

10  
ЛЕТ  
ЖУРНАЛУ

26 «УМНЫЕ МАТЕРИАЛЫ»:  
ВРЕМЯ УБИРАТЬ  
КАВЫЧКИ

41 «ЗЕЛЕНый»  
СЦЕНАРИЙ  
МОДЕРНИЗАЦИИ

53 КОММЕРЦИАЛИЗАЦИЯ  
ИННОВАЦИЙ

57 СМОЛЕНСКАЯ  
ДЕНЕЖНО-ВЕСОВАЯ  
СИСТЕМА

# НАУКА И ИННОВАЦИИ


научно-практический журнал

№ 9(127)\_2013



**Тайны  
высокомолекулярных  
соединений**





В ноябре 2013 года исполняется 100 лет со дня рождения выдающегося ученого-физика академика Николая Николаевича СИРОТЫ и 50 лет его детищу – Институту твердого тела и полупроводников, преобразованному в 2007 году в Государственное научно-производственное объединение «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по материаловедению».

Юбилею приурочена

## VI Международная научная конференция

# АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ФИЗИКИ ТВЕРДОГО ТЕЛА

**15 – 18** октября 2013 г., (ФТТ – 2013)  
г. Минск, ул. П. Бровки, 19

**Николай Николаевич Сирота**  
(1913 – 2006)

Основатель Института твердого тела и полупроводников, создатель основных направлений его научной деятельности, родоначальник известной в мире белорусской научной школы по физике твердого тела и современному физическому материаловедению



### Тематика конференции:

- Магнетики
- Полупроводники, диэлектрики, сегнетоэлектрики
- Сверхпроводники и металлы в особых условиях
- Дефекты кристаллической решетки и свойства кристаллов
- Сверхтвердые и тугоплавкие материалы
- Прикладные разработки: перспективные материалы, изделия, устройства и технологии

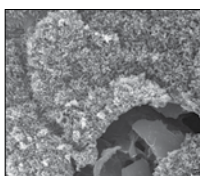
Дополнительная информация: <http://physics.by/page.php?221>



## Новые разработки Научно-практического центра по материаловедению в 2012–2013 гг.:



Ионно-лучевая установка и технология суперфинишного сглаживания наноразмерного рельефа поверхности подложек для зеркал лазерных гироскопов



Действующие образцы суперконденсаторов с электродным материалом на основе графеновой массы

Графеноподобный материал, функционализированный нанотрубками

Суперконденсатор



Автоматизированная технология выращивания монокристаллов калий-гадолиниевого вольфрамата, активированных ионами неодима, для лазерной генерации при небольших энергиях накачки

Кристаллы калий-гадолиниевого вольфрамата



Нанокристаллические покрытия на основе никеля и кобальта для защиты токоведущих и контактных элементов печатных плат от агрессивных воздействий внешней среды

Печатные платы с нанокристаллическими покрытиями



УНП 100029036

Государственное научно-производственное объединение «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по материаловедению»  
ул. П.Бровки, 19, 220072, г. Минск, Республика Беларусь  
Тел./факс: (+375 17) 284 15 58  
e-mail: ftt2013@physics.by  
<http://physics.by/page.php?221>



# НАУКА И ИННОВАЦИИ

научно-практический журнал

№9(127)\_2013

Зарегистрирован в Министерстве информации Республики Беларусь, свидетельство о регистрации 388 от 18.05.2009

**Учредитель:**  
Национальная академия наук Беларуси

**Издатель:**  
РУП «Издательский дом «Белорусская наука»

**Главный редактор:**  
Жанна Комарова

**Редакционный совет:**  
А.М. Русецкий – председатель совета  
П.А. Витязь – зам. председателя  
С.В. Абламейко  
И.В. Войтов  
И.Д. Волотовский  
В.Г. Гусаков  
С.А. Жданок  
О.А. Ивашкевич  
Ж.В. Комарова  
Н.П. Крутько  
В.А. Кульчицкий  
М.И. Михадюк  
Р.В. Михайлова  
А.Г. Мрочек  
М.В. Мясникович  
П.Г. Никитенко  
Г.Б. Сви́дерский  
С.П. Ткачев  
Б.М. Хрусталеv  
И.П. Шейко  
А.П. Шкадаревич

**Ведущие рубрик:**  
Полимерные материалы – Ольга Киевляк  
Инновации – Павел Дик  
Синергия знаний – Ирина Емельянович  
В мире науки – Алеся Касьян

**Компьютерный дизайн:**  
Алексей Петров  
на обложке: коллаж Алексея Петрова

**Отдел маркетинга и рекламы:**  
Елена Верниковская

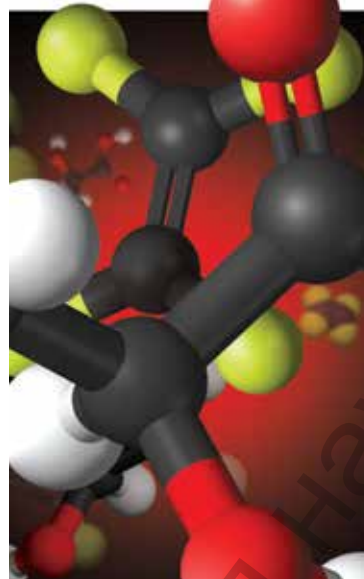
**Адрес редакции:**  
220072, г. Минск,  
ул. Академическая, 1-129.  
Тел.: (017) 284-14-46  
e-mail: nii2003@mail.ru,  
http://innosfera.org

**Подписные индексы:**  
007532 (ведомственная)  
00753 (индивидуальная). Формат 60×84 1/8.  
Бумага мелованная. Печать офсетная.  
Усл. печ. л. 8,37.  
Тираж  
Цена договорная. Подписано в печать  
19.08.2013. Отпечатано в типографии  
РУП «Минсктиппроект»: 220123, Минск,  
ул. В. Хоружей, 13, тел. 288-60-88.  
Лицензия ЛП №02330/0494102 от 11.03.2009.  
Заказ №1822

© «Наука и инновации»

При перепечатке и цитировании ссылка на журнал обязательна. За содержание рекламных объявлений редакция ответственности не несет. Мнение редакции не всегда совпадает с мнением авторов статей. Рукописи не рецензируются и не возвращаются.

