенной антиоксидантной активностью для диетического питания;
- пригодность к вакуумированию (для системы общественного питания и торговли);
- пригодность к промышленной переработке без прогревания (рекондиционирования) и бланширования;
- пригодность для производства замороженных овощных смесей;
- сорта для органического земледелия — крупноклубневые с комплексной устойчивостью к основным болезням картофеля.

Для кардинального улучшения ситуации в семеноводстве картофеля Научно-практическим центром была инициирована и разработана новая система семеноводства картофеля, согласно которой Центр взял на себя функции по объему производства и обеспечению качества оригинальных семян. Вклад Центра составляет 100 % в производстве исходных растений *in vitro* в республике, 27 % — первого клубневого поколения и 16 % — супер суперэлиты картофеля.

Институтом овощеводства по капусте белокочанной создана линейка сортов и гибридов всех групп спелости. Созданные сорта показали высокие результаты в системе государственного испытания. В частности, урожайность раннеспелого гибрида Илария была на уровне лучших зарубежных аналогов — 56,1 тонн/га. Позднеспелый гибрид Аватар обеспечил 78,2 тонн/га, гибрид Белизар — 79,9 тонн/га, гибрид Добрава — 86,6 тонн/га. Гибриды Аватар и Илария обладают генетической устойчивостью к фузариозному увяданию.

Высокие достижения отечественных селекционеров подтверждены зарубежными польскими и немецкими учеными, урожайность белорусских гибридов на опытных зарубежных станциях достигала 131 тонн/га.

Окончательная цена гибридных семян, произведенных РУП «Институт овощеводства», для производителей овощей может составить 300–400 евро за кг, что в 5–7 раз меньше стоимости зарубежных аналогов. Учитывая, что средняя урожайность капусты белокочанной по стране составляет 35 тонн/



га, доля затрат на семена при нынешней конъюнктуре цен при использовании отечественных семян составляет 8 %, а импортных — 48 %.

Стоимость белорусских сортовых семян лука репчатого в 8–10 раз ниже стоимости семян импортных гибридов. Учитывая, что средняя урожайность лука репчатого по стране составляет 20 тонн/га, доля затрат на семена при нынешней конъюнктуре цен при использовании отечественных семян составляет 6 %, а импортных — 50 %.

В 2016 году в КФХ «Дружба и К» Смолевичского района при использовании семян отечественных гибридов себестоимость 1 кг капусты составила 0,03 руб., а импортных — 0,08 руб., при использовании семян отечественных сортов себестоимость 1 кг лука репчатого достигала 0,22 руб., а импортных — 0,30 руб.

Благодаря научным исследованиям и поддержке в рамках государственных программ развития отрасли плодоводства производство плодов и ягод в республике существенно увеличилось: во всех категориях хозяйств, включая личные подсобные, — с 301,7 тыс. тонн в 2011 г. до 705,4 тыс. тонн в 2016 г.; а в сельхозпредприятиях и крестьянских (фермерских) хозяйствах — с 65,1 тыс. тонн в 2011 г. до 146,2 тыс. тонн в 2016 г. (рост — 225 %). В структуре новых интенсивных насаждений сортами белорусской селекции занято более 70 % плодовых культур и 50 % — ягодных.

Республика вышла на полное самообеспечение посадочным материалом плодовых и ягодных культур. С использованием сортов и технологий РУП «Институт плодоводства» в 2011–2015 гг. разработано 56 комплектов технологической документации на закладку интенсивных садов и ягодников в хозяйствах республики всех форм собственности на площади 5,2 тысяч гектаров.

Ярким примером успешного развития плодоводства является деятельность РУП «Толочинский консервный завод» (более 500 га плодово-ягодных насаждений), СПК «Прогресс-Вертелишки», СПК им. В. И. Кремко, СПК «Озеры» Гродненского района, СПК «Остромечево» Брестского района и др.

В области технологического обеспечения отраслей с 2011 г. учеными Научно-практического центра разработаны и доведены до потребителя:

- 9 новых технологий производства семенного и продовольственного картофеля;
- 46 технологических регламентов производства плодов и ягод, посадочного материала плодовых и ягодных культур, в том числе оздоровленного посадочного материала, а также хранения и переработки плодов и ягод;
- 29 технических нормативных правовых актов (стандарты, изменения в стандарты, технические условия);

– 20 ресурсо-энергосберегающих и экологически безопасных технологий выращивания овощных и пряно-ароматических культур и современные средства механизации для производства овощей.

Для оперативного принятия решений на республиканском и областном уровнях постоянно осуществляется мониторинг состояния посевов за формированием урожайности картофеля и плодовоовощных культур.

НАУЧНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ОТРАСЛИ РАСТЕНИЕВОДСТВА В БЕЛАРУСИ

Урбан Э.П., д-р с.-х. наук, заместитель генерального директора по научной работе РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»

Республика Беларусь располагает 7,6 млн га сельскохозяйственных угодий, в том числе 4,7 млн га занимают пахотные земли. Почвенный покров Беларуси отличается большим разнообразием, что обусловлено, в основном, неоднородностью почвообразующих пород, характером рельефа, разнообразием водного режима, растительности и других факторов.

В условиях Беларуси 37,6 % пашни расположено на суглинках и глинах, 42,5 % — на супесях и 13,65 — на песках. Песчаные и супесчаные подстилаемые песками почвы, доля которых составляет более 50 %, характеризуются неустойчивым водным режимом, низким уровнем естественного плодородия (в эквиваленте 12 ц/га зерна), невысоким содержанием гумуса (1,7–2,1 %). В целом климат Беларуси характеризуется как умеренно-континентальный, влажный, с мягкой зимой и прохладным летом. Среднегодовая норма осадков составляет около 600 мм. В особенно влажные годы их количество может достигать 1000 мм, а в наиболее сухие уменьшается до 400 мм и менее.

В структуре посевных площадей зерновые и зернобобовые культуры занимают 53 % (2,6 млн га), силосные (главным образом, кукуруза) — 17,5 %, масличные культуры (рапс озимый и яровой) — 9 %, многолетние травы — 13,6 %, сахарная свекла — 2,1 %, лен — 1,1 %. Около 80 % растениеводческой продукции республики предназначено для производства травяных и концентрированных кормов с целью обеспечения отрасли животноводства.



В целях повышения координации программ научного обеспечения в растениеводстве, комплексности научных исследований Указом Президента Республики Беларусь в 2006 г. был создан «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по земледелию». Головной организацией определен бывший институт земледелия и селекции, а Институт почвоведения и агрохимии, Институт защиты растений, Институт мелиорации, Полесский институт растениеводства, Институт льна, Опытная научная станция по сахарной свекле, два сельскохозяйственных предприятия («Шипяны» и «Путчино») вошли в состав центра в качестве дочерних. Центр осуществляет координацию научно-практической деятельности двух зональных институтов и четырех областных сельскохозяйственных опытных станций.

Основными направлениями научной деятельности Центра являются совершенствование систем земледелия; создание высокопродуктивных, высококачественных сортов и гибридов зерновых, зернобобовых, масличных и кормовых культур; разработка экономически обоснованных и экологически безопасных технологий производства продукции растениеводства; создание банка генетических ресурсов сельскохозяйственных культур в целях практического использования в селекции, производстве и для межгосударственного обмена.

В последние годы наблюдается устойчивая тенденция роста урожайности и валового сбора зерна в Республике Беларусь. В среднем ежегодно урожайность прирастала на 1,8 ц/га, а валовой сбор — на 433,7 тыс. тонн. Это позволило выйти на сбор зерна более 9 млн тонн. В этих результатах неоспорима значительная доля растениеводческой науки.

Учеными Центра разработана научно-обоснованная структура посевных площадей, которая позволяет разместить все культуры по оптимальным предшественникам, что обеспечит дополнительное производство (до 500 тыс. тонн) зерна при сохранении прежнего уровня интенсификации (объем затрат удобрений, средств защиты и т. д.), дополнительно получить около 130 тыс. тонн сырого белка и сократить импорт белкового сырья, дополнительно получить 4,5–5 млн тонн зеленой массы, что эквивалентно производству 1 млн тонн молока.

С учетом решения проблемы самообеспечения страны продовольствием и конъюнктуры закупочных цен, за последние годы значительно расширились площади под тритикале, пшеницей, рапсом, картофелем при сокращении картофеля, корнеплодов, ржи и ячменя.

В Центре по земледелию результативно ведется селекция и производство оригинальных семян 42 культур. Белорусские сорта в настоящее время занимают более 75 % посевных площадей, отводимых под зерновые в республи-

ке, а по таким культурам, как рапс и рожь, от 93 до 99 %. За пределами Беларуси зарегистрировано более 80 отечественных сортов. Широкое распространение в Нечерноземной зоне и Центрально-Черноземном районе Российской Федерации получили ценные по качеству сорта яровой пшеницы Дарья и Сударыня; озимой ржи Пуховчанка, Верасень, Жнивень, Веснянка; ячменя Гонар, Атаман, Зазерский 85; ярового рапса Неман, озимого рапса Лидер, Зорны и др.

За последние годы в республике практически решена проблема обеспечения собственным растительным маслом за счет расширения посевов рапса. За 2006–2017 гг. в Государственный реестр Беларуси включены 34 сорта и гибриды крестоцветных культур, 12 сортов включено в Госреестр Российской Федерации. В 2016 г. в республике 90 % площадей занимали сорта селекции центра.

Более половины посевных площадей кукурузы засеваются белорусскими семенами. Крупным достижением является создание впервые в истории Беларуси собственных гибридов кукурузы. Уже более 50 % площадей приходится на долю белорусских гибридов.

Одной из важнейших проблем в республике является производство травянистых кормов. Основным источником растительного белка в них являются многолетние бобовые и бобово-злаковые травы. Поэтому стратегическое направление в травосеянии — это расширение площадей и спектра видов многолетних бобовых трав. Создана система из 8 видов и 24 сортов многолетних бобовых трав, позволяющая расширить ареал их возделывания, обеспечивающая зеленый и сырьевой конвейеры с продуктивностью зеленой массы до 400–700 ц/га. Они предназначены для различных типов почв, что позволяет охватить все регионы республики бобовыми травами, обеспечивающими даже на супесчаных и глеевых почвах продуктивность на уровне 50 ц/га кормовых единиц.

Введен в культуру сельскохозяйственного производства вид бобовой травы эспарцет для легких почв с недостаточной влагообеспеченностью, создан отечественный его сорт, обеспечивающий урожайность 300–400 ц/га зеленой массы или 7,5–8 тонн сухого вещества, 7 ц/га переваримого протеина.

Впервые в республике с использованием методов биотехнологии созданы межродовые овсянчно-райграсовые гибриды фестулолиум, характеризующиеся не только высокой продуктивностью, но и высоким, на уровне клевера, содержанием белка в сухом веществе (22 %), содержание обменной энергии достигает 11,7 МДж/кг, что находится на уровне зерна кукурузы.

Центром разработана для республики Программа развития селекции и семеноводства зерновых, зернобобовых, технических и кормовых сельско-



хозяйственных растений. В 2006 г. в РУП «Научно практический центр НАН Беларуси по земледелию» создан национальный банк генетических ресурсов растений. Целевые признаковые, стержневые коллекции, и коллекционные образцы стали научным объектом национального достояния Республики Беларусь. Беларусь стала членом ECPGR и AEGIS, налажен обмен генофондом с зарубежными генбанками и международными научными центрами.

Важное ресурсосберегающее значение в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур имеет разработка новых форм комплексных минеральных удобрений со сбалансированным соотношением элементов минерального питания для отдельных культур или групп культур. Институтом почвоведения и агрохимии разработан ряд новых форм удобрений для льна, сахарной свеклы, рапса, озимых и яровых зерновых культур, пивоваренного ячменя, гречихи, овощных культур открытого грунта, многолетних трав. Институтом защиты растений разработана интегрированная система защиты растений от вредителей, болезней и сорняков, так как природно-климатические условия республики Беларусь благоприятны для распространения и развития более 65 видов наиболее опасных вредителей, 100 видов болезней культурных растений и 300 видов сорных растений. За последние годы Институт защиты растений разработал более 30 технологий по защите от вредных организмов: зерновых и зернобобовых культур, сахарной свеклы, льна-долгунца, многолетних трав, овощных и плодово-ягодных культур. Созданы микробиологические препараты для защиты растений от вредных организмов на основе высокоактивных штаммов энтомопатогенных грибов, бактерий и нематод, грибов-антагонистов.

В Госреестр республики включено 11 сортов льна-долгунца и 4 сорта льна масличного. Эти сорта обладают принципиальной новизной. В сравнении с известными мировыми аналогами они отличаются большей экологической пластичностью и стабильностью реализации генетического потенциала.

Завершенные научные разработки РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» внедряются в производство посредством разработки организационно-технологических нормативов возделывания зерновых, зернобобовых, крупяных культур, реализации элитопроизводящим хозяйствам в необходимых объемах оригинальных семян новых районированных сортов, организации производства препаратов по защите растений от вредных объектов, производства новых форм комплексных макро- и микроудобрений и т. д.

СЕЛЕКЦИОННО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОВЫШЕНИЯ ПЛЕМЕННЫХ И ПРОДУКТИВНЫХ КАЧЕСТВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ В БЕЛАРУСИ

*Шейко И.П., академик НАН РБ, первый заместитель генерального директора
РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству»*

Мир вступил в XXI в. с множеством нерешенных проблем, среди которых продовольственная остается наиболее важной, острой и насущной. Отсюда основная задача животноводства — устранение дефицита продуктов питания путем интенсификации животноводства. Изучение состояния животноводства, играющего решающую роль в продовольственном обеспечении населения, приобретает особую значимость. Во многих странах существует продовольственный дефицит. По данным Всемирной организации продовольствия, в начале XXI века модель потребления продовольствия такова: для развитых стран в среднем 800 кг зерна на человека в год (100–150 кг в виде хлеба, круп и т. д. и 650–700 кг в переводе на мясо, яйцо, молоко и пр.); для самых бедных — 200 кг на человека в год (в виде хлеба).

Для Беларуси высокоразвитое животноводство является основой обеспечения продовольственной безопасности страны, так как в этой отрасли производится более 65 % стоимости валовой продукции сельского хозяйства и от ее эффективной работы во многом зависит экономическое благополучие большинства сельскохозяйственных организаций республики.

Осуществляемые в течение последних лет мероприятия по выполнению Государственной программы возрождения и развития села на 2010–2016 гг. и на период до 2020 г. позволили обеспечить производство в 2015 г. всеми категориями хозяйств более 6,7 млн т молока, 1650 тыс. т мяса скота и птицы (в живом весе). В расчете на душу населения в целом по республике произведено 730 кг молока и 168 кг мяса.

Эти объемы производства животноводческой продукции обеспечивают внутренние потребности республики и экспортный потенциал. Как свидетельствует анализ, в последние 5–7 лет более 55 % произведенного в стране молока и около 30 % мяса поставляется на внешний рынок. По мнению экспертов, около 60–65 % молочной продукции, произведенной в стране, в ближайшем будущем будет отправляться на экспорт.

Дальнейшее развитие племенного животноводства, наряду с улучшением кормовой базы и созданием прогрессивных технологий содержания, являет-



ся определяющим фактором в качественном преобразовании всего животноводства республики, повышения его конкурентоспособности.

В последние десятилетия значительно изменилось направление и ускорились темпы микроэволюционных процессов в популяциях сельскохозяйственных животных, особенно в связи с интенсификацией селекционной работы, направленной на выведение и совершенствование пород, отвечающих экономическим, промышленным и эстетическим требованиям человека. Достижение поставленных задач не возможно без разработки и внедрения новых биотехнологических методов, таких как клеточные репродуктивные технологии, маркер-зависимая селекция, генная и клеточная инженерия.

В настоящее время животноводство в стране располагает достаточно высоким генетическим потенциалом: удой на корову находится на уровне 8,5–9,0 тыс. кг молока за лактацию, среднесуточный прирост бычков на откорме — 1350–1500 г, свиней-гибридов — 850–900 г, что позволяет производить конкурентоспособную продукцию. Следует отметить, что только за последние 5 лет генетический потенциал в молочном скотоводстве возрос на 1–1,5 тыс. кг молока за лактацию. Это стало возможным благодаря использованию современных технологий. В том числе по ДНК-маркерам.

Реализация селекционных проектов в рамках республиканских комплексных программ позволила завершить работу по выведению новых конкурентоспособных пород и типов сельскохозяйственных животных: белорусской мясной породы свиней, белорусской черно-пестрой породы крупного рогатого скота, белорусской упряжной породы лошадей, белорусской крупной белой породы свиней, ряда заводских типов.

Новые селекционные достижения в животноводстве (породы, типы, линии) являются не только средством производства высококачественной продукции животноводства, но и достоянием отрасли. Подтверждение этого — животные белорусской мясной породы свиней, дважды вошедшие в Государственный реестр научных разработок, составляющие национальное достояние республики.

Уровень и темпы селекционно-племенной работы на ближайшую перспективу определены Республиканской комплексной программой по племенному делу в животноводстве до 2020 г., в которой предусмотрена система мер по улучшению племенных и продуктивных качеств разводимых и выведению новых пород, типов, линий и кроссов, разработка и внедрение новых методик оценки племенных качеств животных, распространение высокого потенциала на товарное животноводство республики.

Главная цель селекционно-племенной работы в молочном скотоводстве на нынешнюю и последующую пятилетку заключается в дальнейшем повышении генетического потенциала молочного скота белорусской черно-пестрой

породы до уровня 9,5–10 тыс. кг молока с содержанием жира 3,6–3,9 % и белка 3,2–3,4 % и более. Решение этой задачи уже осуществляется в республике за счет формирования в активной части популяции белорусской черно-пестрой породы (племенного массива примерно 700 тыс. коров) с долей кровности более чем 50 % по голштинско-фризской породе. К 2020 г. в Беларуси планируется создать новую белорусскую породу в молочном скотоводстве «Белголштин» с генетическим потенциалом 12 и более тыс. кг молока за лактацию.

Наиболее полная реализация продуктивности будет осуществляться за счет использования выдающихся быков-производителей голштинской породы мирового уровня, а также на основе интенсивного выращивания ремонтного молодняка и полноценного кормления животных на всех этапах производственного процесса.

Важнейшим звеном племенной работы является создание высокопродуктивных селекционных стад — источника получения матерей быков. Численность коров в них будет доведена к 2020 г. до уровня 10 000 и более голов. Относительная величина селекционного индекса по комплексу признаков не ниже 120 %. На всех «быкопроизводящих» коров заводится генетический паспорт, который выдается специализированной лабораторией генэкспертизы.

Для получения высокопродуктивного специализированного в молочном направлении скота племенным заводам и сельскохозяйственным организациям, работающим по республиканской программе, необходимо:

- обеспечить обеспечить ежегодную реализацию на элеверы ремонтных бычков новых генераций в количестве не менее 850–1000 голов, для получения 170 быков-производителей с оценкой племенной ценности более 120 единиц комплексного племенного индекса;
- обеспечить товарное молочное скотоводство республики племенной продукцией под полную потребность с целью увеличения продуктивности дойного стада в ближайшие годы в среднем по республике до 6,5–7,0 тыс. кг молока на корову в год.

В современных условиях максимальный селекционный прогресс достигается при использовании в племенной работе принципов крупномасштабной селекции, базирующихся на разработке и реализации оптимизированной селекционной программы, обеспечивающей максимальный генетико-экономический эффект на основе популяционной генетики.

Ученые НППЦ НАН Беларуси по животноводству освоили новую методику племенной ценности скота, ДНК-технологии и ряд биотехнологических приемов и методов, позволяющих в 1,5–2 раза ускорить темпы селекции.

В настоящее время в Республике Беларусь осуществляется ряд мер по переходу на новую систему племенной работы в свиноводстве.



Целями создания новой системы являются:

- повышение эффективности производства свинины на основе создания современных систем селекции, кормления и содержания животных;
- увеличение производства свинины в Республике Беларусь до 550–600 тыс. тонн и более;
- на основе селекционно-генетических приемов и методов, а также использования ДНК технологий планируется получение конкурентоспособного высокопродуктивного белорусского гибрида с продуктивностью: среднесуточный прирост от рождения до 100 кг — 600 г, в т. ч. на откорме — 900 г, затраты корма на 1 кг прироста — 2,9 кг, толщина шпика — 14–16 мм, мясность туши — 63–65 %.

При внедрении перспективной системы племенной работы в свиноводстве предусматривается, что племзаводы первого порядка (нуклеусы) — предназначены для производства чистопородных элитных животных с целью дальнейшего их тиражирования в племрепродукторах; селекционно-гибридные центры и племенные фермы крупных промышленных комплексов, работающие по селекционным программам, предназначены для получения родительских стад двухпородных свиноматок (F1) с целью поставки их на товарные комплексы для производства гибридного молодняка и последующего его откорма.

Предлагаемые мероприятия позволят получать гибридный молодняк свиней, достигающий живой массы 100 кг в 160–170 дневном возрасте, существенно (на 5–6 %) повысить содержание мяса в тушах, и тем самым достичь требований Европейских стандартов (63–65 %).

Заключение

При конструировании структуры животноводства надо исходить из возможностей кормовой базы. Главная задача — определить оптимальное соотношение жвачных и моногастричных животных, основу рациона которых составляет зерно. Это одна из актуальнейших проблем науки и практики. Логическим продолжением является создание региональных систем животноводства, в полной мере отвечающих конкретным возможностям растениеводства. Но в любом регионе объемы животноводства должны планироваться только с учетом полного обеспечения питательными веществами, в особенности белком, исходя из разработанных наукой норм, рассчитанных на наиболее полную реализацию уже созданного генетического потенциала продуктивности. Необходимо отрасли животноводства строить на основе интенсификации, только так можно сделать отрасль рентабельной и конкурентоспособной, обеспечить население качественными продуктами животноводства по приемлемым ценам.

ТЕХНОЛОГИЯ ФИТОРЕКУЛЬТИВАЦИИ ВЫРАБОТАННЫХ ТОРФЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НА ОСНОВЕ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ КЛЮКВЫ КРУПНОПЛОДНОЙ И СОРТОВОЙ ГОЛУБИКИ: ОПЫТ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕЕ ОСВОЕНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ И СОПРЕДЕЛЬНЫХ ГОСУДАРСТВАХ

*Яковлев А.П., заведующий лабораторией экологической физиологии растений
Государственное научное учреждение «Центральный ботанический сад
Национальной академии наук Беларуси»*

Неизбежным следствием промышленной добычи торфа является значительное расширение площадей, подверженных разрушительному действию процесса минерализации органического вещества, усиленному дефляцией и рядом других негативных факторов, что способствует выведению этих земель из хозяйственного оборота. Практический опыт показал, что на месте торфо-разработок остаются хорошо спланированные участки, вполне пригодные для освоения, что делает весьма актуальным создание на их площадях новых продуктивных и устойчивых природных комплексов. Подобные территории, общая площадь которых в республике уже превышает 255 тыс. га (в том числе в Припятском Полесье более 120 тыс. га, а на севере республики свыше 50 тыс. га), в настоящее время имеются во всех областях и в большинстве административных районов Беларуси. Вместе с тем, из-за чрезвычайно низкого уровня плодородия остаточного слоя донного торфа при высоком уровне кислотности, не представляется возможным выращивание на этих землях традиционных для Беларуси сельскохозяйственных и лесных культур.

Еще в 90-х годах прошлого столетия исследованиями нами на примере клюквы крупноплодной и голубики топяной была экспериментально доказана возможность создания на выбывших из промышленной эксплуатации торфяных месторождениях северных районов Беларуси культурных фитоценозов аборигенных и интродуцированных видов вересковых. Вместе с тем отсутствие прямого опыта в решении данной проблемы в нашей стране потребовало проведения углубленных исследований для разработки технологии биологической рекультивации этих малоплодородных земель. Данные исследования выполнялись с 2009 г. в рамках заданий 4-х Государственных программ — «Торф» 2008–2010 гг., «Развитие Припятского Полесья» 2011–2015 гг., а также ГНТП «Экологическая безопасность» 2009–2010 гг. и «При-



родные ресурсы и окружающая среда» 2011–2013 гг. Основной задачей этих исследований являлось научное обоснование системы высокоэффективных агротехнических мероприятий, отвечающих биологии болотных ягодных растений и максимально способствующих реализации потенциала их продуктивности, с учетом специфики почвенно-климатических факторов в районах возделывания и предусматривающих использование отечественных машин и механизмов, задействованных при добыче торфа. При этом наряду с разработкой эффективных способов тиражирования посадочного материала и ухода за растениями, важнейшими элементами технологии фиторекультивации выбывших из промышленной эксплуатации торфяных месторождений являлось научное обоснование сортимента интродуцированных таксонов вересковых, а также приемов оптимизации режима их минерального питания.

Полученные результаты позволили сделать заключение о перспективности широкомасштабного культивирования североамериканских видов клюквы и голубики на этих выведенных из хозяйственного оборота землях, как на юге, так и на севере республики, при привлечении для этих целей наиболее продуктивных и устойчивых к абиотическим факторам в районах выращивания таксонов с высоким содержанием действующих веществ в ягодной продукции. Было рекомендовано выращивание на выбывших из промышленной эксплуатации торфяных месторождениях в северных районах Беларуси преимущественно голубики узколистной, а также сортов клюквы крупноплодной *Early Black*, *Stevens* и *Franklin*. В условиях Припятского Полесья наибольшая степень реализации потенциала развития и плодоношения при наиболее высоком интегральном уровне питательной и витаминной ценности плодов установлена у позднеспелых сортов голубики высокорослой *Coville* и *Elizabeth*, среднеспелого *Jersey* и межвидовых гибридов узколистной и высокорослой голубики *Northblue* и *Northland*. По биопродукционным параметрам и интегральному уровню питательной и витаминной ценности ягодной продукции вересковых, а также устойчивости ее биохимического состава к внешним воздействиям научно обоснованы сортименты клюквы и голубики для создания локальных фитоценозов на этих малоплодородных землях, с учетом влияния географического фактора.

Установлено положительное влияние ягодных растений семейства Вересковые на водно-физические и физико-химические свойства остаточного слоя донного торфа, проявляющееся в ослаблении перегрева его верхней части, увеличении в 1,4 раза объемного веса и в 2–4 раза порозности аэрации, а также в повышении уровня плодородия, по сравнению с целинным участком, за счет возрастания запасов основных элементов питания, в большей степени калия и в меньшей степени азота и фосфора.

Показано, что деструкционные процессы в зоне действия продуктов метаболизма вересковых не приведут к разрушению остаточного слоя донного торфа, поскольку направленность изменений численности микроорганизмов и интенсивности их дыхания в соответствующих им микроэкоценозах противоположна по знаку изменениям их метаболической, в том числе целлюлозо-разрушающей активности, что обеспечивает сбалансированность в нем процессов разрушения и накопления органического вещества.

Показателем эффективности фиторекультивации выбывших из промышленной эксплуатации торфяных месторождений севера Беларуси на основе возделывания клюквы крупноплодной и сортовой голубики считать срок окупаемости затрат на ее проведение.

Положительный эффект от рекультивации 1 га выработанной площади торфяного месторождения и эксплуатации посадок ягодных растений наблюдался уже на пятый год после посадки клюквы Чистый доход, с учетом дисконтирования, составляет 16 747 долл. США, при дисконтированных расходах — 22 837 долл. США. Проект становится окупаемым на 6 год его реализации. В последующие годы (7–10) эффективность вложенных средств (текущих расходов) должна составить 150 %. По сравнению с клюквой крупноплодной, положительный эффект от рекультивации 1 га выработанной площади торфяного месторождения и эксплуатации посадок ягодных растений будет получен уже на четвертый год после посадки саженцев голубики. Чистый доход, с учетом дисконтирования, составляет 37 002 долл. США, при дисконтированных расходах — 46 366 долл. США. Проект станет окупаемым уже с 4 года его реализации. В последующие годы (5–10) эффективность вложенных средств (текущих расходов) должна превысить 155 %. В целом эффективность проекта составляет 0,80 (37002: 46366). При заложенном 5 %-ном уровне инфляции проект экономически целесообразен для практической реализации. Напомним также, что в расчете экономического эффекта от производства и реализации свежих ягод были использованы оптовые цены, уступавшие коммерческим в 1,2–1,7 раза.

Высокая экономическая эффективность плантационного возделывания североамериканских видов клюквы и голубики на выведенных из хозяйственного оборота значительных площадях выработанных торфяных месторождений и малоплодородных мелиорированных землях на основе разработанных авторским коллективом технологий указывает на перспективность развития в республике новой отрасли народного хозяйства — нетрадиционного ягодоводства, что позволит не только обеспечить потребности населения в высоковитаминной ягодной продукции, но и создает предпосылки для значительных валютных поступлений за счет ее реализации за рубежом.

В настоящее время в Беларуси крестьянско-фермерским хозяйствам переданы в аренду свыше 100 га выработанных торфяников для культивирова-



ния ягодных растений, более половины из которых уже рекультивированы с учетом ТКП 17.12-07-2014 (02120) Порядок и правила фиторекультивации выработанных площадей торфяных месторождений на основе культивирования ягодных растений и патента 19042 Республики Беларусь «Способ фиторекультивации участков выработанных торфяных месторождений».

Площади выбывших из промышленной эксплуатации торфяных месторождений, пригодных для культивирования ягодных растений, в условиях Припятского Полесья составляют свыше 1,3 тыс. га, в Российской Федерации более 150, в Украине — около 20 тыс. га.

Рынок нетрадиционной ягодной продукции в республике и сопредельных государствах (Россия, Украина) остается ненасыщенным. Только в сети крупнейших гипермаркетов г. Минска годовая потребность ягод клюквы и голубики составляет свыше 250 т. Для аналогичных потребителей в Украине и России эта цифра в 2–2,5 раза выше.





**БЕЛАРУСЬ И РОССИЯ:
МЕЖВУЗОВСКАЯ
ИНТЕГРАЦИЯ
В НАУЧНОЙ СФЕРЕ**

О РАЗВИТИИ ВУЗОВСКОЙ НАУКИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

*Ивашкевич О.А., первый проректор БГУ, академик НАН Беларуси
Белорусский государственный университет*

Глава государства и Правительство Республики Беларусь поставили задачу по переходу нашей страны к экономике инноваций, основанной на деловой инициативе, личной заинтересованности в создании и повсеместном внедрении новых технологий и производств. Стратегия инновационного развития Республики Беларусь заключается в синтезе внедрения технологий, относящихся к V и VI технологическим укладам, и индустриально-инновационного развития традиционных секторов экономики. Важную роль в этом процессе играют университеты Республики Беларусь, которые в рамках интеграции науки, образования и производства становятся центрами инноваций, широко использующими механизмы коммерциализации результатов научной и научно-технической деятельности.

В белорусских университетах развитие науки является одним из приоритетных направлений деятельности. Научные разработки вузов страны находят практическое воплощение в космических программах, развитии биотехнологий, новых лекарственных препаратов, композиционных материалах и нанотехнологиях, информационных технологиях для освоения природных ресурсов. При этом государственное бюджетное финансирование задействуется преимущественно для выполнения фундаментальных исследований (в рамках заданий Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований, государственных программ научных исследований), тогда как для научных исследований, проводимых в интересах реального сектора экономики, выполнения международных научных контрактов главным источником являются средства предприятий и зарубежных заказчиков.

Сегодня в структуре Министерства образования Республики Беларусь 37 организаций имеют статус аккредитованных научных организаций, в их числе университеты, научно-исследовательские институты и центры. Функционируют 4 технопарка, имеющие статус субъектов инновационной инфраструктуры (при Белорусском национальном техническом университете, Витебском государственном технологическом университете, Полоцком государственном университете, Полесском государственном университете). Белгосуниверситет является соучредителем ООО «Минский городской технопарк».



Фундаментальные и прикладные исследования и разработки

Вузы и научные организации Минобразования участвуют в выполнении заданий 12-ти государственных программ научных исследований: «Энергетические системы, процессы и технологии», «Химические технологии и материалы», «Биотехнологии», «Информатика, космос и безопасность», «Фотоника, опто- и микроэлектроника», «Механика, металлургия, диагностика в машиностроении», «Физическое материаловедение, новые материалы и технологии», «Фундаментальные и прикладные науки — медицине», «Качество и эффективность агропромышленного производства», «Природопользование и экология», «Конвергенция-2020», «Экономика и гуманитарное развитие белорусского общества».

Ученые университетов участвуют в выполнении заданий Государственных научно-технических программ. Наиболее эффективный проект, реализованный в Научно-исследовательском институте физико-химических проблем Белорусского государственного университета в рамках ГНТП «Биоэнергетика», — технология получения метиловых эфиров жирных кислот из рапсового масла. В 2007–2009 гг. технология была разработана и организовано производство биотоплива на площадях ОАО «Гродно Азот» и ОАО «Могилевхимволокно». За 2008–2016 гг. выпущено и реализовано смесового дизельного биотоплива на сумму более 2,5 млрд долл. США

Министерство образования является государственным заказчиком ГНТП «Малотоннажная химия». Стоимость выпущенной продукции, разработанной и освоенной в рамках данной программы за период 2006–2015 гг. составила 450,0 млн долл. США.

В 2016–2020 гг. ГНТП «Малотоннажная химия» направлена на разработку инновационных технологий производства новых импортозамещающих и экспортноориентированных продуктов малотоннажной химии с параметрами на уровне мировых стандартов на основе отечественного сырья и ресурсосберегающих процессов.

Отличительной особенностью программы является ее высокая экономическая эффективность. Реализация программы позволит обеспечить экономию валютных средств в объеме не менее 35–50 млн долл. США, создать новые рабочие места, задействовать мощный научный и производственный потенциал специалистов-химиков. В целом планируется организовать не менее 40 новых производств малотоннажных продуктов. Экспорт продукции составит не менее 5 млн долл. США.

Инновационная и научно-производственная деятельность вузов

Для эффективного внедрения результатов научных исследований университетов используются различные механизмы. В структуре вузов Бела-

руси создана разветвленная сеть инновационных подразделений. В университетах Минобразования работают 17 высокотехнологичных предприятий, 11 центров трансфера технологий, 3 инновационных центра, 3 центра маркетинга научно-исследовательских работ, 12 центров международного научно-технического сотрудничества.

Университетские технопарки не только выполняют функции бизнес-инкубаторов, предоставляя своим резидентам помещения различного функционального назначения, но и обеспечивают полный научно-инновационный цикл — от прикладных исследований и разработок до создания инновационных предприятий и организации производства наукоемкой и высокотехнологичной продукции.

Развивая инновационную деятельность, университеты Министерства образования участвуют в выполнении мероприятий Государственной программы инновационного развития (ГПИР) по созданию новых высокотехнологичных производств.

На базе унитарного предприятия Белорусского государственного университета «Унитехпром БГУ» освоено производство лекарственных препаратов и фармакологических субстанций и выпущено продукции в 2013–2016 гг. на сумму 1,0 млн долл. США. В декабре 2015 г. на предприятии «Унитехпром БГУ» было организовано модернизированное производство фармацевтических субстанций и лекарственных средств, соответствующее международным стандартам GMP. В 2016 году университетами Минобразования выполнялись инновационные проекты по созданию и организации деятельности инновационно-производственного центра по выпуску изделий медицинского назначения, а также по созданию гаммы общепромышленных и пищевых 3D принтеров, технологии их использования и изготовлению установочной партии этих изделий. Также реализуются мероприятия по организации деятельности и развитию субъектов инновационной инфраструктуры.

В рамках реализации проекта по созданию инновационно-производственного центра по выпуску оборудования и изделий медицинского назначения планируется осуществить разработку и организовать производство новых для Республики Беларусь образцов изделий медицинского назначения в области кардиохирургии. Разработка инноваций и создание высокотехнологичного производства медицинского оборудования и изделий для проведения сердечно-сосудистых операций, является одним из ключевых этапов процесса коммерциализации совместных разработок в области медицинской техники Белорусского национального технического университета и РНПЦ «Кардиология».

В рамках второго проекта предлагается к созданию и серийному изготовлению 2 основных типа 3D принтера: общепромышленного назначения для



твердых пластиков (типа ABS или PLA) и пищевые для жидко-вязких компонент типа кондитерских глазурей и кремов. Принтеры этого типа могут оснащаться быстросменными 2-х и 3-х компонентными подающими устройствами.

Общие инвестиционные затраты, связанные с реализацией проектов, — это собственные средства предприятия и средства инновационного фонда Мингорисполкома.

Развитие материально-технической базы науки

В системе Министерства образования функционирует 8 центров коллективного пользования научным оборудованием (далее — ЦКП). В первую очередь средства выделяются на приобретение уникального оборудования для оснащения ЦКП.

Приобретаемое оборудование используется для выполнения государственных научно-технических программ, государственных программ научных исследований, выполнения хозяйственных договоров с предприятиями республики, программ Союзного государства, Евросоюза, а также используется для подготовки кандидатских и докторских диссертаций.

Основными направлениями работы вузов по укреплению и развитию материально-технической базы науки являются:

- развитие междууниверситетской и межведомственной кооперации и специализации в составе территориальных кооперативных систем с целью централизованного обслуживания научных исследований и формирования единой региональной научно-производственной инфраструктуры;
- приоритетное развитие в составе вузовского сектора науки производственной и конструкторской базы, призванной ускорить реализацию результатов фундаментальных и прикладных исследований, создание в условиях университета новых видов конкурентоспособной техники, технологий и материалов.

Международное научно-техническое сотрудничество

Университеты поддерживают партнерские отношения в сфере научного и научно-технического взаимодействия с научными организациями 65 стран мира в рамках свыше 2100 договоров о сотрудничестве. Наиболее крупными научными партнерами вузов являются Россия, Китай, Украина.

Одним из главных приоритетов в научной деятельности вузов является экспорт научно-технической продукции, работ, услуг, который в 2016 г. составил 8,37 млн долл. США, в том числе объем средств от реализации научно-технической продукции по контрактам на внешние рынки — 7,4 млн долл. США, за выполнение международных проектов, выполняемых в рамках международных программ, фондов, грантов, — свыше 600 тыс.

долл. США, на научные стажировки, участие в конференциях и иных мероприятиях привлечено более 370 тыс. долл. США.

Научно-технические разработки и инновационная продукция вузов востребованы на международных рынках. Наибольшим спросом пользуются научные разработки вузов в области нанотехнологий и новых материалов, радиоэлектроники, информационных технологий, телекоммуникаций, лазерных технологий, энерго- и ресурсосбережения, медицины и здравоохранения, металлургии, строительства, легкой промышленности.

Экспорт научно-технической продукции и услуг

Университетами Министерства образования для привлечения дополнительного финансирования на развитие науки осуществляются мероприятия по экспорту высокотехнологичной продукции. В настоящее время вузами налажен экспорт приборов и устройств, применяемых в медицине, устройств на жидких кристаллах, лазеров, приборов и аппаратов для физического или химического анализа, аппаратуры для измерения и контроля электрических величин и излучений, которые относятся к высокотехнологичным и наукоемким товарам. Направление экспорта складывается из поставок в более чем 35 стран мира: Российскую Федерацию, Китай, Италию, Индонезию, Швейцарию, страны прибалтийского региона и др. За 2016 г. объем экспорта высокотехнологичных товаров, работ и услуг составил 5,6 млн долл. США, в том числе услуги — 3,1 млн долл. США, и товары — 2,5 млн долл. США.