Ирина Емельянович  
4, 5 **Новости**



Тема номера

## Полимерные материалы

Степан Песецкий  
7 **Полимерные композиты  
технического назначения**

Анатолий Сви́риденко,  
Сергей Чижик,  
Сергей Бардаханов,  
Владимир Лысенко

11 **Наноразмерные  
модификаторы – основа  
создания современных  
многотоннажных  
нанокompозитов**

Петр Никитенко,  
Лариса Хрустицкая

14 **Хитозан –  
полимер будущего**

Валерий Мулярчик,  
Виктор Данишевский,  
Владимир Меламед

18 **Нановолокна из хитозана:  
получение, свойства,  
применение**

Дмитрий Белов

21 **Биоразлагаемый  
полимер полилактид**

Николай Прокопчук,  
Павел Казаков, Юрий Можейко  
24 **Полиэфирная техни-  
ческая нить повышенной  
термостабильности**

Сергей Шилько,  
Юрий Плескачевский  
26 **«Умные материалы»:  
время убирать кавычки**

## Инновации и инвестиции

Методики  
Михаил Попков  
30 **Прогнозные ориентиры  
развития малого  
и среднего бизнеса**

Инносфера  
Игорь Булкин,  
Владимир Денисюк  
33 **Финансирование  
инновационной  
деятельности  
в промышленности  
Украины**

Анализ  
Валерий Байнев  
38 **Модернизация как  
национальный проект  
Республики Беларусь**

Актуальное интервью  
Жанна Комарова  
41 **«Зеленый» сценарий  
модернизации**

## Синергия знаний

Стратегии развития  
Евгений Червинский  
44 **Процессы трансформации  
политики импортозаме-  
щения в Беларуси**

Информационные технологии  
Ольга Трясунова  
49 **Индекс динамики  
развития ИКТ**

Интеллектуальный капитал  
Валерий Кудашов  
53 **Коммерциализация  
инноваций**

Нумизматика

Шамиль Бектинеев

**57 Смоленская денежно-весовая система XIII века**

Научная публикация

Светлана Торчик,  
Владимир Титок

**61 Выращивание молодила русского (*Sempervivum ruthenicum* Schnittsp. et C. B. Lehm.) в условиях интродукции**



Николай Бамбалов,  
Геннадий Соколов,  
Наталья Гаврильчик,  
Нина Тановицкая

**64 Энергетическая ценность одного гектара торфяной залежи**

Инфолиния

Евгений Введенский

**70 Голографическая индустрия: достижения и перспективы**



Stepan Pesetsky

**7 Polymer Composites for Industrial Use**

The author points to the need of large-scale studies aimed at the creation of import substitution and export-oriented types of polymer composites and products thereof, and presents a summary of relevant works completed by this time.

Anatoly Sviridenok, Sergei Chizhik,  
Sergei Bardakhanov, Vladimir Lysenko

**11 Nanodimensional Modifiers as a Basis for Modern Large-Tonnage Nanocomposites**

The paper deals with intensive R&D that are currently underway in modern materials chemistry with an aim of creating nanostructured composites for various structural and functional purposes.

Piotr Nikitenko, Larissa Hrustitskiy

**14 Chitosan: A Polymer of Future**

The authors discuss the prospects for the development of chitosan market in Belarus, competitive advantages of the product, and details on what industries this biopolymer can be used in.

Valery Mulyarchik, Victor Danishevskii,  
Vladimir Melamed

**18 Nanofibres of Chitosan: Production, Properties and Application**

Chitosan nanofibres have been produced by NANOSPIDER technology at a mineral wax plant. Membranes of the fibres may be useful in the treatment of wounds, including burning injuries.

Dmitry Belov

**21 Polylactide: A Biodegradable Polymer**

The author discusses polylactide, a synthetic high-molecular compound, which key feature is degradation in an environment-friendly way under the influence of the elements.

Nicholai Prokopchuk, Pavel Kazakov, Yuri Mozheyko

**24 Industrial Polyester Yarn of Increased Thermal Stability**

Production of a new type of product, a high-strength polyester yarn with high thermal stability and adhesion, is currently being organized at the plant polyester yarn in Belarus. The results of the work are reported here.

Sergei Shilko, Yuri Pleskachevsky

**26 «Smart Materials»: It's Time to Get Rid of Quotes**

This is a presentation of smart materials, which appearance is by far a most serious event and will become one of the symbols of this century along with IT and biotechnology.

Mikhail Popkov

**30 Improvement of a technique of definition of expected reference points of development of small and medium business**

In a material the author investigates a contribution to economy of Belarus of small and medium business and a way of its further development.

Igor Bulkin, Vladimir Denisuyk

**33 Innovation Activity Financing in the Ukrainian Industry**

The key trends in innovation expenditures in Ukrainian industry according to the types of economic activity at current and constant prices are analyzed. The intensity of innovative activity for 2008-2010 proved to be extremely sensitive to the influence of the Global financial and economic crisis and the scale of its reduction was comparable with the negative events of mid-1990s.

Valery Bainev

**38 Modernization as a National Project of the Republic of Belarus**

The author discusses the fallacy of the approach to the national economy modernization as a purely technical and technological renovation. In the author's opinion, global competitiveness is inconceivable without radical changes in the monetary and banking system.

Zhanna Komarova

**41 «Green» scenario of Modernization**

The interview with Igor Mitrochuk, professor at the Leon Kazminsky Academy (Poland), deals with finding new approaches and tools for attract investment in clean production, modernization, development and multiplication of environmental technologies, education and training.

Eugenie Czerwinski

**44 Transformation Processes of Import Substitution Policy in Belarus**

The article focuses on international and Belarusian practice of import substitution. It examines the regularities and differences past and present approaches in this field, changing in the Belarusian economic policy, legislation and instruments of import substitution.

Olga Tryasunova

**49 ICT Growth Indicator**

The article is dedicated to the research of the process of ICT-sphere development within national economics. The author offers and describes how to use ICT Dynamic Index to determine the most efficient national strategy within ICT branch. Based on ICT Dynamic Index country rating, the author investigates national strategies of leader countries and determines the key statements.

Valery Kudashov

**53 Commercialization of Innovation**

The author analyzes a widespread form of commercialization of innovation results such as trade licenses and pays particular attention to the role of technology transfer centers in the practical implementation of innovations.

Shamil Bektineev

**57 The Smolensk Monetary-Weight System of the XIII Century**

The author analyzes the monetary system of the Smolensk principality, determines its structure, compares different monetary systems that were used in the Ancient Russia and the Grand Duchy of Lithuania.

Svetlana Torchik, Vladimir Titok

**61 Cultivation of Russian Molodilo (*Sempervivum ruthenicum* Schnittsp. et C. B. Lehm.) plant in the conditions of introduction**

The paper presents the results of research on culture-adapted development, seed and vegetative propagation of *Sempervivum ruthenicum* Schnittsp. et C. B. Lehm.

Nicholai Bambalov, Gennady Sokolov,  
Natalia Gavrilchik, Nina Tanovitskaya

**64 Energy value of one hectare of peat deposits**

Justifying the strategy of sustainable use of peat, the authors compared the effectiveness of its application in the main promising areas, among which a deep is processing technology producing high-tech products.

Eugenie Vvedensky

**70 Holography Industry of the Republic of Belarus: Achievements and Prospects**

The author presents the achievements of the national holographic industry, where Belarus is a world leader now.

## Рабочие места для инноваторов

**В** рамках реализации Государственной программы инновационного развития Республики Беларусь на 2011–2015 гг. за первое полугодие 2013 г. в стране создано и модернизировано 1011 рабочих мест. Обеспечен ввод в эксплуатацию производств по 15 важнейшим проектам и 12 проектам планов развития. Осуществлен выход на проектную мощность производств по 6 важнейшим проектам и 5 проектам планов развития. Наиболее активные заказчики – Минпром, Минздрав, Минсельхозпрод, концерны «Белгоспищепром» и «Белнефтехим», Витебский облисполком.