В целом по университетам, подчиненным Министерству образования, объем и удельный вес внебюджетного финансирования НИР постоянно увеличивается (в 2015 г. — 52,1 %, в 2016 г. — 60,7 %). Уже сейчас доля университетов в наукоемкости валового внутреннего продукта страны составляет около 10 %, и мы готовы в сотрудничестве с коммерческим сектором увеличить свой вклад в наукоемкость ВВП.

Подготовка научных работников высшей квалификации. Исследовательская и инновационная деятельность молодежи

На сегодняшний день в университетах Республики Беларусь функционирует около 260 научных школ по широкому спектру направлений как фундаментальных научных исследований в математике, информатике, физике, химии, биологии, социально-гуманитарных науках, так и по прикладным направлениям исследований в области нано- и биотехнологий, информационно-коммуникационных технологий и электроники, архитектуры и строительства, получения новых материалов, робототехники и автоматизации, машиностроения и др. В Белорусском государственном университете работают 64 научные школы, в Белорусском национальном техниче-



ском университете — 33, в Белорусском государственном университете информатики и радиоэлектроники — 15, в Гродненском государственном университете — 20, в Белорусском государственном педагогическом университете им. М. Танка — 8.

Для успешного решения задачи инновационного развития страны чрезвычайно актуальными являются вопросы подготовки высококвалифицированных научных кадров. В 2016 г. в аспирантуре университетов Минобразования обучалось 2802 человека (60 % от общего числа аспирантов в республике). Важным потенциалом развития любого университета, в том числе в коммерциализации научных результатов, является динамичная и креативная молодежь, использование ее научного потенциала в вузовской науке. Для повышения заинтересованности молодых ученых связать свою судьбу с вузом и наукой необходимо расширить государственную поддержку.

В университетах ведется активная работа по привлечению молодежи в науку, развитию научно-исследовательской и инновационной деятельности студенческой молодежи, создаются необходимые условия для формирования у студентов исследовательских умений, навыков работы в научных коллективах, оказывается помощь в осуществлении научно-исследовательской и инновационной деятельности. Система научно-исследовательской работы студентов предусматривает привлечение студенческой молодежи к работе в научно-исследовательских лабораториях, студенческих конструкторских бюро и других творческих объединениях студентов, участие в ежегодном Республиканском конкурсе научных работ студентов, конкурсах грантов Министерства образования и Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований, участие в выполнении инновационных проектов, хозяйственных договоров, в работе на производственных участках, в малых инновационных предприятиях и технопарках.

Важной формой привлечения к научной деятельности студенческой молодежи является ее участие в работе студенческих научно-исследовательских лабораторий (СНИЛ), студенческих конструкторских бюро, творческих мастерских и других объединений студентов. В 2015–2016 учебном году в университетах Министерства образования действовало более 200 СНИЛ, на базе которых формируются творческие научные коллективы студентов.

Формирование профессиональных навыков студентов в сфере наукоемких технологий производства, обслуживания и управления осуществляется в филиалах кафедр на предприятиях промышленности и в научных организациях, через участие студентов в выполнении инновационных проектов, хозяйственных договоров с предприятиями, научно-исследовательских работ по профилю будущей специальности, практику в образовательных центрах фирм. Так, в 2016 г. на условиях оплаты университетами привлечено к

научной работе 1630 студентов, магистрантов и аспирантов. В текущем году мы планируем как минимум удвоить эту цифру.

Эффективная реализация указанных направлений вузовской науки позволит развивать интеграцию научного потенциала университетов и реального сектора экономики в рамках приоритетных научных направлений, актуальных для страны и базирующихся на технологиях V и VI технологических укладов.

О СОТРУДНИЧЕСТВЕ БГУИР С ВУЗАМИ И НАУЧНЫМИ ОРГАНИЗАЦИЯМИ РОССИИ: СОСТОЯНИЕ, ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ

Батура М.П., ректор,

Осипов А.Н., проректор по научной работе

Становая Л.С., заместитель проректора по научной работе

*Учреждение образования «Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники»*

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, вузы и научные организации России связывают многолетние партнерские отношения. Плодотворное и взаимовыгодное сотрудничество развивается в рамках выполнения совместных проектов, финансируемых фондами фундаментальных исследований наших стран, прямых договоров (контрактов) между БГУИР и российскими организациями, а также некоммерческих договоров о научно-техническом сотрудничестве, которые являются наиболее распространенной и традиционной формой сотрудничества.

Всего в настоящее время в университете реализуется 13 договоров о научно-техническом сотрудничестве в области ядерной энергетики, ядерной и радиационной безопасности; микро-, нано- и оптоэлектроники; разработки и исследования новых наноматериалов и нанотехнологий; сверхпроводниковой наноэлектроники и спинтроники; подготовки, переподготовки и повышения квалификации педагогических и научных кадров. Организации-партнеры: Всероссийский НИИ по эксплуатации атомных электростанций, Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», МГУ им. М. В. Ломоносова; Московский государственный институт электронной техники, Южный федеральный университет (г. Таганрог), Физический институт им. П. Н. Лебедева РАН (г. Москва), Рязанский государственный радиотехнический университет, ОАО «НИИ молекулярной электроники и за-



вод Микрон» (г. Москва), НИИ «Волга» (г. Саратов), Институт общей и неорганической химии РАН (г. Москва), ФГУП «НПП» Дельта» (г. Москва). Условиями договоров предусматривается возможность проведения экспериментальных исследований с использованием оборудования организаций-партнеров, обмен информацией по результатам исследований, подготовка совместных публикаций, участие в конференциях.

Начиная с 2015 г. активизировалось сотрудничество с вузами России в рамках договоров по повышению квалификации специалистов. В течение двух лет в БГУИР прошли стажировку представители Новосибирского государственного технического университета, Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С. П. Королева, Севастопольского государственного университета, повысив свою квалификацию в области современных систем автоматизированного проектирования, технологий вакуумных тонкопленочных покрытий в оптике, методов и устройств цифровой обработки сигналов в РЛС, систем и сетей связи с пространственно-временным кодированием.

Специалисты БГУИР в области радиоэлектроники, информационно-коммуникационных технологий, защиты информации прошли стажировку в Национальном исследовательском ядерном университете «МИФИ», Санкт-Петербургском институте информатики и автоматизации РАН, МГТУ МИРЭА, Всероссийском НИИ автоматики им. Н. Л. Духова, Самарском государственном техническом университете, Национальном исследовательском университете «МИЭТ», Сибирском федеральном университете.

Особого внимания заслуживает сотрудничество с научными организациями России в области высоких технологий, в частности, с ООО «Научно-производственный центр «Митиноприбор» (г. Зеленоград), которое также началось в 2015 г. За два с половиной года реализовано 18 договоров на разработку и освоение целого класса радиоизмерительных приборов в диапазоне 37–220 ГГц. Сотрудничество осуществляется также в рамках некоммерческого договора о научно-техническом сотрудничестве. Главным итогом выполнения совместных работ является включение в Государственные реестры средств измерений Беларуси и России 5 видов приборов. По результатам представления разработок на Московской международной выставке средств измерений, испытательного оборудования и метрологического обеспечения «MetroExpo» в 2015–2017 гг. получены 3 золотые, 1 платиновая медаль и 3 свидетельства о присвоении Знака качества средств измерений.

В последние годы активно осуществляется сотрудничество в области фундаментальных исследований при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований и Российского фонда фундаментальных исследований. За прошедшую пятилетку (2011–2015 гг.) выполнен 21 совместный проект, в текущем году реализуется 8 про-

ектов, направленных на создание перспективных модификаций релятивистских лазеров на свободных электронах и виркаторов гигагерцового и терагерцового диапазонов; моделей и средств мультимодального синтеза текстов для интеллектуальных обучающих систем и онтологического моделирования для семантических технологий; исследование электронных, оптических и термоэлектрических свойств наноразмерных структур из полупроводниковых силицидов, германидов и станидов кальция и магния; разработку интеллектуальных обучающих систем и синергетических учебных организаций; исследование процессов формирования и свойств наноструктурированных органических и неорганических материалов для интегральных элементов акустооптики, светомодулирующих и электролюминесцентных устройств отображения и преобразования информации. Организациями-партнерами являются Саратовский государственный университет им. Н. Г. Чернышевского, ГНБУ «Академия наук Республики Татарстан», МГТУ им. Н. Э. Баумана, Институт автоматки и процессов управления Дальневосточного отделения РАН, ФБГОУ ВО «Национальный исследовательский университет «Московский энергетический институт», Инженерно-технологическая академия ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет», «Московский государственный областной университет». Это создает прочный фундамент для подготовки совместных инновационных проектов и поиска потенциальных инвесторов.

Однако до настоящего времени самой серьезной проблемой в дальнейшем развитии сотрудничества является отсутствие механизма совместной коммерциализации результатов выполненных фундаментальных исследований. Белорусские и российские ученые должны иметь возможность реализовывать совместно созданный научный задел, подавать совместные проекты, представляющие интерес для развития экономики двух стран, в формируемые государственные программы как в Беларуси, так и в России. По нашему мнению в качестве стратегического направления дальнейшего развития сотрудничества между белорусскими и российскими учеными необходимо определить создание единого научно-технологического пространства.

ПРИОРИТЕТНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОТРУДНИЧЕСТВА ВУЗОВ РФ И РБ

Грец Г.Н., д-р пед. наук, ректор ФБГОУ ВО «СГАФКСТ»

Палецкий Д.Ф., канд. пед. наук, проректор по НИР ФБГОУ ВО «СГАФКСТ»

Бышевская А.А., канд. геогр. наук, председатель Совета молодых ученых ФБГОУ ВО «СГАФКСТ»



В современном обществе ведущим трендом, в рамках глобализационных процессов, стала интернационализация, которая отражает идею открытости образования и науки в XXI веке.

В этот процесс вовлекаются не только отдельные вузы, но и целые отрасли. Не осталась в стороне и отрасль физической культуры и спорта, которая имеет свою сеть высших и среднеспециальных учебных заведений, участвующих в международном движении, научном и образовательном сотрудничестве.

Российско-белорусское сотрудничество в области физической культуры, спорта и туризма имеет глубокие корни и давние традиции. Базой для взаимодействия стала реализация программы сотрудничества Министерства спорта Российской Федерации и Министерства спорта и туризма Республики Беларусь, основанная на межведомственном Соглашении о сотрудничестве в области физической культуры и спорта от 1998 г.

В условиях современного общества возникают предпосылки для переосознания ценности и реформатирования интернационализации вузовской науки, предполагающей не только идею конкуренции, но и долгосрочное международное партнерство (1). Отрасль физической культуры и спорта Союзного государства гармонично интегрирована в глобальную ассоциацию профильных вузов, предполагающей совершенствование и развитие образования, науки и практики в области физической культуры и спорта, обеспечение связей и контактов с международной научной и спортивной общественностью, создание условий для наиболее эффективной реализации творческого потенциала студентов в интересах развития теории и практики олимпийского спорта, международного спортивного и олимпийского движения, мировой спортивной науки, обеспечение прогресса в научной, спортивной и образовательной деятельности.

Основными принципами интернационализации высшего образования с учетом специфики вузов РФ и РБ являются:

1. Глобализация и стратегическое партнерство.
2. Регионализация и учет национальных интересов.
3. Финансовая обоснованность.
4. Сетевое образование и двойные дипломы.
5. Обновление образовательных стандартов на основе образцов международного уровня.

Главные преимущества, которые вуз получает, вовлекаясь в процессы международного сотрудничества: повышение имиджа учебного заведения и конкурентоспособности своих выпускников и сотрудников на рынке труда.

Смена культурной и этнической среды приносит человеку ряд психологических трудностей, близость культурных и национальных связей РФ и РБ

практически исключает подобные негативные эффекты интернационализации. Между вузами Союзного государства сформировались тесные и продуктивные связи в области международного молодежного сотрудничества. Примером подобного партнерства может служить взаимодействие ФБУ ВО «СГАФКСТ» Россия, г. Смоленск и ГРГУ им. Янки Купалы Беларусь, г. Гродно, в рамках договора о сотрудничестве, заключенного в 2005 г. Рамочный договор подкреплен Программой взаимодействия на 2015–2018 гг., включающей в себя: научное сотрудничество в области педагогических наук по направлению «Информатизация образования в области физической культуры и спорта», Академическое сотрудничество (обмен специалистами для чтения лекций; стажировки преподавателей; обучение преподавателей ГрГУ им. Я. Купалы в аспирантуре СГАФКСТ); организация и проведение совместных мероприятий для студентов, магистрантов, аспирантов (учебные практики, летние школы, студенческие конференции, слеты, концерты, спортивные мероприятия и т. д.); совместная проектная деятельность (разработка проектов в сфере информатизации образования в области физической культуры и спорта).

Подобные связи являются высшей степенью интеграции, позволяющей осуществить переход от отдельных проектов к долгосрочным программам сотрудничества на основе специальных соглашений, что представляет собой сравнительно новую тенденцию.

Международное стратегическое партнерство не только углубляет базу знаний вузов и повышает их конкурентоспособность на рынке научно-образовательных услуг, но и способствует всестороннему профессионально-личностному развитию вузовской науки в целом. Подобное взаимодействие становится базой для расширения горизонтов российско-белорусского взаимодействия в гуманитарной, спортивной, научно-образовательной и культурной сферах.

Список использованной литературы

1. Певзнер М.Н., Ширин А.Г. Международная деятельность, как средство интернационализации вузовской науки // Успехи современного естествознания. — 2007. — № 12-1. — С. 85–87;
2. OD STANDARDÓW DO JAKOŚCI SZKOLEŃ W MAŁOPOLSCE /pod redakcją Grażyny Prawelskiej-Skrzypek i Marka Frankowicza / Roman Batko Ewa Beck-Krala Ewa Bodzińska-Guzik Justyna Bugaj Małgorzata Dudziak Marek Frankowicz (red.) Jerzy Lackowski Grażyna Prawelska-Skrzypek (red.) Małgorzata Świętoń Marta Wiekiera. Kraków, 2011.



О НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОМ СОТРУДНИЧЕСТВЕ ГГУ ИМ. Ф. СКОРИНЫ С ОРГАНИЗАЦИЯМИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

*Демиденко О.М., проректор по научной работе, д-р техн. наук, профессор
Рогачев А.В., директор научно-исследовательского физико-химического
института, член-корр. НАН Беларуси, д-р хим. наук, профессор
Учреждение образования «Гомельский государственный университет
им. Франциска Скорины»*

Между учреждением образования «Гомельский государственный университет им. Франциска Скорины» (ГГУ им. Ф. Скорины) и научными, а также образовательными организациями Российской Федерации существуют давние и тесные связи. В настоящее время действует 44 договора о сотрудничестве. Сотрудничество предусматривает объединение усилий в выполнении плановых научно-исследовательских работ; оказание взаимопомощи в организации и проведении научно-исследовательской работы студентов; проведение совместных научных мероприятий; осуществление обмена научными идеями, информацией о результатах исследований, имеющейся научно-технической информацией по направлениям совместной научной деятельности; сотрудничество в написании и издании научных монографий, учебников и учебных пособий; оказание консультационной взаимопомощи в подготовке диссертаций аспирантами и соискателями. Поддерживаются также связи университетов в области образования и повышения квалификации.

Приоритетными для университета являются совместные научные исследования по следующим направлениям:

- новые материалы для промышленности, медицины и строительства;
- химический синтез новых веществ и материалов с заданной структурой, функциональными и физико-химическими свойствами;
- лазерные, оптические, опто-, микро- и радиоэлектронные технологии и системы;
- информационно-коммуникационные технологии;
- физико-химические основы биологии, биотехнологии;
- экология, природные ресурсы, ресурсосбережение, природопользование и защита от чрезвычайных ситуаций;
- социально-экономическое и духовно-культурное развитие сопредельных территорий Республики Беларусь и Российской Федерации;
- междисциплинарные исследования; перспективные зарождающиеся технологии.

Одним из примеров реализации договоров является Генеральное соглашение о сотрудничестве с Объединенным институтом ядерных исследований (ОИЯИ) (г. Дубна, Московская область; действует с 1991 г.). В рамках данного соглашения осуществляется совместная подготовка специалистов по специальностям: ядерная физика; физика элементарных частиц; теоретическая физика. Ежегодно аспиранты кафедры теоретической физики нашего университета проходят стажировку в Учебно-научном центре ОИЯИ, также студенты выезжают туда на преддипломную и дипломную практику. Университет (совместно с научно-исследовательским учреждением «Национальный научно-учебный центр физики частиц и высоких энергий» БГУ) является исполнителем проектов, включенных в «Координационные планы НИР, выполняемых в ОИЯИ с участием организаций и учреждений Республики Беларусь».

Научное и научно-техническое сотрудничество университета с вузами и научными организациями Российской Федерации характеризуется следующим показателем.

В 2017 г. университет является исполнителем 8 международных научно-исследовательских проектов, финансируемых Белорусским республиканским фондом фундаментальных исследований, совместно с такими вузами и научными организациями Российской Федерации, как: ГОУ ВПО «Брянский государственный университет им. академика И. Г. Петровского» (1 проект) и его филиал в г. Новозыбков (3 проекта); Объединенный институт ядерных исследований (1 проект); Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, г. Пушкино Московской области (1 проект); Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина (1 проект); Институт экологии растений и животных Уральского отделения РАН, г. Екатеринбург (1 проект).

С предприятиями и организациями Российской Федерации выполняются и хозяйственные работы, а также договоры на поставку производимой университетом продукции. Приведем несколько примеров.

Так, в августе 2016 г. был выполнен договор с ООО «Научно-техническое объединение «ИРЭ-Полус» (г. Фрязино, Московская область) на изготовление и поставку суспензии полирующей стабильной СПС-54 согласно техническим условиям ТУ ВУ400011099.004-2006 в количестве 3 литров на сумму 2799 российских рублей.

В октябре 2016 г. заключен договор на поставку суспензии полирующей СПС-54 (ТУ ВУ 400011099.004-2006) и суспензии полирующей СПС-8 (ТУ ВУ 05570699.003-02) с ЗАО «Группа Кремний ЭЛ» (г. Брянск). Начиная с декабря 2016 г. и по настоящее время осуществлены поставки на сумму 1706,18 тыс. российских рублей.



С декабря 2016 г. университет приступил к выполнению хоздоговорной работы с Федеральным государственным автономным образовательным учреждением высшего образования «Северо-Восточный федеральный университет им. М. К. Аммосова» (г. Якутск) на тему «Разработка адгезивов постоянной липкости медицинского назначения» на сумму 150,0 тыс. российских рублей. Цель работы — разработка адгезивов нового поколения с постоянной липкостью и широким спектром терапевтического действия (например, ранозаживление, бактерицидность или болеутоление), исходя из физиологических особенностей кожи человека, на базе отечественного сырья.

С января 2017 г. — к выполнению хоздоговорной работы с ООО «Эстрок-ком» (г. Москва) на тему «Разработка технологии подготовки поверхности медной проволоки» на сумму 200,0 тыс. российских рублей. Цель работы — разработка технологии подготовки медной проволоки к эмалированию, обеспечивающей максимальную однородность адгезионных и электрофизических свойств поверхности.

В мае 2017 г. заключен договор с ЗАО «Группа Кремний Эл» (г. Брянск) на выполнение работ научно-технического характера по теме «Разработка состава золь-гель покрытий на основе диоксида кремния, технологии его нанесения на кремниевые пластины и измерение их электрофизических параметров для планаризации поверхности в технологии производства интегральных микросхем» на сумму 1240,0 тыс. российских рублей.

ГГУ им. Ф. Скорины является членом нескольких международных организаций. К примеру, с октября 2004 г. и по настоящее время функционирует Международная научная ассоциация «Институт славистики» (совместно с Брянским государственным университетом им. акад. И. Петровского (Россия) и Черниговским педагогическим университетом им. Т. Г. Шевченко (Украина). Договор об образовании Ассоциации и сотрудничестве включает в себя фундаментальные и прикладные исследования российско-украинско-белорусского пограничья в исторических и актуальных аспектах по направлениям: историческая и политическая география, социально-экономическое развитие славянского мира, демографические процессы, взаимодействие культурных традиций.