Общие инвестиционные затраты, связанные с реализацией проектов госпрограммы, составили 11 трлн руб., в том числе по важнейшим проектам – 10 трлн, объем производства инновационной продукции – 19,6 трлн руб.

В этом году предусмотрена реализация 423 проектов Государственной программы инновационного развития, в том числе 237 важнейших и 186 проектов планов развития.

## Влияние Антарктики на формирование климата Земли

**У**частниками расширенного рабочего заседания межведомственной комиссии Беларуси по вопросам Антарктики стали руководство Российской антарктической экспедиции, представители Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды, Национальной академии наук, Министерства иностранных дел, Министерства транспорта и коммуникаций, Белорусского государственного университета. В ходе встречи стороны наметили перспективные направления научного сотрудничества в Антарктике. В частности, запланировано изучение климатических изменений на континенте, имеющих огромное значение для человечества, поскольку новые знания о метеорологических процессах в южной полярной области

Земли непосредственно влияют на формирование глобального климата.

Еще одним направлением белорусско-российского научного сотрудничества станет изучение биологических морских ресурсов Антарктики – животных и растительных морских организмов. Достижение договоренностей в научной сфере будет способствовать получению в перспективе Беларусью статуса консультативной стороны Договора об Антарктике. Такой статус даст республике право голоса и вето при принятии решений, касающихся будущего шестого континента.

## Космические аппараты от «Пеленга»

**В**едущее проектно-конструкторское предприятие нашей страны в области оптико-электронного приборостроения ОАО «Пеленг» в ближайшие несколько лет планирует принять участие в выпуске около 10 космических аппаратов по коммерческим контрактам. Принято решение создать еще 4 аппарата, подобных белорусскому спутнику, чтобы увеличить орбитальную группировку, состоящую из российского «Канопуса-В» и БКА. Оптическое разрешение в новых устройствах будет в два раза лучше, чем в БКА. Белорусская сторона планирует производить фотоаппаратуру, основную платформу будут изготавливать в России.

## Форсайт для молодых ученых

**В** течение нынешнего года в целях поддержки реализации молодежных инновационных проектов и научно-технических разработок проводится белорусско-российский форум «Молодежный инновационный центр». Он включает в себя ряд мероприятий: поиск и привлечение перспективных идей, актуальных для экономик обеих стран; форсайт для создания предпосылок формирования малых инновационных предприятий, тренинг по подготовке инновационных проектов и др.

Минск стал местом проведения семинара по форсайту, состоявшегося в БНТУ и посвященного оценке долгосрочных перспектив науки и техники в области информационных технологий и телекоммуникаций, медицинских технологий и фармацевтики, энергоэффективности и энергосбережения. В рамках мероприятия ученые и руководители предприятий обсудили стратегические направления исследований и новых технологий, способных принести максимальный социально-экономический эффект, а также перспективы научного развития. Кроме того, прошел дискуссионный клуб с участием экспертов, авторов идей и разработок – молодых ученых, студентов, аспирантов.

## Сотрудничество в рамках проекта NICA

**В** Международной межправительственной научно-исследовательской организации «Объединенный институт ядерных исследований» в г. Дубне прошло международное совещание «Перспективы сотрудничества по мега-сайенс проекту NICA». В нем приняли участие эксперты и ученые из России, Болгарии, Германии, Индии, Южной Африки, Украины, Китая, Беларуси, Казахстана, Чехии, Венгрии, Италии и Польши. Главная цель мероприятия – встреча полномочных представителей правительств стран-участниц для определения круга их интересов в реализации данного проекта и связанных с ним прикладных исследований и разработок, в том числе бизнес-ориентированных научных приложений и технологий. Обсуждались вопросы, касающиеся полномасштабной реализации проекта NICA и обеспечения возможности задействовать в нем все заинтересованные страны. По итогам совещания планируется подписать протокол об участии в проекте «Комплекс сверхпроводящих колец на встречных пучках тяжелых ионов» между уполномоченными ведомствами государств – партнеров и Международной научной организацией «Объединенный институт ядерных исследований».

## Результаты программы «Машиностроение»

В январе – июне 2013 г. выполнены работы по 42 заданиям Государственной научно-технической программы «Машиностроение». Наиболее значимой разработкой текущего года стало освоение на РУП «МТЗ» производства высокоэнергонасыщенных тракторов мощностью 300–355 л.с. тягового класса 5–6 с двигателями не ниже уровня Tier 3B с прогрессивными энергосберегающими силовыми передачами. Их серийное изготовление начнется с 2016 г. В этом же году планируется осуществить выпуск высококлиренсных самоходных опрыскивателей. Комплексные научные исследования и подготовка конструкторско-технологической документации по подготовке к освоению производства установки ведется на ОАО «Лидагропромаш».

Не менее важные работы осуществляются и на ОАО «БелАЗ». Там создается карьерный самосвал грузоподъемностью 180 т с электромеханической трансмиссией «переменно-переменного тока», колесной формулой 4x2, с ресурсом пробега не менее 1 млн км. Серийное производство гиганта начнется с 2015 г.

## Инвестиционный форум

Организаторы международного конкурса и инвестиционного форума для проектов Internet&Mobile приглашают принять участие в конкурсе Web Ready-2013, который в пятый раз пройдет при поддержке Министерства связи и массовых коммуникаций РФ и Фонда «Сколково». Это крупная нетворкинговая площадка, которую ежегодно посещают более 700 представителей ИТ-бизнеса, заинтересованных в стартапах. Участие в конкурсе – это возможность привлечь внимание инвесторов к проекту, получить обратную связь с ведущими экспертами рынка, пройти образовательную программу для подготовки презентации проекта в финале, найти партнеров и потенциальных потреби-

телей своих будущих разработок. Призовой фонд мероприятия составляет 1,5 миллиона российских рублей. Web Ready-2013 пройдет в трех основных номинациях: посевная стадия (для проектов на этапе запуска), стартап (для разработок, которые уже монетизируются), стадия расширения (история успеха). Еще 3 дополнительные номинации учредили партнеры конкурса: компания «МегаЛабс», корпорация EMC и финский кластер игровых проектов Playa.

Финал форума состоится в Гиперкубе «Сколково» в Москве 29 ноября. Здесь будет работать площадка для встречи проектов и инвесторов, пройдут менторская и рекрутинговая сессия, выставка и питч проектов, круглый стол с участием приглашенных гостей и другие полезные мероприятия.

## Модернизация оборудования по-чешски

Чешское предприятие «Keratech» – одна из передовых промышленно-инжиниринговых компаний, работающих на территории Центральной и Восточной Европы, главным образом в России, Украине и Беларуси – предлагает реализовать комплексную программу модернизации термического и нагревательного оборудования в нашей стране. По мнению чешских специалистов, выполнение такого проекта приведет к значительному снижению потребления энергоносителей предприятиями Министерства промышленности, концерна «Белнефтехим» и Министерства архитектуры и строительства, что позволит повысить конкурентоспособность белорусской продукции как на внутреннем, так и на внешних рынках. Комплексная модернизация включает следующие виды работ: замена старых футеровочных материалов на новые энергосберегающие; установка современного нагревательного газового и электрического оборудования и элементов; внедрение автоматических систем управления технологическими процессами.

Государственный комитет по науке и технологиям Республики Беларусь

совместно с органами государственного управления и другими заинтересованными лицами в ближайшее время рассмотрит предложения «Keratech».

## «Открытые инновации»: старт дан

С 31 октября по 2 ноября 2013 г. в Московском выставочном центре «Крокус Экспо» состоится форум «Открытые инновации». Ключевой темой нынешнего года станут «Новые правила игры на глобальном рынке: прорывные технологии и те, кто их создает».

Деловая программа включает ряд панельных и открытых дискуссий, семинаров и круглых столов в ходе работы различных секций, таких как: «Наука и образование», «Стартап-лаборатория», «Капитал для инновационного бизнеса», «Стратегии инновационного лидерства», «Глобальные рынки» и др.

В качестве спикеров в мероприятии примут участие основатели и учредители крупнейших мировых компаний – Singularity University, Space Adventures; Mobilium Global; Burrill & Company; Silicon Valley Bank; Sony Pictures Television и др. Основные темы для обсуждения – формирование инновационной инфраструктуры в масштабах страны и мира, глобальные тренды в области создания новых материалов, практика венчурного инвестирования в рынки высоких технологий.

Неотъемлемой частью «Открытых инноваций» является выставка «Open Innovations Expo», демонстрирующая передовые российские и зарубежные разработки и технологии, позволяющая обмениваться опытом успешной реализации инновационных проектов, эффективного взаимодействия участников с государством, наукой и бизнесом.

Ирина ЕМЕЛЬЯНОВИЧ

9–11 октября 2013 года  
Гомель, Республика Беларусь



НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ  
МИНИСТЕРСТВО ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА  
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
ИНСТИТУТ ЛЕСА НАН БЕЛАРУСИ  
ГНПО «ІНПЦ НАН БЕЛАРУСИ ПО БІОРЕСУРСАМ»

Международная  
научно-практическая конференция

## СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ОХРАНЫ И ЗАЩИТЫ ЛЕСОВ В СИСТЕМЕ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

### Научные направления конференции:

- Профилактика, прогнозирование и мониторинг лесных пожаров.
- Средства, методы и технологии тушения пожаров.
- Социально-экономические и лесоводственно-экологические последствия пожаров.
- Биологические, экологические, генетические и лесоводственные аспекты изучения вредителей и возбудителей заболеваний лесных древесных видов.
- Биологические и химические средства, методы и технологии защиты лесов от вредителей и болезней.
- Повышение устойчивости лесных насаждений к неблагоприятным биотическим и абиотическим факторам среды.

УНН 400070994

Рабочие языки конференции:  
русский, белорусский, английский

ГНУ «Институт леса НАН Беларуси»  
246001, г. Гомель, ул. Пролетарская, 71  
Тел. факс: +375 232 74-73-73  
E-mail: zachita-lesa@rambler.ru  
www.forinst.basnet.by



## Полимерные композиты технического назначения



**Степан Песецкий,**  
завотделом  
технологии  
полимерных  
композитов  
Института механики  
металлополимерных  
систем им. В.А. Белого  
НАН Беларуси, доктор  
технических наук,  
профессор

**П**олимеры подарили миру множество открытий и оригинальных явлений. Самое необычное в этих веществах – это то, что отдельные макромолекулы обладают механическими свойствами. Некоторые из них могут выполнять функции молекулярных электромеханических устройств. Образование складчатых кристаллов, упрочнение при ориентационной вытяжке («где тонко, там не рвется»), сочетание прочности и эластичности при малой плотности, возможности реализации в эластомерах огромных деформаций (до 1000%) при приложении механической нагрузки и последующего полного восстановления размеров после ее снятия, практически неограниченного варьирования химической структуры макромолекул – эти и многие другие особенности присущи полимерам. В прошлом столетии заслуги ученых-полимерщиков, постигавших тайны строения и свойств макромолекул, неоднократно отмечались Нобелевскими премиями. В 1953 г. ее получил Г.Г. Штаудингер за разработку теории строения макромолекул (он же впервые использовал термин «макромо-

лекула»), в 1964 г. – К. Циглер и Дж. Натта за открытие ионно-координационной полимеризации, в 1974 г. – П. Флори за достижения в области теоретической и экспериментальной физической химии полимеров.

Наука о полимерах и промышленность развиваются, главным образом, путем создания и исследования гетерофазных структур (получение наполненных, в том числе наноуполнителями, и армированных композитов, полимерных смесей, синтезы привитых и блок-сополимеров, биополимеров и др.). Это огромное отдельное направление в научном обосновании технологий новых материалов.

Многие необычные явления и закономерности стали известны при изучении и используются при создании разнообразных перспективных и востребованных рынком полимерных композиционных материалов (ПКМ).

Специфика современных технологий получения ПКМ – применение оборудования (это, как правило, разнообразные экструзионно-грануляционные линии), работа которого основана на реакционном компаундировании в полимерных расплавах. Материальный цилиндр экструдера при этом рассматривается как своеобразный реактор-смеситель и снабжается системами дозирования полимерных компонентов, наполнителей, стабилизаторов, аддитивов и реактантов, направленно влияющих на ход макромолекулярных превращений в полимерных расплавах, а также специальными зонами дегазации, служащими для удаления побочных (нежелательных)

продуктов химических реакций, низкомолекулярных веществ. Важная особенность подобных технологий заключается в их многофункциональности: на одной линии по компаундированию можно производить практически неограниченный ассортимент композитов, причем материальные и временные затраты при переходе от одной их марки к другой минимальны. Последний факт способствует уменьшению расходов на производство композитов и создает условия для выпуска специальных марок ПКМ под конкретное потребление. В этом заключается одна из главных особенностей современного полимерного материаловедения: создаваемый композит должен учитывать специфику условий использования конкретных изделий и в максимальной степени обеспечивать их функциональные свойства и эксплуатационную надежность. Поэтому ассортимент полимерных композитов, выпускаемых ведущими мировыми фирмами, огромен. Так, например, на базе алифатических полиамидов производится более 3500 марок материалов (при этом полимерным сырьем являются, главным образом, лишь два типа полиамидов – 6 и 66), а насыщенных полиэфиров (на основе полиэтилен- и полибутилтерефталата, полиэфирных термоэластопластов) выпускается более 1500 марок.

В Беларуси, несмотря на существенный потенциал по расширению производств ПКМ, пока превалирует выпуск на предприятиях концерна «Белнефтехим» полимеров в первичных формах, а также в виде волокон и шин.

Полимерных материалов и готовой продукции из них ввозится в страну на сумму более 1 млрд долл. [1].

Значительная доля импорта приходится на композиты конструкционного назначения, которые крайне необходимы для обеспечения жизнедеятельности ряда отраслей, базовых для нашей республики: автотракторного и сельскохозяйственного машиностроения, электроэнергетики, электроники, железнодорожного транспорта, строительства, производства товаров народного потребления (ТНП).