С 2004 г. университет входит в состав Приграничного белорусско-российско-украинского университетского консорциума, в который входят еще 5 вузов из Украины и 3 — из России (Белгородский государственный университет, Ростовский государственный университет, Воронежский государственный университет). Ежегодно на базе Белгородского государственного университета проводится заседание Совета ректоров консорциума с целью обмена опытом по инновационному развитию университетов, в работе которого принимает участие и ректор университета. Заключена Белгородская декларация об открытом досту-

пе к научным знаниям и культурному наследию на университетском пространстве. Проводятся совместные совещания директоров библиотек вузов по созданию университетских электронных архивов открытого доступа.

Показательным в плане научного сотрудничества ГГУ им. Ф. Скорины с Российской Федерацией является и участие в выставочной деятельности. Так, ежегодно университет принимает участие в Международной выставке научных достижений «Высокие технологии. Инновации. Инвестиции», которая проходит в г. Санкт-Петербурге. В 2015 г. по результатам участия в выставке экспонаты «Технология и оборудование импульсной лазерной наплавки для восстановления наружных и внутренних поверхностей деталей» и «Установка для очистки масла» получили дипломы 1 степени с вручением золотой медали. В 2017 г. университет активно готовится принять участие в специализированной выставке в рамках IV Форума регионов Беларуси и России в г. Москве.

ИННОВАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ БНТУ В ОБЛАСТИ МАШИНОСТРОЕНИЯ И МЕТАЛЛУРГИИ (ПРИМЕРЫ МЕЖВУЗОВСКОГО СОТРУДНИЧЕСТВА)

Иванов И.А., д-р техн. наук., профессор, декан механико-технологического факультета Белорусского национального технического университета

В структуру подразделений Белорусского национального технического университета (БНТУ), занятых в научно-инновационной деятельности, входят 17 факультетов, научно-исследовательская часть, научно-технологический парк «Политехник» и опытно-экспериментальный завод «Политехник». Направления научных исследований охватывают широкий спектр — это строительная отрасль и производство новых строительных материалов; безопасность дорожного движения; автомобилестроение; робототехника и промышленная электроника; энергетика; машиностроение (по отраслям); материаловедение и создание новых материалов (в том числе, развитие наноматериаловедения и нанотехнологий); упрочнение поверхностей материалов и плазменная обработка; сертификация продукции и промышленных производств — все это не полный перечень научной и инновационной деятельности подразделений БНТУ. Основная доля работы по доведению научно-технических разработок до промышленного использования приходится на научно-технологический парк «Политехник» и лаборатории научно-исследовательской части.



Всеми инновационными подразделениями университета проводится большая работа по межвузовскому сотрудничеству в области образования и научных исследований, подготовке молодых специалистов, повышению квалификации, прохождению стажировок профессорско-преподавательским составом и углублению профессиональных знаний, развитию академической мобильности студентов, научных и педагогических работников. Так БНТУ заключено 44 Договора (Соглашения) о международном сотрудничестве с высшими учебными заведениями Российской Федерации по обмену студентами, выполнению совместных научных исследований, проведению совместных научных конференций и изданию публикаций из 25 областей Российской Федерации. С 2015 г. БНТУ выполняет международные проекты Программы TEMPUS (это — «Новая модель третьей ступени технического образования в соответствии с Болонским процессом в Беларуси, России и Украине» и «Прикладные информационные технологии в науке и технике») совместно с такими вузами РФ, как Казанский национальный исследовательский технический университет им. А. Н. Туполева; Омский государственный технический университет; Рязанский государственный радиотехнический университет; Дальневосточный Федеральный университет; Черкасский государственный технологический университет и др.

Начиная с 2012 г., на базе БНТУ при поддержке Постоянного Комитета Союзного государства, Министерства образования Республики Беларусь, Министерства образования и науки Российской Федерации проводится Форум проектов программ Союзного государства — Форум вузов инженерно-технологического профиля. Ежегодно в работе Форума очно и заочно принимают участие более 30 вузов-участников из Российской Федерации и Республики Беларусь, представители промышленных предприятий, научно-исследовательских организаций и субъектов инновационной инфраструктуры Союзного государства. Общее число участников составляет более 250 человек. По итогам Форума вузами-участниками принимаются решения о поддержке перспективных направлений для формирования в последующем совместных проектов и программ, публикуются статьи, транслируются видео- и радио сюжеты в российских и белорусских СМИ.

Большое внимание уделяется межвузовской академической мобильности в рамках Государственной программы «Образование и молодежная политика» на 2016–2020 гг.». В рамках Госпрограммы студенты энергетического факультета и факультета энергетического строительства проходили производственную и преддипломную практику на базе Нижегородского государственного технического университета им. Р. Е. Алексеева (г. Нижний Новгород) и таких организаций как: «Ростовская атомная станция» филиал ОАО «Концерн Росэнергоатом», Ростовская обл., г. Волгодонск;

«Калининская атомная станция» филиал «Концерн Росэнергоатом», Тверская обл., г. Удомля; «Смоленская атомная станция» филиал ОАО «Концерн Росэнергоатом», Смоленская обл., г. Десногорск; «Ленинградская АЭС» филиал АО «Концерн Росэнергоатом», Ленинградская обл., г. Сосновый Бор; «Нововоронежская атомная станция» филиал ОАО «Концерн Росэнергоатом», Воронежская обл., г. Нововоронеж.

Одним из направлений (но не единственным) научной и инновационной деятельности является работа научных подразделений БНТУ в области машиностроительного производства, материаловедения, упрочнения и создания новых материалов, металлургического производства. Большая часть этих исследований сосредоточена на механико-технологическом факультете (МТФ).

В настоящее время на МТФ сложились следующие научные школы: Исследование и разработка: процессов плавки черных и цветных сплавов; экологически чистых формовочных материалов; Процессов обработки металлов давлением; Исследование термических и химико-термических процессов воздействия на металлы и сплавы; Ресурсо- и энергосберегающие процессы в металлургии; Материаловедение порошков, современных композиционных материалов из них, защитных покрытий, упрочняющих и восстановительных технологий.

Ежегодно в рамках государственных программ различного уровня на МТФ выполняется более 35 заданий. Благодаря сложившимся научным школам и прочным связям с производством высока результативность научных исследований. Разработки кафедр факультета, в разные годы, внедрены на таких предприятиях как «Калужское моторостроительное объединение», ОАО «Брянский машиностроительный завод» и др. В рамках х/д 1496/13с с ОАО «Газпром Трансгаз Беларусь» на факультете проведены исследования и анализ технологических параметров сварки и адаптации к производственным конструкциям применительно к условиям эксплуатации и ремонта магистральных газопроводов; выполнена оценка дефектности сварных швов, а также разработаны технологические инструкции (WPS) и отчеты (WPQR) по аттестации технологии сварки в соответствии с СТБ ИСО 15614-1-2009. Ряд результатов научных исследований, выполненных по гранту Министерства образования Республики Беларусь, представлялись на Форуме проектов программ Союзного государства. Выполняются отдельные задания и по программам Союзного государства Беларуси и России.

Разработки ученых факультета представлялись на следующих международных выставках, прошедших на территории Российской Федерации: на 19-ой Международной выставке-конгрессе «Высокие технологии. Инновации. Инвестиции 2013», Ленэкспо, Российская Федерация, г. Санкт-Петербург. На выставке были представлены 3 экспоната; на Национальной



экспозиции Республики Беларусь на Уральской международной выставке «ИННОПРОМ-2013», Российская Федерация, г. Екатеринбург. На этой выставке также было представлено 3 экспоната.

Ежегодно профессорско-преподавательский состав кафедр факультета принимает активное участие в нескольких крупных международных конференциях, проводимых вузами России. Например, таких как VII Международная научно-практическая конференция «Инновации в машиностроении 2015», проходившей в Кузбасском государственном техническом университете, г. Кемерово и других. На МТФ проводится ежегодная международная конференция «Литье и металлургия», в работе которой традиционно принимают участие ученые из разных стран, в том числе и России. Наиболее значимыми гостями для участников и организаторов конференции являются представители Российской ассоциации литейщиков.

Кроме упомянутых выше совместных исследовательских работ, в настоящее время на факультете совместно с Межкафедральной лабораторией электромагнитных методов консолидации материалов Национального исследовательского университета «МИФИ» готовится научный проект в области электро-импульсного прессования пористых материалов.

Таким образом, Белорусский национальный технический университет видит важность межвузовского научного сотрудничества с вузами России. Это позволит сфокусировать лучшие научные силы на решении актуальных для реального сектора экономики Союзного государства промышленных и научных задач.

ПРОБЛЕМЫ СОЗДАНИЯ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ МЕЖВУЗОВСКИХ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫХ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ЦЕНТРОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ И РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Ковкель Н.Ф., доцент кафедры теории и истории права УО «Белорусский государственный экономический университет», докторант УО «Белорусский государственный университет»

Развитие науки XXI века характеризуется расцветом междисциплинарных стратегий и подходов. В этой связи актуальным представляется форми-

рование и функционирование межвузовских междисциплинарных научно-исследовательских центров. Данные центры могут создаваться на основе интеграции как ведущих учреждений образования, так и региональных организаций. Их организация и функционирование должны осуществляться на основе двух- и многосторонних договоров, с привлечением в качестве партнеров-участников как можно большего числа учреждений образования.

Основными направлениями деятельности межвузовских междисциплинарных научно-исследовательских центров должны выступить: создание и реализация отдельных научно-исследовательских проектов; проведение научных конгрессов, конференций, круглых столов; организация работы летних школ по определенной проблематике; создание и функционирование научных журналов и иных периодических изданий в электронном и печатном виде; создание временных научных коллективов и опубликование результатов их работы в виде коллективных монографий, сборников научных статей и др.

Особую значимость в век гуманитарной науки приобретает интеграция философских и юридических исследований. К сожалению, на постсоветском пространстве в целом, в Российской Федерации и Республике Беларусь в частности, крайне незначительно число философско-правовых исследований. Отсутствуют и научные организации, которые могли бы объединить философов и юристов в целях разработки единых парадигм развития и организации плодотворного сотрудничества. Так, в Российской Федерации только в марте 2005 г. была создана Ассоциация философии права Санкт-Петербурга. 25 мая 2005 г. решением Исполнительного Комитета Всемирной Ассоциации философии права и социальной философии (IVR) Санкт-Петербургская Ассоциация философии права была принята в состав IVR как новая секция. Всемирные форумы по философии права проводятся с момента создания Всемирной Ассоциации философии права и социальной философии (IVR), т. е. с 1910 г. Члены Санкт-Петербургской Ассоциации философии права принимали активное участие в работе всех последних конгрессов. К сожалению, на федеральном уровне подобная структура не создана по сей день. Отсутствует она и в Республике Беларусь. Белорусские философы и праведы не представлены на столь авторитетных научных международных форумах. Очевидно, что такое положение значительно препятствует включению белорусских и российских философов и праведов в международный контекст. Мы вынуждены развиваться достаточно изолированно от общемировых научных тенденций. Между тем как в Российской Федерации, так и в Республике Беларусь рядом ученых разработаны глубокие философско-правовые концепции, которые могли бы значительно обогатить современную западную философию права. Многие из них созданы как в русле идеологии прав человека, так и в рамках иных, альтернативных ценностных установок.



Представляется, что создание межвузовского Центра философско-правовых исследований Российской Федерации и Республики Беларусь будет способствовать как интеграции ученых философов и правоведов наших государств, так и дальнейшему углублению интеграционных процессов в рамках Союзного государства и иных организаций, в которых представлены наши страны. Более того, деятельность Центра позволит разработать общую философско-правовую платформу такой интеграции, создать ее научно обоснованный фундамент.

Создание Центра философско-правовых исследований Российской Федерации и Республики Беларусь возможно как на базе ведущих университетов обоих государств, так и на основе иных столичных и региональных вузов, которые проявят заинтересованность в сотрудничестве. Финансирование такого Центра возможно на основе как прямого бюджетного финансирования, так и на условиях самофинансирования посредством получения грантов на научные исследования.

Важной составляющей работы Центра философско-правовых исследований Российской Федерации и Республики Беларусь должны стать философско-правовые конгрессы, проводимые с периодичностью не реже одного раза в год. Именно они могут выступить той площадкой, на которой возможна разработка новых научно-исследовательских стратегий. Не менее значима и организация работы летних школ, позволяющих создавать эффективные научные коллективы и новые научно-исследовательские проекты. Летние школы могут проводиться в различных регионах Российской Федерации и Республики Беларусь, что позволит максимально привлечь к сотрудничеству региональные вузы.

Представляется также необходимым выпуск постоянного периодического издания «Философско-правовые исследования», которое могло бы способствовать повышению интереса к данной сфере междисциплинарного сотрудничества и широкому распространению философско-правовых концепций российских и белорусских исследователей.

ВЛИЯНИЕ КОЛИЧЕСТВА АСПИРАЦИЙ ООЦИТОВ НА ИХ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

Пестис В.К., ректор

Голубец Л.В., главный научный сотрудник

Дешко А.С., старший научный сотрудник

УО «Гродненский государственный аграрный университет»,

г. Гродно, Республика Беларусь

Хромов Н.И., главный биотехнолог

Машталер Д.В., ведущий эмбриолог

Ковальчика В.В., главный ветеринарный врач

ООО «Бетагран Липецк», г. Липецк, Российская Федерация

Решение проблемы модернизации и динамичного развития молочного скотоводства невозможно без качественного улучшения и обновления имеющегося поголовья скота, как за счет своего ремонтного молодняка, так и за счет прилития крови животных зарубежной селекции.

Импорт животных обусловлен огромными затратами по транспортировке и потерями, связанными с адаптацией животных к новым условиям кормления и содержания, в связи с чем потенциальная продуктивность не реализуется в полном объеме, а импорт эмбрионов в связи с их высокой ценой и сложившейся экономической и геополитической обстановкой крайне ограничен. В связи с вышеизложенным становится понятной необходимость создания биотехнологических центров, которые были бы способны к промышленному производству собственной высококонкурентной продукции.

Два с половиной года назад, в декабре 2014 г. вступил в строй первый и уникальный для России животноводческий комплекс по производству эмбрионов «Бетагран Липецк». В качестве инвестора выступило ЗАО «Щелково Агрохим». Основная цель проекта — создание собственного отечественного производства эмбрионов элитных пород скота *in vivo* (обычная трансплантация эмбрионов) и *in vitro* (эмбрионы из «пробирки») для ускоренного создания племенного ядра и качественного обновления существующего поголовья коров хозяйств-заказчиков.

В качестве партнера по научному сопровождению проекта был выбран УО «Гродненский аграрный университет». В ноябре 2014 г. на его базе успешно прошли обучение по технологии получения эмбрионов *in vitro* в системе трансвагинальной аспирации ооцитов и получили соответствующие сертификаты 8 сотрудников предприятия. В марте 2015 г. на предприятии были получены первые эмбрионы, а уже в 2016 г. их было произведено более 2,5 тысяч.

Сегодня клиентами компании являются хозяйства Краснодарского и Алтайского края, Республики Башкортостан, Липецкой, Воронежской, Орловской, Тамбовской и Астраханской областей.

Одним из первоочередных вопросов, который необходимо было решить с целью эффективной организации работы центра и рационального использования доноров в условиях их ограниченной ротации, был вопрос кратности использования животных и ее влияние на качество аспираций.

Трансвагинальная пункция фолликулов проводилась с использованием ультразвуковой системы Aloka SSD 500. В качестве промывной жидкости ис-



пользовался фосфатный буфер Дюльбекко с добавлением 10 мкг/мл гентамицина и 1 ед/мл гепарина.

Основными критериями при оценке качества ооцитов являлись наличие кумулюса и его качество, а также состояние ооцитной плазмы.

Одним из преимуществ трансвагинальной аспирации ооцитов, обусловленным наличием в яичниках в каждый конкретный момент времени популяции антральных фолликулов, является повторяемость процедуры. Возможность многократного извлечения ооцитов у одного и того же животного. Существуют ли какие-либо пределы по количеству аспираций у одного и того же животного, и как количество аспираций влияет на эффективность пункции фолликулов?

По результатам наших исследований какой-либо закономерности по выходу ооцитов в зависимости от количества аспираций не установлено. Данный показатель колебался от аспирации к аспирации и составлял, к примеру, при 1-й $3,9 \pm 0,29$ ($n = 130$), $2,3 \pm 0,8$ при 37-й аспирации ($n = 15$) и $6,5 \pm 0,5$ при 53-й аспирации. Аналогичная картина наблюдалась и по выходу жизнеспособных ооцитов.

В таблице 1 представлен выход ооцитов по группам животных по мере увеличения количества аспираций.

Табл. 1 Влияние количества аспираций на выход ооцитов

Номер аспирации	Всего, голов	Группы животных				
		1	2	3	4	5
		Выход ОКК, п-%				
		0	До 3	4-7	8-10	более 10
1-5	505	48-9.5	216-42.8	168-33.3	42-8.3	31-6.1
6-10	357	51-14.3	142-39.8	115-32.2	32-8.9	17-4.8
11-15	292	18-6.2	116-39.7	102-34.9	44-15.1	12-4.1
16-20	225	16-7.1	97-43.1	75-33.3	23-10.2	14-6.2
21-25	151	13-8.6	55-36.4	49-32.4	20-13.2	14-9.3
26-30	97	7-7.2	39-40.2	36-37.1	8-8.2	7-7.2
31-35	88	15-17.0	29-32.9	29-32.9	8-9.1	7-7.9
36-40	72	8-11.1	38-52.8	19-26.4	3-4.2	4-5.5
41-45	52	7-13.5	18-34.6	26-50.0	1-1.9	0
46-50	33	3-9.1	19-57.6	8-24.2	2-6.1	1-3.0
51-55	8	0	3-37.5	3-37.5	2-25.0	0
56-61	6	0	6-100	0	0	0

Доноры были разбиты на 5 групп: первая — животные, у которых не было получено ни одного ооцита («нулевые» аспирации), во 2-ю группу вошли животные, у которых выход ОКК составлял 1–3, в третью — 4–7, в четвертую 8–10 и в пятую — свыше 10 ооцитов. Как видно из представленных данных, достоверных закономерностей и различий между группами по мере увеличения количества аспираций не установлено. «Нулевые» аспирации колебались в пределах 0–17,0 %, с выходом до трех ОКК — 34,6–100 %, 4–7 ОКК от 24,2 до 50,0 %, от 8 до 10 ОКК — 1,9–25,0 % и свыше 10 ОКК от 0 до 9,3 %.

Аналогичные результаты получены и по выходу пригодных для созревания ооцитов (таблица 2).

Табл. 2 Выход пригодных ооцитов в зависимости от количества аспираций

Номер аспирации	Всего, голов	Группы животных				
		1	2	3	4	5
		Выход пригодных ОКК всего, п-%				
		0	До 3	4–7	8–10	более 10
1–5	457	68–14.9	221–48.4	134–29.3	21–4.6	13–2.8
6–10	309	56–18.1	150–48.5	80–25.9	18–5.8	5–1.6
11–15	266	39–14.7	117–44.0	80–30.1	22–8.3	8–3.0
16–20	206	32–15.5	94–45.6	59–28.6	16–7.8	5–2.4
21–25	140	18–12.6	60–42.9	47–33.6	6–4.3	9–6.4
26–30	89	23–25.8	36–40.4	26–29.2	2–2.2	2–2.2
31–35	73	18–24.6	32–43.8	14–19.2	8–10.9	1–1.4
36–40	64	12–18.8	37–57.8	11–17.2	1–1.6	3–4.7
41–45	45	9–20.0	23–51.1	13–28.9	–	–
46–50	30	3–10.0	21–70.0	5–16.7	1–3.3	–
51–55	8	1–12.5	5–62.5	2–25.0	–	–
56–61	6	–	6–100	–	–	–

Таким образом, достоверных закономерностей по влиянию количества аспираций на их эффективность по результатам наших исследований не установлено. Здесь можно предположить влияние интенсивности аспираций и индивидуальных особенностей самих животных, что станет целью наших дальнейших исследований.