Данные предпосылки определяют необходимость проведения масштабных исследований, направленных на создание импортозамещающих и экспортно-ориентированных видов ПКМ и изделий из них. Подобные работы активно проводятся в ИММС НАН Беларуси. Главное их направление – подготовка научных основ технологии конкурентоспособных и перспективных композитов на основе полимерного сырья, выпускаемого отечественными предприятиями, организация производства этих материалов и готовой продукции из них для базовых отраслей промышленности.

Наиболее приоритетны при этом исследования, направленные на создание следующих типов ПКМ и технологий:

- термопластов, армированных волокнистыми (отечественные стекло- и углеволокна, арселон, базальт) и минеральными наполнителями, в том числе композитов, содержащих гибридные наполнители (волокна и порошкообразные минералы, нанонаполнители и др.);

- огнестойких (самозатухающих) композитов, в том числе атмосферо- и трекинговой диэлектриков, пригодных к эксплуатации на открытом воздухе под напряжением до 20 кВ/мм;

- многофункциональных композитов на базе смесей и сплавов разнородных полимеров;

- композитов для узлов трения – антифрикционных и фрикционных материалов, способных

работать без смазки или при ее ограниченной подаче;

- многофункциональных полимерных нанокомпозитов на основе слоистых глинистых минералов, углеродных наноматериалов, функциональной металлоорганики и др.;

- материалов, обладающих уникальными эксплуатационными характеристиками, предназначенных для функционирования в экстремальных условиях (космос, криогенные и высокие температуры, высокие контактные нагрузки и скорости, воздействие вибраций, ударов, химически агрессивных сред и др.);

- прогрессивных технологий переработки ПКМ и приборов для исследования свойств полимерного вещества и диагностики работоспособности узлов машин и механизмов;

- технологии аддитивов – добавок, позволяющих целенаправленно улучшить технологические и эксплуатационные свойства полимеров, в том числе концентратов нанонаполнителей и гибридных наполнителей для конструкционных пластиков и шинных резин.

Фундаментальные исследования по этим направлениям, проводимые в последние годы преимущественно в рамках подпрограммы «Полимеры и композиты» ГППИ «Химические технологии и материалы», позволили получить ряд приоритетных научных результатов, опубликование которых имеет широкий резонанс, что подтверждается большим числом ссылок на эти работы в международной периодике по полимерной тематике. Приведем несколько примеров.

При анализе механизма ударной вязкости полимерных смесей и сплавов термодинамически несовместимых полимеров показано, что преимущества в свойствах смесевых композитов достигаются не вопреки их несовместимости и гетерогенной структуре, а именно благодаря несовместимости и, как следствие, гетерофазности. Огромная вязкость полимеров в расплавах

и замедленность релаксационных процессов приводит к фиксации сложных и разнообразных фазовых структур и релаксационных состояний, что, в свою очередь, определяет разнообразие смесевых материалов и рост объемов их практического применения. Объяснено влияние температуры испытаний на ударную вязкость смесей, научно обоснованы требования к высокомолекулярным модификаторам ударной вязкости. Полученные результаты легли в основу технологии ударопрочных и сверхударопрочных смесевых ПКМ [2].

Выполнен комплекс исследований в области химических макромолекулярных превращений при прививке в процессе реакционной экструзии полярных мономеров к макромолекулам олефиновых полимеров и сополимеров в экструзионном реакторе-смесителе. Оптимизированы составы реакционных систем и технологические параметры экструзии при прививке кислородсодержащих мономеров к различным типам полиолефинов и их смесям [3].

Результаты исследований послужили научной основой для разработки и практического освоения (впервые на постсоветском пространстве) химической технологии высокомолекулярных совместителей (компатибилизаторов), модификаторов ударной вязкости и адгезивов для конкурентоспособных ПКМ на базе смесей полимеров, а также многослойных полимерных пленок. Стратегия компатибилизации смесей полимеров приведена на рис. 1.

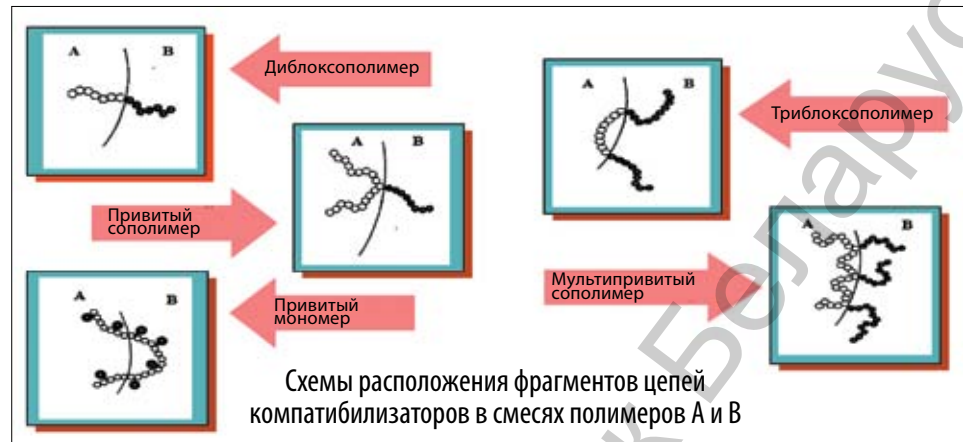
Добавки компатибилизаторов превращают смеси термодинамически несовместимых полимеров в технологически совместимые с комплексом потребительских свойств, выгодно отличающих их от характеристик гомополимеров. Малотоннажный синтез компатибилизаторов на основе специально функционализированных полимеров и сополимеров олефинов освоен в ИММС НАН Беларуси.

Впервые обоснована возможность получения металлополимерных нанокompозитов при совмещении в экструзионном реакторе-смесителе соединений переходных металлов с алифатическим полиамидом. Показано, что наночастицы в полимерной матрице стабилизируются за счет образования координационных связей функциональных групп макромолекул с ионами металлов [4]. Полученные данные использованы для создания рецептур композиционных материалов с повышенной стойкостью к воспламенению и термоокислительному старению. Обоснована перспективность применения технологии, базирующейся на реакционной экструзии, для получения нанокompозитов триботехнического назначения [5].

Проанализированы молекулярно-структурные превращения в расплавах насыщенных полиэфиров (полиэтилен- и полибутилентерефталата, полиэфирных термоэластопластов), обоснована необходимость применения специальных удлинителей цепи и стабилизаторов для предотвращения негативного влияния деструкции макромолекул на свойства ПКМ, в том числе при получении полиэфир-углеродных нанокompозитов, полиэфирных смесей и композитов, армированных короткими стеклянными волокнами [6-8].

На различных стадиях освоения находится изготовление защищенных патентами импортозамещающих и экспортноориентированных видов ПКМ. Их продажа приносит прибыль, создаются новые рабочие места, повышается экспортный потенциал отечественных производителей.

Так, в ОАО «Гродно Азот» освоен выпуск самозатухающих композитов на базе полиамида 6 (торговая марка «ПА6-С») и его сплавов с функционализированными полиолефинами (торговая марка «Этамид»). Ежегодный объем продаж данных материалов составляет в среднем более 1 млн долл. В ИММС НАН Беларуси выпускается сверхударопроч-



ная полиамидная композиция, которая поставляется в ОАО «АВТОВАЗ» (Тольятти) и используется для изготовления сепараторов паров бензина легковых автомобилей методом экструзии с раздувом (рис. 2). К настоящему времени экспортирован материал на сумму более 40 млн рос. руб.

В ОАО «Могилевхимволокно» и ИММС НАН Беларуси освоено производство композиционных материалов на базе полиалкилентерефталатов (полиэтилентерефталата, полибутилентерефталата, полиэфирных термоэластопластов). Они все более широко применяются при выпуске электроизоляторов, электроустановочных и других изделий электротехнического назначения, деталей верхнего строения железнодорожного пути, тракторов и автомобилей, ТНП.

Активно ведется сотрудничество с предприятиями Гомельского региона. С участием ОАО «Светлогорск Химволокно» в рамках программы Союзного государства «Современные технологии и оборудование для производства новых полимерных и композиционных материалов, химических волокон и нитей на 2008-2011 гг.» (шифр «Композит») выполнены работы по созданию отечественных композиционных материалов, содержащих в своем составе армирующие углеродные и полимерные волокна и предназначенных для изготовления опор скольжения, демпфирующих элементов, гибких труб, шлангов и других изделий для оборонной,

железнодорожной, автотракторной техники и иной продукции машиностроения.

Разработана совмещенная экструзионно-прессовая технология производства крупногабаритных пластмассовых изделий. Основной вид продукции – импортозамещающие пластиковые поддоны специальной конструкции для складирования и транспортировки катушек с металлокордом. Потребитель – ОАО «Белорусский металлургический завод», производитель – ЗАО «УваровичиСтройматериалы». Объем производства составляет более 120 тыс. поддонов на сумму свыше 6 млн долл.

Совместно с ПО «Гомсельмаш» в рамках РНТП по Гомельской области ведутся исследования по созданию импортозамещающих материалов и изделий для сельскохозяйственной техники. В частности, в 2009 г. организовано производство полимерных ковшей из специально разработанных эластомерных ПКМ для картофелеуборочных комбайнов ПКК-2. Экономия средств от их применения в расчете на один комбайн составляет 2,4 тыс. долл.



Рис. 1. Стратегия компатибилизации смесей несовместимых полимеров

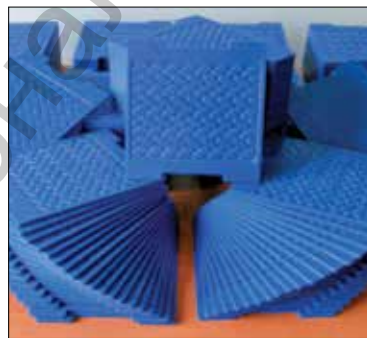
Рис. 2. Сепаратор паров бензина автомобилей ВАЗ, получаемый методом экструзии с раздувом из полиамидного сверхударопрочного материала

В 2013 г. закончена подготовка к производству защитных оплеток для гидравлических рукавов высокого давления и электропроводки.

В рамках программы СГ «Композит» и по заказу ОАО «РЖД» разработаны эластичные ПКМ, предназначенные для изготовления прокладок-амортизаторов рельсовых креплений для скоростных железнодорожных трасс (скорость поездов свыше 160 км/ч) и тяжеловесного движения. Созданы новые защищенные патентами конструкции прокладок-амортизаторов и материалы, обеспечивающие их работоспособность в интервале температур от минус 60 до плюс 60 °С (рис. 3). Прокладки успешно прошли стендовые испытания в ОАО «Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта» (Москва) и эксплуатационные – в ОАО «РЖД» и на БЖД.

Дальнейшая судьба этой разработки и реализация возможности экспортных поставок в больших объемах ПКМ и готовых прокладок-амортизаторов зависят от темпов реконструкции малотоннажных синтезов эксклюзивных марок полиэфирных термоэластопластов и организации специализированного предприятия по их производству на базе ОАО «Могилевхимволокно».

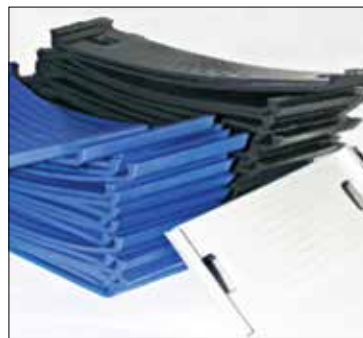
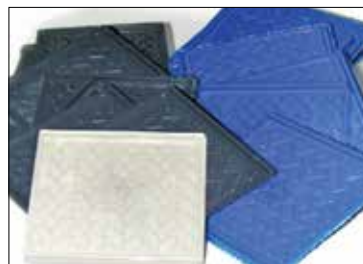
Учитывая современные тенденции научных изысканий, развития техники и рынка, а также специфику сложившейся в Беларуси научно-производственной базы, по нашему мнению, следует концентрировать усилия по исследованию, разработке



Прокладка-амортизатор СБ-3

следующих импортозамещающих и перспективных ПКМ и готовой продукции из них:

- крупногабаритных пластмассовых изделий автотракторной техники (капотов, крыш кабин, крыльев, бамперов);
- гибких труб и шлангов для пневмосистем тормозов и топливной системы тракторов и автомобилей;
- высокопрочных и огнестойких композитов для нужд машиностроения и электроэнергетического комплекса;
- теплопроводных композитов, предназначенных в том числе для светодиодов;
- материалов и деталей верхнего строения железнодорожного пути для скоростного и тяжеловесного движений;
- фрикционных безасбестовых материалов для автотракторной техники и технологического оборудования;
- материалов для уплотнений гидросистем;
- аддитивов для гетерофазных многофункциональных ПКМ, включая шинные каучуки и резины;
- антифрикционных материалов для несмазываемых узлов трения;
- многофункциональных нанокомпозитов и концентратов



Подрельсовая и напшальная прокладки КБ-65 для скоростных трасс

наноуполнителей (эластомерных – для модифицирования шинных резин, полиамидных, полиэфирных и полиолефиновых наноматериалов, высокопрочного нанокорда, каталитических добавок наноматериалов для ингибирования твердофазного окисления и процесса горения полимеров и др.).