ПОВЫШЕНИЕ ГРУЗОПОДЪЕМНОСТИ ПОДЪЕМНО-НАВЕСНЫХ УСТРОЙСТВ (ПНУ) МОБИЛЬНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

*Попов В.Б., заведующий кафедрой «Сельскохозяйственные машины»
Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет им. П. О. Сухого»*

Агрегатирование мобильных энергетических средств (МЭС) — тракторов, универсальных энергетических средств, фронтальных погрузчиков с навесными машинами (НМ) и орудиями осуществляется при помощи подъемно-навесных устройств. ПНУ состоит из гидропривода (ГП) и механизма навески (МН) — основного структурного компонента, определяющего характер взаимодействия МЭС с НМ.

Проектирование новых и модернизация серийных НМ часто сопровождается ростом веса НМ и удалением ее центра тяжести от оси подвеса МН, что изменяет требования, предъявляемые к выходным параметрам ПНУ. Срочное решение этой проблемы возможно в режиме автоматизированного проектирования ПНУ, опирающемся на математическое моделирование.

3D модель МН преобразуем в плоский аналог (рис. 1), полагая оси, проходящие через центры шарниров, параллельными. В результате получим плоский рычажный механизм, структура которого (звенья МН и жидкость в гидроцилиндре считаются несжимаемыми) идентифицируется одноподвижным восьмизвенником. Навесная машина присоединяется к МН в трех точках посредством верхней и нижних тяг, образующих треугольник, который на плоскости преобразуется в звено L_6 , представляющее высоту присоединительного треугольника. Положение центра тяжести НМ — S_6 однозначно связано с изменением обобщенной координаты (S) — расстоянием между центрами шарниров гильзы и штока гидроцилиндра (ГЦ).

При подъеме НМ выполняет сложное движение, что учитывается при выполнении динамического анализа процесса подъема НМ и обеспечивается соответствующим описанием ее кинематики. При этом подъем НМ может быть воспроизведен, если обеспечена достаточная грузоподъемность ПНУ.

Для определения положения подвижных шарниров, аналогов угловых скоростей звеньев и линейных скоростей характерных точек последовательно выполняется геометрический и кинематический анализ полученной кинематической цепи (рис.1). В его основе лежит метод замкнутого векторно-

го контура, предложенный Зиновьевым. В результате определяются выражения для координат центра тяжести НМ и передаточного числа, связывающего МН и конкретную НМ — $I_{S6}(S)$

$$I_{S4}(S) = \varphi'_3(S) \cdot U_{53} \{ L_{56} \cdot \cos[\varphi_5(S)] + U_{65}(S) \cdot L_{S6} \cdot \cos[\varphi_6(S) + \varphi_{S6}] \}, \quad (1)$$

где $\varphi'_3(S)$ — аналог угловой скорости звена L_3 ; $U_{53}(S)$ — передаточное отношение; L_{56}, L_{S6} — длина нижней тяги и расстояние от оси подвеса до центра тяжести НМ; $\varphi_5(S), \varphi_6(S)$ — углы, образуемые звеньями L_5, L_6 в правой декартовой системе координат. Первая половина выражения (1) представляет передаточное число на оси подвеса.

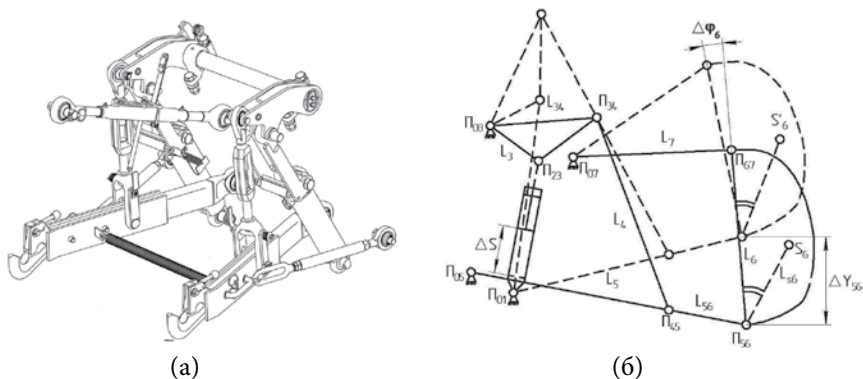


Рис. 1 Подъемно-навесное устройство МЭС (а) и плоский аналог кинематической цепи, включающий механизм навески МЭС и навесную машину (б)

Аналитическое выражение для передаточного числа МН позволяет определить соответствующую заданным L_{S6} и φ_{S6} грузоподъемность G_{S6} ПНУ:

$$G_{S6}^{\min} = \frac{P_{cy}^{\max} \cdot F_c - [F_{ин}^{np}(S^*) + F_{тр}^{np}(S^*)]}{I_{S6}(S^*)_{\max}}, \quad (2)$$

где P_{cy}^{\max} — максимальное давление в ГЦ; F_c — площадь поршня ГЦ; $F_{ин}^{np}(S^*)$ — приведенная сила инерции и $F_{тр}^{np}(S^*)$ — приведенная сила трения, определенные для значения обобщенной координаты, соответствующей максимуму передаточного числа.

Запас грузоподъемности ПНУ МЭС определяется как:

$$\Delta G_S = \frac{P_6 - G_{S6}^{\min}}{P_6} \cdot 100\%$$

где, G_{S6}^{\min} — минимальное значение грузоподъемности в диапазоне измене-



ния обобщенной координаты (для ПНУ тракторов и УЭС обычно соответствует транспортному положению навесной машины).

Приведенная к штоку ГЦ сила инерции определяется по выражению:

$$F_{ин}^{np}(S) = m_6 \cdot a_{S6}(S) \cdot I_{S6}(S) + J_6 \cdot \varepsilon_6(S) \cdot \varphi'_6(S), \quad (3)$$

где $a_{S6}(S)$, $\varepsilon_6(S)$ — соответственно линейное и угловое ускорение НМ; m_6 , J_6 — соответственно масса и момент инерции НМ; $\varphi'_6(S)$ — аналог угловой скорости НМ.

Силовой анализ выполняется по группам Ассура по известной методике, причем определенная в результате реакция в кинематической паре Π_{23} - $R_{23}(S)$ равна полезной нагрузке $F(S)$ — на штоке поршня гидроцилиндра. Приведенная сила трения определяется по результатам кинематического и силового анализа:

$$F_{мп}^{np}(S) = F_{мп} + r \cdot f_{мп} \cdot \left\{ \sum_{i=1}^7 R_{0i}(S) \cdot \varphi'_i(S) + \sum R_{ij}(S) \cdot [\varphi'_i(S) \pm \varphi'_{i+1}(S)] \right\}, \quad (4)$$

где r — радиус шарниров; $f_{мп}$ — коэффициент трения; $R_{0i}(S)$, $R_{ij}(S)$ — силы реакций соответственно в неподвижных и подвижных шарнирах МН; φ'_i , φ'_{i+1} — аналоги угловых скоростей звеньев МН; $F_{мп}$ — сила трения манжеты ГЦ.

Аналитические выражения (1) и (2) могут быть использованы для анализа функционирования ПНУ идентичной структуры других мобильных энергосредств.

Проектируя ПНУ, инженер исходит из назначения мобильного с/х агрегата (МЭС и навесная машина), стремясь удовлетворить ряд противоречивых условий: скомпоновать МН так, чтобы в процессе движения НМ занимала желаемое положение, не нарушая требования стандартов; при ограниченной мощности гидропривода обеспечить повышение запаса грузоподъемности ПНУ; снизить нагрузки (и потери) в элементах МН, а также силовое воздействие на раму МЭС и т. д. Традиционный способ проектирования при относительно большом числе параметров, описывающих ПНУ, в достаточно широком диапазоне их изменения и наличии функциональных ограничений не позволяют всесторонне исследовать ресурсы возможностей создаваемого МН в реальные сроки.

Модернизацию ПНУ целесообразно начинать путем модификации части внутренних параметров МН. Полученное на основе функциональной математической модели (ФММ), проектное решение оценивают на соответствие техническим требованиям по различным выходным параметрам МН. При этом для каждого синтезированного варианта МН характерна многокритериальная оценка. Процедура параметрического синтеза базируется на по-

становке задачи нелинейного программирования, которая включает: назначение управляемых параметров; выбор (из выходных параметров) показателей качества МН и описание функциональных ограничений.

Цель проектирования — выбор совокупности управляемых параметров МН, которые вместе с постоянными составляют вектор \vec{X} , определяющий модернизированный вариант МН, который удовлетворяет функциональным ограничениям и минимизирует целевую функцию. Проверить принятый вариант МН можно по интегральному показателю качества ПНУ — его грузоподъемности на оси подвеса МН, зависящей одновременно от параметров гидропривода и МН:

$$G_M = \frac{P_2^{\max} \cdot F_c - [F_{ин}^{np}(S^*) + F_{мп}^{np}(S^*)]}{I_M^{\max}(S^*)}, \quad (5)$$

Рационально выбранные точки крепления МН к раме и геометрические размеры его звеньев должны обеспечивать его устойчивое функционирование на основных режимах эксплуатации: подъем, транспортный переезд, рабочий процесс.

МЕЖВУЗОВСКАЯ ИНТЕГРАЦИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ БЕЛАРУСИ И РОССИИ В ОБЛАСТИ СОЗДАНИЯ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ И МНОГООПЕРАЦИОННЫХ ЛЕСНЫХ МАШИН, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ ОСВОЕНИЕ ЛЕСОСЕЧНОГО ФОНДА НА ОСНОВЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СОВМЕСТИМОСТИ С ЛЕСНОЙ СРЕДОЙ

Протас П. А., канд. техн. наук, доцент

Мохов С. П., зав. каф., канд. техн. наук, доцент

Голякевич С. А., канд. техн. наук, доцент

*Учреждение образования «Белорусский государственный
технологический университет»*

Российская Федерация и Республика Беларусь — страны, богатые лесными древесными ресурсами и имеющие значительный потенциал их использования. Однако полное и рациональное освоение лесосечного фонда



сдерживается рядом причин, среди которых важное место занимает значительная доля труднодоступных заболоченных территорий и отсутствие эффективных технологий и систем машин для их разработки.

Труднодоступные территории лесосечного фонда обладают значительным лесосырьевым потенциалом, который в объемах ежегодной заготовки составляет в РБ — 1,6–2,0 млн м³, а в европейской части РФ — до 6–8 млн м³. Условия работы машин в данном лесфонде весьма разнообразны. Эффективное его освоение традиционными технологиями и, машинами чаще всего не может быть обеспечено, а там, где это возможно, технические характеристики машин не соответствуют условиям эксплуатации. Это приводит к простоям и выходу из строя дорогостоящей (200–500 тыс. долл. США за 1 единицу) лесозаготовительной техники. Трудности освоения лесных заболоченных территорий связаны не только с низкой несущей способностью лесных почвогрунтов и, как следствие, снижением эффективности работы машин, но также необходимостью сохранения ключевых биотопов. В таких условиях обостряется проблема воздействия машин на лесные экосистемы, что в современных реалиях приводит к деградации лесных экосистем, не позволяет успешно пройти процедуру лесной сертификации и конкурировать на международных рынках лесоматериалов.

Учитывая актуальность и значимость обозначенной проблемы, ее качественное и своевременное решение возможно путем тесной интеграции науки и производства России и Беларуси. В этой связи в рамках совместных исследований Белорусского государственного технологического университета и Петрозаводского государственного университета подготовлен проект концепции программы «Разработка энергоэффективных, ресурсосберегающих технологий заготовки древесного сырья с обоснованием рациональных параметров лесных машин и их ходовых систем, обеспечивающих освоение труднодоступного лесосечного фонда на основе экологической совместимости с лесной средой» («Лесфонд»).

Целью программы является — обеспечение лесной промышленности Республики Беларусь и Российской Федерации комплексными технологиями и машинами для заготовки древесины в труднодоступном лесфонде на принципах ресурсосбережения, энергоэффективности и экологичности.

Для реализации поставленной цели потребуются решение задач:

- выполнить оценку и систематизацию условий эксплуатации лесных машин в Республике Беларусь и Российской Федерации;
- разработать ресурсосберегающие технологии заготовки древесного сырья, позволяющие повысить степень освоения труднодоступного лесфонда РБ и РФ с учетом экологической совместимости с лесной средой и дать рекомендации по их применению;

- обосновать параметры новых конструкций технологического оборудования и двигателей лесозаготовительных машин, обеспечивающих эффективное освоение труднодоступного лесосечного фонда;
- разработать рекомендации для предприятий лесного машиностроения Республики Беларусь и Российской Федерации по производству многоопорных многооперационных лесозаготовительных машин для проведения рубок в условиях заболоченных лесосек;
- разработать систему оценки потенциала освоения заболоченного лесфонда и оптимизации лесотранспортной инфраструктуры с созданием компьютерных программ для ее реализации с использованием геоинформационных систем (ГИС);
- разработать и внедрить в практику дорожного строительства эффективные способы повышения несущей способности слабых грунтовых оснований лесотранспортных путей;
- разработать методику оценки доступности заболоченного лесфонда с учетом эколого-экономической эффективности его освоения и дать рекомендации по целесообразности ведения лесозаготовительного производства в условиях типовых групп труднодоступных территорий.

Актуальность и приоритетность исследований подтверждается также и поддержкой со стороны государств (заказчиками выступают со стороны Беларуси — Министерство лесного хозяйства и Министерство образования; со стороны России — Министерство природных ресурсов и экологии), а также заинтересованностью и участием в проекте ведущих машиностроительных и лесозаготовительных предприятий.



Структура взаимодействия заказчиков и исполнителей программы

В результате межвузовской интеграции Беларуси и России, а также тесной кооперации с ведущими машиностроительными и лесопромышленными предприятиями могут быть получены **следующие результаты**:

- созданы новые ресурсосберегающие технологии освоения труднодоступного лесосечного фонда, обеспечивающие комплексное использование древесной биомассы и минимизацию воздействия на лесные эко-



системы с экономическим обоснованием и рекомендациями по эффективному их применению;

- предложены новые конструкции технологического оборудования и двигателей лесозаготовительных машин, обеспечивающие освоение труднодоступного лесосечного фонда при низком экологическом воздействии на лесные экосистемы и высоких показателях энергоэффективности;
- разработаны многоопорная многооперационная лесозаготовительная машина (харвестер и форвардер) повышенной проходимости для проведения рубок в тяжелых условиях эксплуатации;
- созданы компьютерные программы для оценки возможности разработки заболоченного лесфонда, категорий его доступности, оптимизации лесотранспортной инфраструктуры, использующие в качестве исходной информации данные космического картографирования из геоинформационных систем (ГИС);
- разработаны мероприятия по повышению экологической совместимости и энергоэффективности современных лесозаготовительных машин и реализуемых ими технологий;
- выработаны критерии оценки и способы упрочнения слабых оснований лесных дорог, разработаны технологии производства работ по устройству дорожных конструкций с их внедрением в практику освоения труднодоступного лесного фонда;
- разработаны проекты нормативных документов для проектирования и строительства лесохозяйственных дорог с применением геосинтетических материалов с учетом существующей законодательной базы Республики Беларусь и Российской Федерации.

Инновационность программы заключается в получении новых знаний в области неистощительного устойчивого лесопользования и комплексного подхода к проблеме освоения труднодоступного лесосечного фонда; разработки новых конструкций машин и технологий проведения лесозаготовительных работ с применением современных систем автоматизированного проектирования и принципов PLM (жизненного цикла продукции); использовании передовых методов оценки лесосырьевого потенциала труднодоступных лесосек и необходимой инфраструктуры их освоения на основе геоинформационных систем (ГИС); проведении обширных экспериментальных исследований с использованием новейшей регистрирующей и обрабатывающей аппаратуры в реальных условиях эксплуатации лесных машин, в том числе с использованием данных, получаемых на основе встроенных в машины систем сбора и обработки информации.

БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ КАК ПЛОЩАДКА ДЛЯ МЕЖВУЗОВСКОГО СОТРУДНИЧЕСТВА В НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СФЕРЕ

Сазонов И.С., ректор университета

Пашкевич В.М., проректор по научной работе

ГУ ВПО «Белорусско-Российский университет»

Белорусско-Российский университет является государственным учреждением высшего образования совместного ведения Республики Беларусь и Российской Федерации, которое действует на основании Соглашения между Правительством Российской Федерации и Правительством Республики Беларусь от 19 января 2001 г. Университет создан на базе Могилевского государственного технического университета с целью взаимодействия в развитии науки, образования и культуры народов Российской Федерации и Республики Беларусь.

В состав университета входят Архитектурно-строительный колледж, Лицей и Институт повышения квалификации и переподготовки кадров. Обучение студентов проводится на 8 факультетах по 18 образовательным стандартам Республики Беларусь (около 5 тыс. чел. на дневной и заочной формах), 7 программам бакалавриата и 3-м магистратуры по программам Российской Федерации (около 450 чел.).

Подготовка студентов по двум образовательным стандартам позволила университету стать уникальной площадкой для обмена опытом и творческого взаимодействия двух стран.

Образовательная деятельность

Открыты новые для Беларуси программы российского бакалавриата: 23.10.00 — «Программная инженерия»; 22.20.00 — «Инноватика»; 20.10.00 — «Биотехнические системы и технологии».

Существенный вклад в повышение качества образовательных услуг и уровня преподавательского состава оказывает привлечение к образовательному процессу ведущих специалистов из-за рубежа и направление преподавателей университета на стажировки в зарубежные научно-образовательные учреждения. Только за 3 последних года приглашено свыше 40 специалистов из Российской Федерации, на стажировку направлено 38 (10 %) преподавателей университета.

Активное участие в академическом обмене приняли ученые из МЭИ, МГТУ «СТАНКИН», МАДИ, НИУ «Высшая школа экономики», СПбГПУ



Петра Великого, Национального минерально-сырьевого университета «Горный» (г. Санкт-Петербург), ЛЭТИ, Ленинградского государственного университета им. А. С. Пушкина, Белгородского ГТУ им. В. Г. Шухова, Брянского ГТУ, Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета, Владимирского государственного университета им. А. Г. и Н. Г. Столетовых, Горского аграрно-технического университета (г. Владикавказ), Саратовского ГТУ им. Ю. А. Гагарина, ООО «Акустические контрольные системы» (г. Москва).

Сотрудники университета проходили стажировки во Владимирском ГТУ им. А. Г. и Н. Г. Столетовых, СПбГПУ Петра Великого, в Межотраслевом институте повышения квалификации кадров МГТУ им. Н. Э. Баумана и др.

В 2015–2016 гг. реализованы сетевые программы дополнительного образования с вузами России, в которых участвовали 39 аспирантов и магистрантов, 9 преподавателей. В 2016 г. реализована программа производственной практики для студентов Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого по специальности 23.03.02 — «Наземные транспортно-технологические комплексы».

Научная деятельность университета в области международного сотрудничества — как университета двойного подчинения — строилась в соответствии с Постановлением Государственного Совета Союзного государства «О Приоритетных направлениях и первоочередных задачах дальнейшего развития Союзного государства на среднесрочную перспективу (2014–2017 гг.)».

В рамках взаимодействия тесные связи в научной сфере сложились с субъектами регионов Российской Федерации: г. Санкт-Петербург и Ленинградская область; г. Москва и Московская область, г. Смоленск, Северная Осетия-Алания, г. Белгород, Рязань, Брянск, Самара, Владимир, Волгоград, Томск, Саратов.

За последние годы в России защитили кандидатские и докторские диссертации 7 сотрудников университета; предполагается защита еще 6 диссертаций в Российской Федерации.

В вузе-партнере «Московский государственный строительный университет» реализуется совместный научный проект «Территориальное планирование систем расселения» совместно с ЦНИИТ Министерства строительства России.

Ведется сотрудничество в области проектирования мобильных машин с МГТУ им. Н. Э. Баумана (г. Москва). Заведующий кафедрой МГТУ «Колесные машины» Котиев Г.О. принимал участие в деятельности специализированного совета по защите докторских диссертаций в Белорусско-Российском университете.

Совместно с сотрудниками Московского государственного университета путей сообщения им. Императора Николая II (МИИТ) ведутся исследования по оптимизации форм строительных конструкций сооружений; сотрудник МИИТ осуществляет руководство аспирантами Белорусско-Российского университета.

Научно-технические разработки для Российской Федерации

В последние 4 года в университете созданы лаборатории и центры, специализирующиеся на приоритетных направлениях научной деятельности.

НИЛ «Волоконно-оптическая диагностика» имеет в своем составе единственное в Республике Беларусь производство современного эндоскопического оборудования технического назначения. За последние 10 лет лабораторией реализовано несколько десятков контрактов на сумму около 1 млн долл. США, в том числе только в 2015–2016 гг. для научно-технического центра «ВНИИМП-ОПТИМЕД-1» (г. Москва) — около 80 тыс. долл. США.

Центр сертификации и испытаний, являющийся головной организацией в области сварки в Республике Беларусь, вел разработку и аттестацию технологических процессов сварки для ООО «Трест Росспеэнергомонтаж» (г. Удомля, Тверская обл.), Центра сертификации «Промсертификация», (г. Москва).

Инжиниринговый центр «SimTech» оснащен современными программными продуктами с коммерческой лицензией (ANSYS, NX Siemens, Unigraphics, SolidWorks), специальными высокопроизводительными вычислительными серверами. Разработка для ОАО «Коломенский завод» обеспечила повышение долговечности подшипниковых узлов подвижных составов; годовой экономический эффект составил около 450 тыс. долл. США.

Лаборатория «Электроника», ведет исследования в области систем дистанционного мониторинга теплоизоляции трубопроводов и информационных система для общественного транспорта «Электронный гид».

Образовательный центр фирмы «НААС», оснащенный металлорежущими станками последнего поколения, ведет подготовку студентов и специалистов промышленных предприятий Российской Федерации в области трехмерного моделирования и обработки на металлорежущих станках с ЧПУ.

Научно-практический центр «Техносферная безопасность» осуществляет деятельность в области экологической безопасности, фиторемедиации территорий (радиоактивное заражение и загрязнение нефтепродуктами).

Научные мероприятия, выставки Российской Федерации

За последние годы научные разработки и программные продукты университета были представлены на 10 международных выставках в Российской Федерации. Экспонаты удостоены 16 дипломов и 10 золотых медалей



в рамках конкурсов на лучший инновационный проект в областях машиностроения и металлургии, производственных технологий, цифрового проектирования, наноматериалов.

Преподаватели и студенты университета приняли участие в ряде международных научно-практических и научно-технических конференций в Москве, Санкт-Петербурге, Смоленске, Белгороде, Владикавказе, Брянске, Томске и многих других российских городах.

Студенты Белорусско-Российского университета активно участвуют в конкурсах научных работ в Российской Федерации — Москве, Санкт-Петербурге, Белгороде, Смоленске, Брянске.

В 2015–2017 гг. стипендия Президента Российской Федерации была назначена двум студентам инженерно-экономического факультета, а стипендия Правительства Российской Федерации — одному студенту Белорусско-Российского университета.

С 2015 г. на базе университета проводится Могилевский Фестиваль науки, ставший международной площадкой для популяризации среди молодежи современных научных знаний, достижений в области техники, информационных технологий, обмена опытом работы между преподавателями учебных заведений. В феврале 2017 г. Могилевский фестиваль науки собрал около 3000 участников из 7 стран, в том числе, Российской Федерации (Москвы, Санкт-Петербурга, Зеленограда, Брянска, Кодинска (Красноярский край), Ярославля, Омска).

Программа развития университета и в дальнейшем будет строиться с учетом научно-образовательных достижений белорусских и российских вузов. Приоритетным станет открытие новых специальностей, выпускники которых будут востребованы на машиностроительных предприятиях Беларуси и России.

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ И ИННОВАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ УО «БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

Саскевич П. А., д-р с.-х. наук, профессор, ректор

Шершнев А. В., канд. с.-х. наук, доцент, начальник научно-исследовательской части

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»

Учреждение образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», основанное в 1836 г. и открытое в 1840 г., является старейшим учреждением высшего образования аграрного направления среди стран СНГ и Европы.

Именно в Горках были заложены основы сельскохозяйственной науки, а многие выпускники внесли значительный вклад в развитие аграрной отрасли. Написанные научные монографии и руководства по земледелию, растениеводству, агрохимии и опытному делу на протяжении многих лет являлись настольными книгами аграриев. Научные труды «Записки Горы-Горецкого земледельческого института» были первыми в России, в которых публиковались результаты научных исследований.

Научно-исследовательская и инновационная деятельность сегодня является одним из основных направлений академии. В 2013 г. академия подтвердила соответствие системы менеджмента качества по процессу «Научно-исследовательская и инновационная деятельность» требованиям Государственного стандарта Республики Беларусь СТБ ISO 9001-2009; в 2016 г. — Государственного стандарта Республики Беларусь СТБ ISO 9001-2015 и международного стандарта ISO 9001-2015. В 2016 г. академия прошла переакредитацию научной организации в Государственном комитете по науке и технологиям Республики Беларусь и Национальной академии наук Беларуси.

Научно-исследовательскую и инновационную структуру академии составляют: научно-исследовательская часть, аспирантура, учебно-научный центр «Опытные поля БГСХА», бюро НИРС, лаборатория мониторинга качества молока, учебно-научная лаборатория прикладной эндокринологии, биотехнологии и ветеринарной медицины, биотехнологическая лаборатория, редакция журнала «Вестник БГСХА», лаборатория «Выставка научных достижений», научно-технический совет, совет молодых ученых, студенческое научное общество, рыбоводный индустриальный комплекс и др. В 2014 г. в академии создана генетическая лаборатория. Научные исследования ведутся также на 55 кафедрах, в 2-х аккредитованных лабораториях: химико-экологической лаборатории и испытательной лаборатории качества семян. Научный потенциал академии составляют более 500 преподавателей, среди которых 23 доктора и 234 кандидата наук.

В соответствии с инновационным развитием отраслей АПК учеными академии проводятся научные исследования в области улучшения сортового состава сельскохозяйственных культур; совершенствования селекционно-племенной работы; разработки и внедрения инновационных технологий ведения земледелия и животноводства; разработки ресурсо- и энергосберегающих технологических процессов производства сельскохозяйственной продук-



ции; разработки концепции экономического развития, организационных моделей и систем управления АПК в условиях рыночной экономики и др.

Ежегодно сотрудниками академии выполняются порядка 60–80 финансируемых научно-исследовательских работ. В период 2012–2016 гг. ученые академии принимали участие в выполнении научных исследований в рамках 15 государственных, межгосударственных, отраслевых и региональных программ. Экономический эффект от внедрения научных разработок в производство составил около 2,5 млн долларов США.

Результаты проведенных исследований реализуются в виде создания новых видов научно-технической продукции, а также используются в учебном процессе. За последние пять лет в академии создано 246 новшеств, в том числе 61 сорт и гибрид растений; 5 ветеринарных препаратов; 31 новый узел и агрегат; 13 технологий и др.

Учеными селекционерами академии за 2012–2016 гг. создано 7 сортов и гибридов томата: «Ирма», «Рубин», «Агеньчык», «Стрела», «Черри Коралл», «Азарт», «Витязь»; 4 сорта и гибрида перца сладкого: «Каштоўны F1», «Багрец», «Багтияр», «Чырвоны Магнат»; 3 сорта фасоли овощной: «Бажена», «Морена», «Дубровенская»; 3 сорта пшеницы: озимая мягкая «Приозерная», озимая твердая «Славица», яровая твердая «Розалия», 1 сорт клевера лугового ППТГ-ранний: 2 сорта лука: многоярусный «Узгорак», душистый «Водар», 1 сорт земляники садовой «Поли», 2 сорта тыквы «Злата», «Словяночка»; 38 сортов других сельскохозяйственных, лекарственных и пряно-вкусовых культур. Выведенные селекционерами сорта и гибриды с.-х. культур отличаются высокой продуктивностью, качеством, экологической пластичностью, высоким адаптивным потенциалом.

Лучшие разработки ученых академии ежегодно отмечаются Дипломом Международной специализированной сельскохозяйственной выставки «Белагро».

По результатам проведенных исследований за период 2012–2016 гг. учеными академии издано 117 монографий, 124 рекомендации, 124 сборника научных трудов и материалов конференций, опубликовано 1910 статей в рецензируемых журналах. Получено 86 патентов на изобретение, полезную модель и авторских свидетельств на сорт.

В настоящее время в академии сформировано 19 крупных научно-педагогических школ, которые вносят существенный вклад в развитие аграрной науки Республики Беларусь и совершенствование педагогического процесса академии.

В течение 2012–2016 гг. сотрудниками академии защищены 56 кандидатских и 2 докторских диссертации.

При академии созданы и функционируют 3 Совета по защите докторских и кандидатских диссертаций.

Активно участвуют в научной работе и студенты академии. Всеми формами НИРС в академии на текущий период охвачено 3319 студентов дневной формы обучения. В 2016 г. по результатам научных исследований студентами опубликовано 2305 статей и тезисов. На научных и научно-практических конференциях студентами сделано 2647 докладов, в том числе на международных — 681.

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия всегда уделяла особое внимание расширению международного научно-технического сотрудничества. Наиболее плодотворно развивается взаимодействие с вузами и научными организациями Российской Федерации, с которыми подписан 41 договор о сотрудничестве, направленный на проведение совместных научных исследований, конференций, семинаров, научное руководство аспирантами, публикации статей, рецензирование монографий, учебников и др.

По заказу организаций Российской Федерации на базе академии проводятся исследования по оценке эффективности применения средств химизации. Разработанные в академии препараты «Гистеросан МК», «Фертилифил С» и «Фертилифил К» применяются в Российской Федерации. Плодотворное сотрудничество сложилось и при реализации Межгосударственной целевой программы Евразийского экономического сообщества «Инновационные био-технологии».

С ФБГНУ «Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н. И. Вавилова» осуществлялось взаимодействие в рамках экспертных оценок разрабатываемых методик определения качества семян. Созданные в академии новые сортообразцы клевера лугового и галеги восточной разных групп спелости с комплексом хозяйственно полезных признаков и свойств переданы в мировую коллекцию ВИР. Совместно с ФГОУВПО «Горский государственный аграрный университет» получен патент на изобретение Федеральной службы по интеллектуальной собственности Российской Федерации «Способ предпосевной обработки семян злаковых культур».

Интенсивно развивается взаимодействие и между студенчеством. Только в период с сентября по апрель 2016–2017 уч. года для участия в научных мероприятиях академию посетили 39 студентов аграрных вузов Российской Федерации. Более 50-ти студентов академии приняли участие в конференциях и конкурсах, проводимых в вузах Российской Федерации: Курская ГСХА, Томский политехнический университет, Уральский ГАУ, Вятская ГСХА, Волгоградский ГАУ, РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, Самарская ГСХА, Вологодская государственная молочнохозяйственная академия им. Н. В. Верещагина.

Дальнейшее взаимодействие высших учебных заведений и научных организаций двух стран позволит успешно решать актуальные задачи, стоя-



щие перед агропромышленным комплексом Республики Беларусь и Российской Федерации.

РАЗВИТИЕ РЕГИОНАЛЬНЫХ БЮДЖЕТОВ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ В КОНТЕКСТЕ УНИФИКАЦИИ БЮДЖЕТНОГО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА БЕЛАРУСИ И РОССИИ

*Сорокина Т.В., профессор
УО БГЭУ, Минск*

В настоящее время бюджетная система Республики Беларусь включает более 1300 местных бюджетов. В 2010–2016 гг. бюджетные ресурсы страны распределялись между уровнями бюджетной системы следующим образом: в среднем 60 % их зачислялись в республиканский бюджет и около 40 % — в местные бюджеты (при первичном распределении). После передачи трансфертов местным бюджетам соотношение этих показателей менялось в пользу местных бюджетов: доля местных бюджетов составляет около 60 %, соответственно доля республиканского бюджета — 40 %.

В то же время необходимость сохранения или увеличения отдельных расходов в условиях стабилизации экономики усилило нагрузку на местные бюджеты. Сегодня они финансируют значительную долю государственных расходов, имеющих не только местное, но и общенациональное значение, в том числе расходы на нужды образования, здравоохранения, социального обеспечения. В целом расходы на отрасли социальной сферы на 70 % финансируются местными бюджетами. Это требует адекватного увеличения доходов, создания стабильной собственной доходной базы местных бюджетов.

Новый механизм распределения доходов, заложенный в 2009 г. в Бюджетном кодексе РБ, был направлен на решение важнейших задач: закрепление определенных доходов за различными уровнями местных бюджетов и формирование на постоянной основе группы собственных доходов местных бюджетов, которые должны были составить основу их доходов и укрепить финансовую самостоятельность местного управления и самоуправления. Поскольку объем расходов каждого бюджета не может ограничиваться только собственными доходами, в виду их недостаточности, кодекс предусматривал передачу местным бюджетам регулирующих доходов и трансфертов.

Такая, используемая с давних лет, многоканальная система формирования доходов местных бюджетов позволяла обеспечить при определенных условиях равенство их доходов и расходов.

Однако в полной мере цель не была достигнута. Это показал анализ доходов бюджетов за 2010–2014 гг. и 2015 г. По сравнению с 2009 г. в структуре доходов местных бюджетов (в целом по уровню бюджетной системы) в 2014 г. наблюдаются положительные тенденции: доля закрепленных доходов выросла на 8 п.п. за счет сокращения доли регулирующих доходов на 5 п.п. и поступлений из вышестоящих бюджетов — на 3,4 п.п. Однако в структуре источников формирования доходной базы местных бюджетов высокая доля трансфертов обозначена даже на уровне консолидированных бюджетов областей: Брестской области — 38,5 %, Гродненской области — 36,8 %, Витебской области — 38,4 %.

В бюджетах других уровней эти показатели еще выше. Например, в отдельных бюджетах районов Брестской области собственные доходы составляли лишь 20–25 % общего объема доходов (Ляховичский р-н — 19,7 %, Столинский — 22,5 %, Ганцевичский 25,2 %).

При этом значительную часть доходов бюджетов формируют трансферты из вышестоящих бюджетов. Бюджеты районов продолжают оставаться высоко дотационными — от 40 до 67 %. Коэффициент бюджетной самообеспеченности (отношение собственных доходов к расходам бюджета) в бюджетах районов Брестской области составил в 2009–2014 гг. 0,3–0,4.

Аналогичная ситуация наблюдалась и в других областях республики. В целом по бюджетам областей показатель покрытия расходов собственными доходами в 2014 г. варьировал от 39 до 45 % (без учета Минска и Минской обл.), что нельзя признать достаточным, и позволяет сделать вывод о несоответствии доходной базы местных бюджетов расходным полномочиям органов местного управления и самоуправления. Мировая практика признает достаточным уровень собственных доходов, если он составляет 70 % объема бюджета.

Положение усугубляет отсутствие стабильности в развитии доходной базы местных бюджетов. Нестабильную динамику имели как собственные, так и регулирующие доходы. Что касается трансфертов, то в период 2009–2014 гг. эта составляющая доходов имела стабильно высокий уровень.

Внедрение в 2010 г. введенного БК РБ механизма распределения доходов между бюджетами показало его недоработку, поскольку он не только не укрепил доходную базу местных бюджетов, но и углубил проблемы: в 2010 г. во всех областях наблюдалось сокращение доли собственных доходов бюджетов. В последующие годы уровень обеспеченности собственными доходами бюджетов принимает то положительную, то отрицательную динамику.



Ни одна из областей не могла обеспечить расходы собственными и регулирующими доходами (исключением является г. Минск).

При этом ряд региональных бюджетов имели положительное saldo бюджетных потоков в отношении доходов, передаваемых в республиканский бюджет и получаемых из республиканского бюджета, т. е. выступали регионами-донорами по отношению к республиканскому бюджету. Международный опыт показывает, что страны создают специальные фонды не только для поддержки регионов-реципиентов, но и регионов-доноров. В Республике Беларусь система поощрения регионов-доноров отсутствует.

В ряде бюджетов районов, городов областного подчинения значительная часть контингента доходов, собираемых на их территории, зачисляется в республиканский бюджет при том, что одновременно из республиканского бюджета им передаются дотации и субвенции. Вместе с тем принципы бюджетного администрирования требуют минимизации затрат по обслуживанию бюджетных потоков.

Это требование вписывается в концепцию повышения эффективности государственных расходов.

В 2016 г. Министерство финансов РБ внесло изменения в Бюджетный кодекс. Их цель состояла в том, чтобы в законодательном порядке укрепить доходную базу местных бюджетов, увеличив собственные доходы. Для этого регулирующие доходы (отчисления от общегосударственных доходов) были отнесены к разряду собственных доходов, а понятие «регулирующие доходы» было упразднено.

Одновременно уточнено понятие собственных доходов. Если до 2016 г. собственные доходы в соответствии с БК — это доходы бюджета, зачисление которых полностью или частично в соответствующий бюджет предусмотрено законодательством на постоянной основе, то в новой редакции собственные доходы — это доходы бюджета, зачисление которых полностью или частично в соответствующий бюджет предусмотрено в соответствии с настоящим Кодексом (нет уточнения «на постоянной основе»).

Отчисления от общегосударственных доходов по-прежнему утверждаются в ежегодных законах о республиканском бюджете, поэтому правомерно утверждать, что по сути своей эти отчисления выполняют функцию регулирующих доходов местных бюджетов. В предыдущей редакции БК регулирующие доходы — это доходы бюджета, ежегодно распределяемые между вышестоящими и нижестоящими бюджетами в целях бюджетного регулирования.

Безусловно, такие изменения позволили значительно увеличить долю собственных доходов в структуре доходов местных бюджетов почти до 70 %. Однако уровень трансфертов, как и ранее, остается достаточно высоким (особенно в бюджетах районов).

В качестве мер по укреплению доходной базы местных бюджетов предлагается:

1. Приступить к разработке общей концепции реформирования межбюджетных отношений, изучив опыт Российской Федерации.
2. Разработать модель местного бюджета, обозначив в ней рекомендуемые параметры собственных, регулирующих доходов и трансфертов. Законодательно утвердить предельные размеры дотаций в местных бюджетах, а также минимальный уровень собственных доходов, что будет положено в основу создания модели местного бюджета. Возможны варианты моделей в зависимости от уровня бюджетов.
3. Расширить права местных органов власти по привлечению дополнительных доходов. В качестве эксперимента (в нескольких регионах) разрешить применять увеличенный норматив отчислений от сверхпланового контингента НДС (или разработать другие стимулирующие механизмы).
4. Разработать фондовую систему поддержки регионов-реципиентов и регионов-доноров. Предусмотреть создание фонда регионального развития, средства которого могут направляться на дополнительную поддержку регионов-доноров по показателю валового регионального продукта, а также регионов с низким доходным потенциалом, используя положительный опыт Российской Федерации по созданию аналогичных фондов;
6. Собственную доходную базу местных бюджетов привести в соответствие с расходными полномочиями местных органов власти. Обеспечить выравнивание бюджетной обеспеченности регионов на основе формулы выравнивания.