Исследования по упомянутым и сопряженным с ними направлениям в ближайшие годы в значительной степени будут развиваться в рамках программы СГ «Разработка инновационных технологий и техники для производства конкурентоспособных композиционных материалов, матриц и армирующих элементов на 2012–2016 годы» (шифр «Композит»), по которой ИММС НАН Беларуси выполняет 5 заданий (государственный заказчик программы – концерн «Белнефтехим»). ■

## Литература

1. Песецкий С.С., Судьева С.Г., Мышкин Н.К., Рахманов С.К. Полимерные материалы: исследование, производство, применение // Наука и инновации. 2008, №3. С. 50–55; №4. С. 51–54.
2. Jurkowski B., Pesetskii S.S. Functionalized polyolefins and aliphatic polyamide blends: interphase interactions, rheology, and high elastic properties of melts. In: «Polyolefin Blends», D. Nwabunma, T. Kyu (eds.). John Wiley & Sons, Inc., New York, 2008, Chapter 18, P. 527–555.
3. Jurkowski B., Pesetskii S.S., Krivoguz Y.M. Functionalization of olefinic polymer and copolymer in the melt. In: «Polyolefin Blends», D. Nwabunma, T. Kyu (eds.). John Wiley & Sons, Inc., New York, 2008, Chapter 10. P. 269–304.
4. Pesetskii S.S., Jurkowski B., Krivoguz Y.M., Davydov A.A., Bogdanovich S.P. Metal-polymer nanocomposites produced by melt-compounding: interaction of aliphatic polyamide with metal particles // Journal of Applied Polymer Science. 2007, V. 102. P. 1746–1754.
5. Pesetskii S.S., Bogdanovich S.P., Myshkin N.K. Tribological behaviour of polymeric nanocomposition produced by dispersion of nanofillers in molten thermoplastics. In: «Tribology of polymeric nanocomposites», K. Friedrich, A.K. Schlarb (eds). Elsevier, Oxford. 2008. P. 82–107.
6. Pesetskii S.S., Jurkowski B., Filimonov O.V., Koval V.N., Golubovich V.V. PET/PC blends: effect of chain extender and impact strength modifier on their structure and properties // Journal of Applied Polymer Science. 2011, V. 119. P. 225–234.
7. Agabekov V.V., Golubovich V.V., Pesetskii S.S. Effect of nanodisperse carbon fillers and isocyanate chain extender on structure and properties of poly(ethylene terephthalate) // Journal of Nanomaterials. 2012, ID 870307, 7 pages. DOI:10.1155/2012.870307.
8. Песецкий С.С., Юрковский Б., Агабеков В.Е. Композиционные материалы на основе полиалкилтеререфталатов: состояние и перспективы разработок (плернарный доклад) // Полимерные композиты и трибология. Тез. докл. Межд. н.-т. конф. – Гомель, 2011. С. 7–9.

# Наноразмерные модификаторы – основа создания современных многотоннажных нанокompозитов

В этом году в НАН Беларуси состоялось учредительное собрание по созданию Республиканской ассоциации наноиндустрии, основной целью которой является координация деятельности в быстро прогрессирующей области разработки и применения нанотехнологий, в развитие которых за последнее десятилетие 60 стран мира инвестировали почти 70 млрд долл. Одна из наиболее перспективных нанотехнологических отраслей – производство наномодификаторов и, на их основе, композитов, покрытий, волокон.

В современном материаловедении интенсивно развиваются исследования и разработки, направленные на создание наноструктурированных композитов различного конструкционного и функционального назначения. При этом главным ориентиром является достижение или даже превышение характеристик материалов, создаваемых природой по схеме «снизу вверх» [1]. Известно, что живые микроорганизмы в природе эффективно утилизируют карбонаты и фосфаты, кремний. Раковина морского ушка (моллюск *Haliothis*) на 99% состоит из карбоната кальция (мела) [2]. Ее прочность на разрыв превышает 100 МПа. Микроскопия показывает, что в раковине слои пластин из карбоната кальция толщиной до 200 нм уложены очень регулярно и отделены друг от друга тонкими слоями белка. Гофрированная структура раковины увеличивает ее жесткость. Современная наука вплотную приблизилась к искусственному воспроизведению эволюции синтетических частиц с целью получения ферментов, способных

производить кремниевые материалы [3].

Однако очевидно, что на создание промышленных экономически целесообразных технологий и крупнотоннажного производства нанокompозиций «снизу вверх» уйдет не один десяток лет. Поэтому в мире продолжается интенсивная работа, направленная на исследование и разработку технологий, включающих изготовление наноразмерных частиц, совмещение их с матричными материалами и производство из нанокompозитных составов изделий, покрытий, волокон и других видов промышленных, специальных и бытовых продуктов. Особый интерес представляют нанокompозиты на основе полимерных матриц [4, 5].

В частности, в Беларуси ежегодно выпускается на душу населения около 50 кг полимерных материалов в год и еще около 30 кг импортируется. Все отечественные предприятия этой отрасли нуждаются в наукоемкой модернизации производства композиционных материалов, направленной на повышение их механических и



**Анатолий Свириденко,** заведующий лабораторией Научно-исследовательского центра проблем ресурсосбережения – филиала ИТМО им. А.В. Лыкова НАН Беларуси, академик



**Сергей Чижик,** заместитель Председателя Президиума НАН Беларуси, член-корреспондент



**Сергей Бардаханов,** главный научный сотрудник Института теоретической и прикладной механики СО РАН, доктор физико-математических наук



**Владимир Лысенко,** ведущий научный сотрудник Института теоретической и прикладной механики СО РАН, доктор физико-математических наук

Вид наноматериала, разработчик (производитель)	Области и объекты применения
<b>Углеродные нанотрубки и нановолокна</b> ИТМО НАН Беларуси и унитарное частное предприятие «Передовые исследования и технологии»	Электротехника, электроника, химическая промышленность, модификация конструкционных и функциональных металлических, неорганических и полимерных материалов (композиты, покрытия, волокна) с целью повышения прочности, модуля упругости, тепло- и электропроводности, износостойкости, жаростойкости, снижения водо- и газопроницаемости, усадки (жаростойкие полимерные композиции и лакокрасочные материалы, адсорбенты, теплоизоляционная керамика)
<b>Углеродные нанотрубки</b> ИТМО НАН Беларуси и Институт катализа им. Г.К. Борескова Сибирского отделения РАН	
<b>Наногидроксид алюминия (Y-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)</b> ГНПО порошковой металлургии и Белорусский национальный технический университет	Износостойкие и коррозионно-стойкие покрытия и смазки, модифицирование резины и полимеров
<b>Ультрадисперсные алмазы (УДА)</b> ЗАО «Синта» (производитель). ГНПО порошковой металлургии, Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси (разработчики технологии и практического использования УДА)	

Таблица 1. Организации – разработчики порошковых наноматериалов для нанокompозитов

функциональных характеристик, атмосферо- и жаростойкости, барьерных и других свойств. Поэтому для белорусской промышленности весьма важно развитие полного технологического комплекса, обеспечивающего повышение конкурентоспособности производимых полимерных материалов и нанокompозитов и изделий на их основе.

Наноразмерные модификаторы – основной элемент нанотехнологической модернизации полимерных материалов общетехнического и бытового назначения, которые, как правило, изготавливаются в больших объемах в условиях непрерывных производств и поэтому предъявляют к нововведениям ряд серьезных технических, технологических и экономических требований. Среди них ставшие уже традиционными потребности существенного улучшения механических характеристик и снижения пожароопасности. Нередко вводятся ограничения на увеличение стоимости и значительные изменения технологии. Главной целью такой модернизации является повышение конкурентоспособности и расширение рынка сбыта конечного продукта.