АУДИТ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СОВРЕМЕННЫХ ЛЕГИРОВАННЫХ СТАЛЕЙ, ВЫПЛАВЛЯЕМЫХ ОАО «БМЗ — УПРАВЛЯЮЩАЯ КОМПАНИЯ ХОЛДИНГА БМК» ПО ЕВРОПЕЙСКИМ И ОТЕЧЕСТВЕННЫМ СТАНДАРТАМ ДЛЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ СОЮЗНОГО ГОСУДАРСТВА

*Степанкин И.Н., заведующий кафедрой «Материаловедение в машиностроении»
ГГТУ им. П. О. Сухого, Гомель, Беларусь*



Поздняков Е.П., старший преподаватель кафедры «Материаловедение в машиностроении» «ГГТУ им. П. О. Сухого, Гомель, Беларусь

Романенко Д.Н., доцент кафедры «Машиностроительных технологий и оборудования» ФГБОУ ВО «ЮЗГУ», Курск, Российская Федерация

Современный этап в развитии металлургической промышленности характеризуется всесторонним учетом рыночной конъюнктуры в области освоения новых марок легированных сталей. Стремление к интеграции с зарубежными партнерами диктует необходимость согласования номенклатуры выпускаемых за рубежом сталей с их потреблением на рынке Союзного государства, который традиционно ориентирован на известные и широко востребованные сплавы типа 40X, 18XГТ, 35ХГСА и другие. Их зарубежные аналоги, например, 16GrMnS5 и 42CrMoS4 по признакам легирования в целом согласуются с отечественными сплавами и могут рассматриваться как альтернативные материалы. Однако тенденция на адаптацию свойств поверхностного слоя детали к эксплуатационному воздействию, которая наиболее значимо проявляется при разработке методик поверхностного упрочнения, заставляет потребителей на постсоветском пространстве с осторожностью относиться к новым материалам, которые на большинстве российских и белорусских машиностроительных предприятий еще слабо апробированы. В этой ситуации такой важный производственный аспект, как унификация материала ответственных деталей машин с европейскими стандартами, негативно влияет на экспортный потенциал выпускаемой продукции. Очевидно, что всестороннее изучение новых зарубежных сплавов, выпуск которых уже освоен в Республике Беларусь на ОАО «БМЗ» — управляющая компания БМК» может расширить номенклатуру современных материалов востребованных машиностроительными предприятиями Союзного государства, и позволит усилить интеграцию с партнерами дальнего зарубежья.

Одной из важнейших эксплуатационных характеристик приведенных сплавов, является их способность противостоять воздействию пульсирующих контактных нагрузок, которые являются основным эксплуатационным фактором, вызывающим отказ широкой номенклатуры деталей с зубчатыми зацеплениями и развитыми криволинейными рабочими поверхностями. К ним относятся шестерни, кулачки, распределительные валы, плунжеры и т. п. Анализ способностей сплавов воспринимать термохимическое упрочнение и формировать модифицированный слой с заданными морфологией и свойствами, является важной научно-практической задачей. Ее решение, актуальное для машиностроительных предприятий Союзного государства, обуславливает вовлечение в исследовательскую работу как белорусских, так и российских исследователей.

Научные работники Юго-Западного государственного университета, г. Курск, Российская Федерация и Гомельского государственного технического университета им. П. О. Сухого, г. Гомель, Беларусь, используя накопленный научный задел в области испытаний материалов на контактную выносливость, выполняют работы по сравнительной оценке поверхностных слоев конструкционных сталей отечественного производства и их зарубежных аналогов [1]. Результаты исследований обеспечивают построение кривых контактного износа в условиях циклического нагружения экспериментальных образцов пульсирующим контактным напряжением с заданной амплитудой. Морфология модифицированного слоя образцов во взаимосвязи с режимами упрочнения, химическим составом материала и механизмом его контактного износа позволяет получить представление о возможностях адаптивного упрочнения конкретного сплава с учетом эксплуатационных факторов, воздействующих на конкретную деталь.

Результаты исследований формируют базу данных в виде кривых контактного изнашивания. На примере испытаний образцов из стали 35ХГСА (рис. 1) показано, что кривые износа различных модифицированных слоев данного материала имеют классический вид с тремя этапами изнашивания [2]. На первом этапе происходит приработка поверхностного слоя, на втором проявляется способность материала сопротивляться контактному износу, а на третьем начинается процесс зарождения питтингов с постепенным увеличением глубины лунки износа и разрушения поверхностного слоя материала.

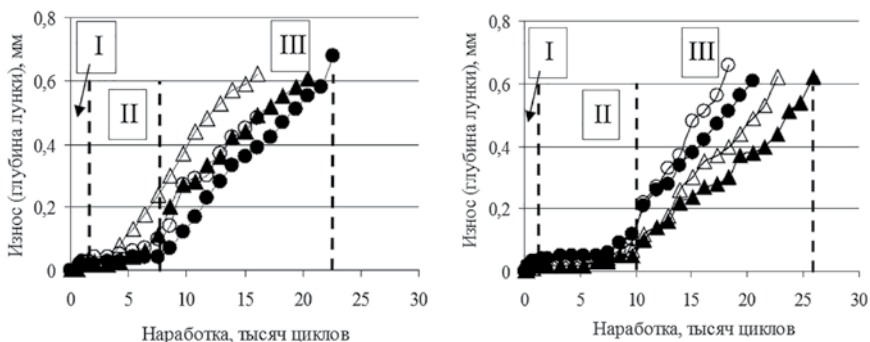


Рис 1. Кривые контактного износа образцов из стали 35ХГСА, упрочненных химико-термической обработкой в течение: а – 8 часов, б – 12 часов с последующей закалкой и низкотемпературным отпуском. Испытания проведены при воздействии пульсирующего контактного напряжения 1300 МПа
 ● — нитроцементация, ○ — нитроцементация с криогенной обработкой,
 ▲ — цементация, △ — цементация с криогенной обработкой;
 I, II, III — этапы изнашивания



Вариативность режимов термохимической обработки, в том числе применение криогенной обработки, обеспечивают возможность в широких диапазонах изменять структуру и свойства металлической матрицы модифицированных слоев. Управление соотношением фазовых составляющих твердого раствора и создание определенного баланса между долями остаточного аустенита и α -фазой, обеспечивает заданную вязкость слоя. Вторым, не менее важным металлургическим аспектом является морфология карбидной (карбонитридной) фазы рабочего слоя, которая зависит от химического состава сплава и может оказывать существенное влияние на эксплуатационные характеристики детали, изготовленной из стали отечественной и зарубежной марок. На примере сплавов 16CrMnS5 и 18ХГТ показано, что распределение включений по сечению материала, их удельный объем и строение, а также структура металлической матрицы могут быть практически идентичными (рис. 2, 3).

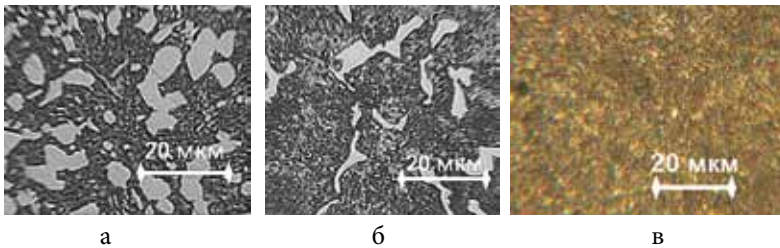


Рис. 2 Микроструктура стали 16CrMnS5, упрочненная посредством 8-ми часовой цементацией, закалкой и отпуском (а — на поверхности слоя, б — на глубине 0,14 мм, в — на глубине 0,29 мм)

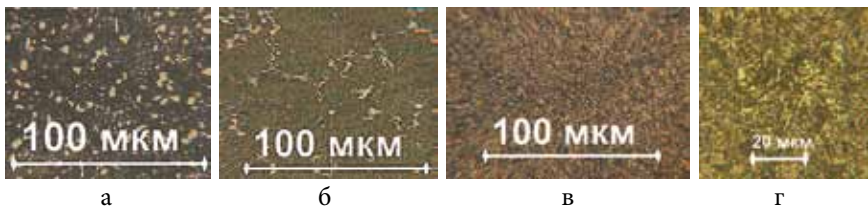


Рис. 3 Микроструктура упрочненного слоя после 8-ми часовой цементации и последующей термической обработки: а — на поверхности; б — на глубине 0,14 мм; в — на глубине 0,9 мм; г — в сердцевине

Окончательный вывод о взаимозаменяемости подобных сплавов позволяет сделать сравнительный анализ результатов кривых контактного износа и сформулировать требования к режимам структурообразования деталей машин, изготавливаемых из отечественных и зарубежных марок сталей.

Список использованной литературы

1. Степанкин, И.Н. К вопросу контактного изнашивания карбонитридных и карбидных слоев легированных конструкционных сталей 35ХГСА и 40Х /И.Н. Степанкин, Е.П. Поздняков, Д.Н.Романенко // Современные методы и технологии создания и обработки материалов: Сб. научных трудов. В 3 кн. Кн. 1. Материаловедение / редколлегия: С.А.Астапчик (гл. ред.) [и др.]. — Минск: ФТИ НАН Беларуси, 2016. — С. 239–247.

РОЛЬ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В РАЗВИТИИ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ В УСЛОВИЯХ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЩЕСТВА

Ткалич Т.А., доктор экономических наук, профессор кафедры информационных технологий

Белорусский государственный экономический университет, г. Минск

Развитие информационного общества (ИО) ставит новые ориентиры, устремленные к достижению значимых преимуществ в направлениях использования информационно-коммуникационных технологий (ИКТ), потребления знаний в процессе инновационного и социально-экономического развития, повышения компетентности пользователей, эффективного использования Интернета и цифровых услуг. Упрочение роли ИКТ в развитии социально-экономических систем в условиях ИО обеспечено значимостью научных проектов для выявления и оценки социально-экономических показателей развития ИО и образовательных проектов для развития компьютерной грамотности и ИКТ-потенциала, качества подготовки ИТ-специалистов.

Создание потенциала и развитие ИКТ-компетенций, способностей их реализации широко поддерживается образовательными и научными проектами Белорусского государственного экономического университета. В настоящее время БГЭУ реализует более сотни договоров и соглашений с научно-исследовательскими и образовательными организациями из 25 стран, является действенным членом Евразийской ассоциации университетов, постоянным участником международных европейских программ. В рамках программ поддержки модернизации, доступности и интернационализации высшего образования БГЭУ реализует ряд проектов развития ИКТ- компетенций, в частности:



- международное сотрудничество в сфере высшего образования — около 10 магистерских программ двойного диплома, предусматривающих дисциплины развития профильных ИКТ-компетенций;
- участие в международных конкурсах научных работ студентов и аспирантов, проводимых Финансовым университетом при Правительстве Российской Федерации, Санкт-Петербургским государственным экономическим университетом, Международным молодежным союзом экономистов и финансистов;
- научная деятельность и международное сотрудничество в рамках работы 28 студенческих научно-исследовательских лабораторий (СНИЛ); ежегодные Международные научно-практические видеоконференции молодых ученых «Актуальные проблемы налоговой политики» (Минск — Москва — Екатеринбург — Иркутск — Владивосток), Международная научно-практическая интернет-конференция «Развитие финансовых систем России, Казахстана и Беларуси»;
- сетевое взаимодействие университетов, коллективные формы коммуникаций и видеоконференции, доклады на научно-практических конференциях, стажировки магистрантов и аспирантов;
- проекты двойных дипломов с российскими университетами, совместная разработка учебников и учебно-методической литературы, привлечение студентов и магистрантов к проведению совместных научных исследований в рамках совместных договоров, проектов и грантов (МГУ, кафедра экономической информатики; РЕА им. Плеханова, кафедра информатики; Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина, Дальневосточный федеральный университет, Харьковский национальный экономический университет им. С. Кузнеця, Московский государственный институт международных отношений, Российское отделение Международной налоговой ассоциации).

Деятельность кафедры информационных технологий БГЭУ в рамках межвузовской интеграции Беларуси и России в научно-образовательной сфере определена серией образовательных и научных проектов:

- прием на магистерскую программу «Экономическая информатика» двойного диплома по специальности «Информационные бизнес-коммуникации»;
- СНИЛ «ITE-skills» в сфере информационных технологий в экономике;
- совместным участием в международных научных конкурсах Белорусского фонда фундаментальных исследований, Национальной академии наук Беларуси и Министерства образования в сотрудничестве с университетами стран СНГ;
- образовательными проектами, предусматривающими развитие ИКТ-компетенций — дистанционного обучения по специальности «Правове-

дение», координация учебного процесса иностранных студентов, магистрантов и аспирантов;

– разработкой программ для магистрантов и аспирантов в сфере профильного ИКТ-образования;

– программами стажировки ведущих ученых и докторов наук.

Кафедрой информационных технологий БГЭУ ведется проект «Исследование результатов развития цифровой экономики Республики Беларусь в сравнении с европейскими странами», который представляется в рамках международных научных конкурсов. В основу исследований положена европейская модель индекса DESI, которая имеет социальную направленность, отражает социально-экономическую интеграцию и предназначена для оценки уровня развития ИО Европы.

Целью научного проекта является получение прогнозных показателей развития социально-экономических систем Беларуси в сопоставлении с европейскими странами, формирование стратегического вектора развития ИО Беларуси, позволяющего выявить как приоритеты, так и резервы развития.

Индекс DESI суммирует по 30 показателям достижения стран Евросоюза и отслеживает их эволюцию во всех сферах ИО по пяти направлениям: связь (25 %), человеческий капитал (25 %), использование сети Интернет в т. ч. в личных целях (15 %), интеграция цифровых технологий (20 %), государственные электронные услуги (15 %). На 2017 г. получены следующие прогнозные показатели для Республики Беларусь по индексу DESI: *по индексу в целом* — ожидаемое значение ниже среднего по ЕС (16-е место), страна занимает позицию 22, одинаковую с Венгрией; *по возможностям подключения* расчетное значение для Беларуси 0,594, что выше среднего по ЕС (18-е место), занимает позицию 17, одинаковую с Эстонией; *человеческий капитал*: значение для Беларуси 0,571, что близко к среднему показателю по ЕС (15-е место), страна занимает позицию 15 следом за Чехией; *использование Интернет в личных целях*: прогнозное значение для Беларуси 0,426, что ниже среднего показателя по ЕС (16-е место), занимает позицию 20,5 следом за Венгрией; *интеграция цифровых технологий*: расчетное значение для Беларуси 0,237, что ниже среднего показателя по ЕС (17-е место), страна занимает позицию 25,5 следом за Чехией; *государственные цифровые услуги*: ожидаемое значение для Беларуси 0,427, что ниже среднего показателя по ЕС (18-е место), занимает позицию 24,5, опережая Чехию.

Оценка показателей результативности ИО Беларуси в сравнении со средним по Евросоюзу показала, что уровень социально-экономического развития страны в условиях ИО сопоставим по уровню ИКТ-инфраструктуры и развитию человеческого капитала, а по уровню интеграции цифровых тех-



нологий и государственных цифровых услуг Беларусь отстает от среднего по Евросоюзу. Обычно уровень развития ИКТ Беларуси сравнивают с Чехией, Польшей, Венгрией, странами Прибалтики.

Разработаны методики выделения групп показателей по степени значимости и оценки уровня значимости, вклада и ценности каждого показателя в выделенных группах. Выявлено, что стабильность развития ИО на данный момент определяют лишь половиной показателей DESI, наибольшая доля показателей создает экономическую основу развития ИО, сюда относится уровень потребления государственных цифровых услуг. По всем странам резерв возможностей развития ИО составляет электронный бизнес, в среднем по Евросоюзу — более активное потребление Интернет-контента. На текущий момент наибольшую ценность в формировании ИО Евросоюза определяют высококвалифицированные ИКТ-специалисты (1 показатель); стабильность развития ИО обеспечивают базовые навыки и доступ к широкополосному доступу (5 показателей); фундаментом развития ИО является степень использования коммуникаций в государственном управлении, экономике и бизнесе (11 показателей), потенциал развития обеспечивают социальная сфера и внешнеэкономическая деятельность (13 показателей).

Проанализирован опыт развития ИО в среднем по Евросоюзу и на примере отдельных стран — Чехии, Польши и Венгрии, сгенерированы индексы для Беларуси, которые создали основу для изучения проблем развития ИО.

Анализ текущих ориентиров развития ИО, выделение групп показателей по значимости, определение разрыва в распределении показателей между передовыми странами позволили определить области, требующие улучшения. Предложенный подход использует общепринятые в мировой практике показатели и международные статистические базы (UNIDO, ITU), методы оценки, которые являются универсальными и могут применяться для любой страны. Это позволяет решить проблему измеримости результатов ИО Беларуси и стран СНГ, применения их для формирования стратегий развития ИО.

Проект поддержан кафедрой экономической информатики МГУ и предполагается к представлению на конкурс научных проектов, результаты докладывались на научных семинарах кафедры. Перспективы межвузовского сотрудничества университетов Беларуси и России в рамках проекта в дальнейшем направлены на изучение уровня социально-экономического развития регионов России и Беларуси в условиях ИО.

Список использованной литературы

Ткалич Т.А. Мониторинг уровня развития цифровой экономики по индексу DESI / Т.А. Ткалич // Вестник связи — 2016 — № 6 — С. 43–54.

СОТРУДНИЧЕСТВО ГРОДНЕНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА ИМ. ЯНКИ КУПАЛЫ С ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫМИ УЧРЕЖДЕНИЯМИ РОССИИ В РАЗРАБОТКЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПОДГОТОВКИ КАДРОВ ДЛЯ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ И СПОРТА

*Храмов В.В., д-р пед. наук, доцент, заведующий кафедрой спортивных дисциплин
УО «Гродненский государственный университет им. Янки Купалы»*

*Пельменев В.К., д-р пед. наук, профессор, профессор кафедры теории методики
физической культуры и спорта ФГАОУ ВО «Балтийский федеральный
университет им. Иммануила Канта»*

Внедрение инноваций, ориентированных на повышение эффективности образовательной деятельности, является одной из наиболее заметных доминант развития современной системы образования. Понимание необходимости нововведений, способность к их реализации диктуется конкуренцией на рынке образовательных услуг. По оценке французского социолога М. Крозье, «в современной конкурентной борьбе, в первую очередь, борьба идет не за обладание ресурсами, материальными ценностями, а за способность к нововведениям» [1]. Учреждения, осуществляющие образовательную деятельность, это реализуют в процессе удовлетворения требований к содержанию и качеству образования, которые предъявляются со стороны заказчиков и потребителей образовательных услуг.

Инновации являются результатом совместных усилий ученых и практиков, специалистов в области управления. Непрерывное повышение качества профессионального образования с учетом решения задач инновационного развития осуществляется в следующих направлениях:

- 1) программно-нормативное сопровождение инноваций;
- 2) методология, структура, содержание, материально-техническое и учебно-методическое обеспечение инновационного образования;
- 3) разработка новых и совершенствование традиционных педагогических технологий;
- 4) кадровое сопровождение инновационных преобразований.

Структурное единство указанных направлений достигается комплексом преобразований, связанных с разработкой, внедрением, оценкой эффектив-



ности и применением инноваций в обучении и воспитании. Инновационная деятельность в области подготовки будущих специалистов физической культуры и спорта стала предметом сотрудничества учреждений образования Республики Беларусь и Российской Федерации.

В настоящее время наиболее известна и распространена схема жизненного цикла инноваций, включающая следующие стадии [2]:

- 1) фундаментальные исследования, обосновывающие научную идею;
- 2) прикладные исследования, связанные с созданием новшеств;
- 3) принятие решения о целесообразности внедрения новшеств;
- 4) первичное внедрение новшеств (апробация), фиксация их преимуществ;
- 5) распространение новшества, принятие его сообществом специалистов, начало активного использования;
- 6) насыщение, перевод новшества в разряд традиции (новшество становится нормой);
- 7) кризис эффективности ввиду исчерпания инновационного потенциала;
- 8) прекращение использования инновации, вытеснение ее более эффективными новшествами.

Данная схема указывает на развитие инноваций в образовании с опорой на сведения науки и необходимость подкрепления практикой, что предопределяет создание правовых, экономических и управленческих условий для осуществления инновационной деятельности. В качестве примера рассмотрим процесс инновационных преобразований, основанных на информатизации спортивно-педагогической подготовки будущих специалистов физической культуры и спорта.

Внедрение информационных технологий в практику физкультурного образования обычно осуществляется на основе общепринятых положений компьютерной дидактики (И. В. Роберт, 2008; А. И. Башмаков, 2005; И. Г. Захарова, 2003 и мн. др.), с использованием существующих технических решений и, главное, без учета специфики образовательной деятельности по спортивно-педагогическим дисциплинам. Это приводит к тому, что существующая технология электронного обучения не предусматривает применение электронных дидактических средств в качестве составного и неотъемлемого элемента методик обучения двигательным действиям и развития физических способностей. Указанная проблема находится в плоскости проектирования, разработки, внедрения и применения технологических инноваций.

Управление процессом внедрения информационных технологий в содержание подготовки будущих специалистов физической культуры и спорта осуществлялось в следующей последовательности:

- 1) изучение накопленного опыта информатизации физкультурного образования;

- 2) исследование потребностей специалистов физической культуры в средствах информатизации и компьютеризации образовательной деятельности;
- 3) поиск и выделение в структуре образовательной деятельности объектов для информационно-технологических преобразований (педагогические процессы, операции, действия, эффективность которых может быть повышена при условии применения информационных технологий);
- 4) создание учебно-методического обеспечения, функционирующего при помощи информационных технологий и предназначенных для применения в качестве составного и неотъемлемого элемента специальных методик обучения физкультурного образования;
- 5) адаптация существующих педагогических технологий физкультурного образования в связи с новыми возможностями, предоставляемыми средствами электронного обучения;
- 6) подготовка преподавателей физической культуры к решению задач физкультурного образования с использованием средств электронного обучения;
- 7) внедрение инновационных технологий обучения в практику физкультурного образования;
- 8) создание условий для преобразования педагогической инновации в традицию физкультурного образования.

Одним из значимых результатов инновационной деятельности стало создание на факультете физической культуры учреждения образования «Гродненский государственный университет им. Янки Купалы» технологии обучения двигательным действиям, основанной на использовании электронных дидактических средств. Это стало возможным благодаря продуктивному сотрудничеству с вузами физической культуры Российской Федерации. В частности, российские специалисты физической культуры и спорта (ФГБОУ ВО «Национальный государственный Университет физической культуры, спорта и здоровья им. П. Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург», ФГАОУ ВО «Балтийский федеральный университет им. Иммануила Канта», ФГБОУ ВО «Уральский государственный университет физической культуры», ФГБОУ ВО «Российский государственный педагогический университет им А. И. Герцена», ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет физической культуры, спорта и туризма» и др.) принимали участие в оценке целесообразности инновационно-технологических преобразований физкультурного образования, оценивали качество разработанных электронных средств обучения, обеспечивали их внедрение в практику преподавания спортивно-педагогических дисциплин.

Таким образом, на основе сотрудничества между вузами Республики Беларусь и Российской Федерации была создана и внедрена инновационная



технология обучения двигательным действиям в физкультурном образовании [3]. Достигнутый эффект синергии способен оказать положительный эффект на развитие национальных систем подготовки и повышения квалификации специалистов физической культуры и спорта.

Список использованной литературы

1. Крозье, М. Современное государство — скромное государство / М. Крозье // Свободная мысль. — 1993. — № II. — С. 35–43.
2. Кучко, Е.Е. «Жизненный цикл» инновационного процесса: этапы и особенности реализации / Е.Е. Кучко // Философия и социальные науки. — 2009. — № 3. — С. 73–77.
3. Храмов, В.В. Инновационные технологии обучения двигательным действиям в системе физического образования (на примере Республики Беларусь): автореф. дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.08; 13.00.04 / В.В. Храмов. — Калининград, 2015. — 48 с.

СОЗДАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ПОРОШКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ АДДИТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА ИЗ ВЫСОКОЛЕГИРОВАННЫХ СПЛАВОВ НА ОСНОВЕ ЖЕЛЕЗА

Агеев Е.В., д-р техн. наук, профессор, руководитель научно-образовательного центра «Порошковая металлургия и функциональные покрытия»

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Юго-Западный государственный университет»

Существует множество методов получения металлопорошков, условно их разделяют на физико-химические и механические. К физико-химическим относят технологии, связанные с физико-химическими превращениями исходного сырья. При этом химический состав и структура конечного продукта — порошка, существенно отличается от исходного материала. Механические методы обеспечивают производство порошка из сырья без существенного изменения химического состава. К механическим методам относятся, например, многочисленные варианты размола в мельницах, а также диспергирование расплавов посредством струи газа или жидкости. Этот процесс называют также атомизацией. Частицы порошков, получаемых механиче-

скими методами путем размола, имеют осколочную, неправильную форму. В изготовленном порошке содержится относительно большое количество примесей — продуктов износа размольных тел и футеровки мельницы. Поэтому эти методы не применяют для получения порошков, используемых в аддитивных технологиях. Диспергирование расплава — наиболее производительный, экономичный и эффективный способ получения мелких и средних порошков металлов. 60–70 % объема всех промышленных порошков получают именно этим методом. Распыление (атомизацию) широко применяют при производстве порошков многокомпонентных сплавов, в частности, с аморфной структурой, которая позволяет достичь равномерного химического состава композиции, даже при содержании легирующих компонентов выше их предела растворимости в основном компоненте сплава. Кроме того, порошки, полученные с использованием методов диспергирования расплавов, имеют форму частиц, близкую к сферической. Более 90 % всех порошков, применяемых в аддитивных технологиях, получают методами диспергирования расплава.

К числу перспективных энергосберегающих, экологически чистых и ресурсосберегающих, но промышленно не применяемых технологий получения порошков-сплавов относят технологию электроэрозионного диспергирования (ЭЭД).

Новизна идеи и технического решения разрабатываемой технологии ЭЭД для аддитивных технологий состоит в том, что получение порошка-сплава осуществляется путем разрушения токопроводящего материала в результате локального воздействия кратковременных электрических разрядов между электродами в жидкой среде (рабочей жидкости), которая заполняет зазор между электродами (рис. 1).

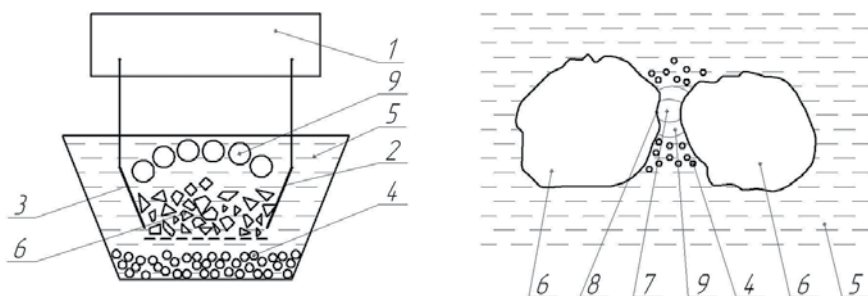


Рис. 1 Схема процесса ЭЭД: а) схема установки; б) схема процесса

Импульсное напряжение генератора 1 прикладывается к электродам 2 и 3 и далее к пластинам сплава 6 (в качестве электродов также служат пла-



стины сплава). При достижении напряжения определенной величины происходит электрический пробой рабочей среды 5, находящийся в межэлектродном пространстве, с образованием канала разряда 7. Благодаря высокой концентрации тепловой энергии, материал в точке разряда 8 плавится и испаряется, рабочая среда испаряется и окружает канал разряда газообразными продуктами распада 9 (газовым пузырем). В результате развивающихся в канале разряда и газовом пузыре значительных динамических сил, капли расплавленного материала 4 выбрасываются за пределы зоны разряда в рабочую среду, окружающую электроды, и застывают в ней, образуя каплеобразные частицы сплава.

Цель работы — получение порошков-сплавов из высоколегированных сплавов на основе железа, пригодных к аддитивным технологиям.

Основные требования к порошковым материалам в аддитивных технологиях и возможности технологии ЭЭД:

- применяются смеси порошков различного размера. Требуется сочетание фракций разного размера. Рассчитывается, какое соотношение должно быть в композиции фракций разного размера, чтобы обеспечить максимальную плотность упаковки. ЭЭД возможно получать порошки от 0,01 до 50 мкм;
- сферическая форма частиц. Это связано, во-первых, с тем, что такие частицы более компактно укладываются в определенный объем. А во-вторых, с необходимостью обеспечить «текучесть» порошковой композиции в системах подачи материала с минимальным сопротивлением. ЭЭД позволяет получать частицы порошков в основном сферической и эллиптической формы;
- определенный химический состав порошка путем смешивания из разных по составу порошков. ЭЭД позволяет получать порошки-сплавы с необходимым комплексом физико-механических свойств.

Разрабатываемые порошки-сплавы должны быть конкурентоспособны по сравнению с существующими отечественными и зарубежными аналогами в части:

- 1) энергетических затрат (порядка 60–100 Вт·ч/кг);
- 2) экологической чистотой процесса (отсутствие сточных вод и выбросов в атмосферу);
- 3) ресурсосбережения (использование отходов);
- 4) возможности получения наноразмерных частиц порошков-сплавов.

К настоящему времени получены следующие патентные документы по технологии получения порошков-сплавов ЭЭД:

1. Пат. 2449859 Российская Федерация. Установка для получения нанодисперсных порошков из токопроводящих материалов [Текст] / Аге-

- ев Е.В. и [др.]; заявитель и патентообладатель Юго-Зап. гос. ун-т. — № 2010104316/02; заявл. 08.02.2010; опубл. 10.05.2012, Бюл. № 13.
2. Пат. 2455117 Российская Федерация. Способ получения нанопорошка на основе карбида вольфрама [Текст] / Агеев Е.В. и [др.]; заявитель и патентообладатель Юго-Зап. гос. ун-т. — № 2009138957/02; заявл. 21.10.2009; опубл. 10.07.2012, Бюл. № 12.
3. Пат. 2590045 Российская Федерация. Способ получения металлического нанопорошка из отходов быстрорежущей стали в керосине заявитель и патентообладатель Юго-Зап. гос. ун-т. — № 2014135667/02; [Текст] / [Текст] / Агеев Е.В. и [др.]; заявл. 03.09.2014; опубл. 10.07.2016, Бюл. 19.
4. Пат. 2599476 Российская Федерация. Способ получения медного порошка из отходов [Текст] / Агеев Е.В. и [др.]; заявитель и патентообладатель Юго-Зап. гос. ун-т. — № 2014135563/02; заявл. 02.09.2014; опубл. 10.10.2016, Бюл. 9.
5. Пат. 2597445 Российская Федерация. Способ получения нанопорошка меди из отходов [Текст] / Агеев Е.В. и [др.]; заявитель и патентообладатель Юго-Зап. гос. ун-т. — № 2014135539/02; заявл. 02.09.2014; опубл. 10.09.2016, Бюл. 25.
6. Пат. 2597443 Российская Федерация. Способ получения стальных порошков электроэрозионным диспергированием отходов шарикоподшипниковой стали в воде [Текст] / Агеев Е.В. и [др.]; заявитель и патентообладатель Юго-Зап. гос. ун-т. — № 2015109483/02; заявл. 16.09.2014; опубл. 19.03.2015, Бюл. 25.
7. Пат. 2 612 117 Российская Федерация. Способ получения алюминиевого нанопорошка [Текст] / Агеев Е.В. и [др.]; заявитель и патентообладатель Юго-Зап. гос. ун-т. — № 2015144702; заявл. 19.10.2015; опубл. 02.03.2017, Бюл. 7.
8. Пат. 2613240 Российская Федерация . Способ получения вольфрамтитановых твердых сплавов из электроэрозионных порошков [Текст] / Агеев Е.В. и [др.]; заявитель и патентообладатель Юго-Зап. гос. ун-т. — № 2015119823; заявл. 27.05.2015; опубл. 20.12.2016, Бюл. 35.



К ВОПРОСУ О ПРОЧНОСТИ И ИЗНОСОСТОЙКОСТИ КОМПОЗИТОВ С ДИСПЕРСНОЙ ЦЕМЕНТИТНОЙ ФАЗОЙ В ФЕРРИТНОЙ МАТРИЦЕ

Колмыков В.И., д-р техн. наук, профессор кафедры машиностроительные технологии и оборудование ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», Курск, Россия

Романенко Д.Н., канд. техн. наук, доцент кафедры машиностроительные технологии и оборудование ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», Курск, Россия

Абышев К.И., инженер ООО «Нержавеющий мир», Москва, Россия

Степанкин И.Н., заведующий кафедрой «Материаловедение в машиностроении» УО «ГГТУ им. П. О. Сухого», Гомель, Беларусь

Поздняков Е.П., старший преподаватель кафедры «Материаловедение в машиностроении» УО «ГГТУ им. П. О. Сухого», Гомель, Беларусь

Большое количество деталей строительных, горных, сельскохозяйственных и многих других машин работают в абразивных средах и быстро выходят из строя из-за износа, что вызывает необходимость изготовления запчастей в массовых количествах и удорожание соответствующих работ. Поэтому все мероприятия, направленные на повышение износостойкости таких деталей надо признать актуальными.

Основным компонентом природных абразивных масс является кварц (песок), имеющий очень высокую твердость. Твердые абразивные частицы легко внедряются в стальную поверхность, вызывая на ней царапины, т. е. происходит микрорезание стали (катастрофическое изнашивание). Снизить интенсивность такого изнашивания можно увеличив твердость изнашиваемой поверхности [1]. Одним из путей увеличения твердости является создание на поверхности стальной детали поверхностного слоя или покрытия, насыщенного большим количеством твердофазных включений по типу металлических композитов.

В качестве твердой фазы в износостойких слоях может выступать цементит, который имеет такую же твердость как и кварц ($H_c 1000...1100$). Высокое содержание цементита в поверхностных слоях сталей может быть получено путем их интенсивного науглероживания в высокоактивных карбюризаторах [2] и такие слои могут эффективно сопротивляться действию абразивных частиц.

В данной работе анализируется механизм изнашивания сталей с ферритно-цементитной структурой с содержанием цементита при воздействии кварцевого абразива от 0 до 90 %. В процессе изнашивания двухфазных материалов, состоящих из твердой хрупкой фазы (цементита) и пластичной матрицы, происходит деформирование композита в местах контакта с абразивными частицами, что может вызвать либо растрескивание хрупких включений, либо их отделение от матрицы по межфазным границам. В литературе отмечается, что в сталях со структурой зернистого перлита (содержащих 1,0–1,5 % С) растрескивание частиц цементита, как и отделение их от металлической матрицы обнаруживается только после пластического течения матрицы.

Согласно данным [3], эффективное касательное напряжение τ_E в ферритной матрице, вызывающее растрескивание удлиненного цементитного включения шириной α на пути двух скоплений дислокаций по разные стороны этого барьера, определяется из уравнения

$$\tau_E = [\alpha / (L + \alpha)]^{1/2} [2\gamma G / \Pi(1 - \nu)L]^{1/2}, \quad (1)$$

где γ — поверхностная энергия трещины; G — модуль сдвига матрицы; ν — коэффициент Пуассона; L — длина дислокационного скопления.

Расчеты показывают, что если подставить в уравнение (1) действительные значения параметров γ , G и ν в $\gamma = Gb/10$, $G = 1,05 \cdot 10^5$ Н/мм², $b = 3 \dots 10$, то полученные напряжения сдвига, необходимые для разрушения карбидных частиц ($\tau_E = 220\text{--}1300$ Н/мм²) одного порядка с пределом текучести σ_T стали. Так приведенные на рис. 1 значения τ_E , вычисленные для дислокационного скопления длиной $L = (0,5\text{--}5,0) \cdot 10^{-4}$ см, близки к интервалу значений предела текучести сталей с содержанием 0,1–0,85 % С (после их нормализации или закалке в масле с отпуском при 480 °С $\sigma_T = 200\text{--}1000$ Н/мм [4]).

Удовлетворительное совпадение τ_E и σ_T показывает, что на эти параметры влияет не только средний размер карбидных частиц, но и (в еще большей степени) расстояние между ними L (см. рис. 1). Эффективное напряжение τ_E , вызывающее сдвиг в ферритной матрице, за которым следует растрескивание частиц, резко увеличивается при уменьшении этого расстояния до $L = 0,5\text{--}1,5$ мкм). Этому соответствует критическое содержание цементита в ферритно-цементитной структуре, при котором резко повышается износостойкость сталей.

Отделение карбидных частиц от матрицы (разрушение материала по межфазным границам) происходит под действием локальных напряжений на поверхности раздела. Нарушение связи не произойдет, если прочность границы раздела фаз будет превышать максимальную величину компоненты растягивающего напряжения σ_z при пластическом течении матрицы. Согласно [3], σ_z определяется из равенства

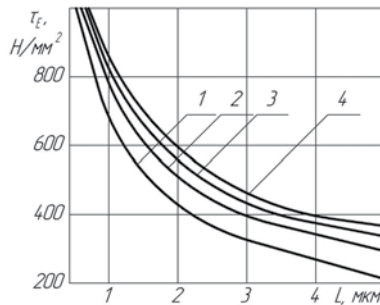


Рис. 1 Зависимость напряжений сдвига τ_p необходимых для растрескивания карбидных частиц в стали, от длины дислокационных скоплений L (от расстояние между частицами): 1 — размер карбидных частиц 2 мкм; 2 — 5 мкм; 3 — 10 мкм; 4 — 20 мкм.

$$\sigma_z = 2K + \sigma_x \quad (2)$$

где K — критерий текучести (общепринятый предел текучести при сдвиге); σ_x — поперечная компонента напряжений.

Уравнение (2) показывает важную роль поперечной компоненты напряжений сжатия в устранении возможности образования разрывов между частицами и матрицей, которые в сталях можно регулировать химико-термической обработкой и последующей термической обработкой.

Установлено, что в сталях при быстром охлаждении от 700 °С возникают структуры, сжимающие радиальные напряжения вследствие существенного различия в коэффициентах термического расширения карбидов и ферритной матрицы. При этом сжимающие напряжения наибольшие для карбида ванадия VC и значительно более низкие для цементита Fe_3C ($\sigma_{ск} = 770$ и 140 Н/мм²). Следовательно, если в поверхностных слоях стальных изделий содержится избыточные карбиды, в том числе и зернистый цементит, то в них формируются избыточные сжимающие напряжения. Это свидетельствует о малой вероятности отделения карбидных частиц от матрицы при абразивном изнашивании [5].

Когда содержание карбидов в ферритно-карбидных структурах достигает критических значений, вязкое разрушение сплавов становится невозможным и рассмотренный механизм изнашивания изменяется. Происходит истирание всей массы карбидов абразивными зёрнами, причем интенсивность этого истирания снижается (на порядок и выше). В результате должна резко возрастать износостойкость цементитсодержащих структур.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ по проекту № 11.2054.2017/ПЧ в рамках государственного задания на 2017–2019 гг. (Номер для публикаций: 11.2054.2017/4.6).

Список использованной литературы

1. Таран Ю.Н., Новик В.И. О микротвердости цементита // МиТОМ. 1971. № 10.
2. Хрущов М.М., Бабичев М.А. Абразивное изнашивание. М.: Наука. 1970. 252 с.
3. Гурланд Дж. Разрушение композитов с дисперсными частицами в металлической матрице / Разрушение и усталость. М.: Мир, 1978. С. 58–105.
4. Журавлев В.Н., Николаева О.И. Машиностроительные стали. М.: Машиностроение, 1981.
5. Переверзев В.М., Бартенев В.М. Влияние способа цементации на распределение закалочных остаточных напряжений в стали ХВГ // Химико-термическая обработка металлов и сплавов. Минск: Белорусский политехнический институт. 1977. С. 66–68.



ISBN 978-985-7113-05-7



9 789857 113057