В гонке освоения этого высокотехнологического рынка выигрывают прежде всего производители наноразмерных модификаторов, так как последующее их использование в промышленности производства нанокompозитов и изделий из них увеличивает вторичный наноэффект в несколько раз. Поэтому выпуск наночастиц растет такими быстрыми темпами [6–10]. Ожидается, что темпы среднегодового роста производства наночастиц составят

в 2010–2015 гг. около 15% [6]. В 2011 г., по данным Neo Analytics, объем мирового рынка наноматериалов был около 15 млрд долл.; в 2013 г. ожидается его расширение до 22 млрд долл. К примеру, в России в 2012 г. в г. Карачево Брянской области начал работать завод по изготовлению очищенного модифицированного монтмориллонита и полимерного нанокompозита на основе полиэтилена [11]. Мощность предприятия – более 20 тыс. т продукции в год, его стоимость – около 70 млн долл. Разработчики технологии – ученые Института нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева РАН, Института высокомолекулярных соединений РАН и НИИ им. Л.Я. Карпова. Основа промышленного оборудования – современные немецкие экструзионные установки осциллирующего типа, обеспечивающие высокий уровень однородности нанокompозиций. Важно подчеркнуть, что в самом начале выполнения проекта была открыта специальная научно-технологическая лаборатория, которая оснащена новейшим оборудованием по исследованию наноматериалов на молекулярном уровне. Продукция завода предназначена для создания специальных покрытий, упаковочных пленок, деталей автомобилей, электроизоляции кабелей.

Несомненно, что для получения полимерных композитов целесообразно иметь собственное производство наиболее востребованных наночастиц. В Беларуси уже ведутся разработки технологии создания наноразмерных порошковых материалов в значительных объемах (табл. 1).

Среди них можно назвать технологию плазмохимического синтеза углеродных нанотрубок при пониженной температуре в условиях атмосферного давления, позволяющую в зависимости от материала каталитической подложки получать индивидуальные нанотрубки и их упорядоченные массивы. В качестве углеродсодержащей компоненты используется монооксид углерода (CO), а газоносителя – гелий (He) [12]. Обработывается также альтернативная технология получения углеродных нанотрубок путем пиролиза углеродсодержащего газа и каталитического синтеза его продуктов в кипящем (псевдооживленном) слое при дополнительном акустическом воздействии [13]. Начато производство микро- и наноразмерного гидроксида алюминия (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) методом золь-геля на основе отработанных никелевых и молибденовых катализаторов [14]. В середине 90-х гг. прошлого века в республике налажен выпуск ультрадисперсных алмазов. В качестве исходного сырья используется углерод, входящий в состав взрывчатых веществ утилизированных боеприпасов. В условиях высокого давления и температур образуются алмазные материалы [15, 16]. Оценка показывает, что Беларуси необходимы финансовые вложения в развитие производств названных типов углеродных наноматериалов и гидроксидов алюминия. Но это сможет лишь частично развить отечественную промышленность, производящую наночастицы, так как их общий номенклатурный перечень насчитывает сотни наименований различной стоимости.

Весьма ценны и востребованы высокочистые нанометаллы и их различные соединения. Целесообразно рассмотреть возможность их выпуска в Беларуси.

Анализ известных технологий, прежде всего в рамках Таможенного союза, показал, что наиболее привлекательными с точки зрения приведенных выше технико-экономических требований являются термические методы, основанные на получении наночастиц из газовой (паровой) фазы.

Высокой гибкостью и универсальностью (по ассортименту получаемых нанопродуктов) обладает метод, основанный на испарении исходных материалов при помощи промышленного ускорителя электронов с последующим охлаждением высокотемпературного

пара и конденсацией в виде наноразмерных частиц [19].

Эта технология, разработанная в Институте теоретической и прикладной механики им. Христиановича Сибирского отделения РАН и Институте ядерной физики им. Будкера, позволяет получать наноразмерные порошки (10–100 нм) широкой номенклатуры: оксиды (SiO<sub>2</sub>, SiO, MgO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub>, Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Cd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Cu<sub>2</sub>O, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, FeO, MoO<sub>2</sub>, Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, ZnO, ZrO<sub>2</sub>), чистые металлы (W, Ta, Mo, Co, Al, Fe, Ni, Ag, Cu, Bi), полупроводник Si и карбиды SiC, WC, углеродные нанотрубки, фуллерены, композитные элементы ядро-оболочка.

В настоящее время в рамках научно-исследовательской работы, финансируемой Российским и Белорусским фондами фундаментальных исследований, в Гродненском филиале «Научно-исследовательский центр проблем ресурсосбережения» Института тепло- и массообмена имени А.В. Лыкова НАН Беларуси совместно с сибирскими учеными ведется исследование получаемых на ускорителе наночастиц и нанопорошков в качестве активных наполнителей полимерных материалов.

«Ускорительная» технология или аналогичная, в дополнение к уже названному, может оказаться недостающим звеном в создании индустрии различных композиционных материалов.

Обладая достаточно широким диапазоном порошковых наномодификаторов, можно обеспечить решение многих практических задач существенного улучшения свойств и, как результат, повышение конкурентоспособности многих видов производимой в Беларуси продукции. В мировой практике наноразмерные порошки широко используются: в химической промышленности в качестве наполнителей конструкционных, блочных и упаковочных пленочных композиционных материалов; в электронике (оптоэлектроника, волоконная оптика), в сельском хозяйстве (высокоэффективные микроудобрения). Наноматериалы находят применение в фармацевтике и косметике (аэрозоли, лосьоны, пудры, мази, кремы, пасты); в качестве диспергаторов для слеживающихся продуктов; для тиксопирования жидкостей при изготовлении лаков и красок; в медицине для выпуска дезинфицирующих средств, биоцидных материалов, наполнителей лекарств; для перевода гидрофильных веществ

в гидрофобные; для производства солнечных батарей, топливных элементов и высокоэффективных катализаторов; в качестве модификаторов бетонов и красок; для создания высокоэффективных и антифрикционных и коррозионно-стойких покрытий смазочных составов, износостойкого режущего инструмента.

Как показывают результаты совместной работы российских и белорусских исследователей в рамках тематики РФФИ и БРФФИ, полученные образцы наночастиц российского производства Cu, Si, SiO<sub>2</sub> имеют контролируемый диапазон дисперсности от 20 до 60 нм с удельной поверхностью от 100 м<sup>2</sup>/г и более, позволяют в 1,5 раза повысить прочность клеевых соединений и микротвердость покрытий, в сочетании с углеродными нанотрубками уменьшить агломерацию нанопорошков и др.

В Беларуси уже имеется опыт исследования и получения нанокompозитов на основе местной полимерной базы [20–24].

**Кадровый потенциал.** Несомненно, создание индустрии наночастиц и материалов на их основе невозможно без серьезного научного кадрового потенциала. Оценка публикационной активности [4] показывает, что в Беларуси в области нанотехнологий с разной интенсивностью работают более 500–700 исследователей и инженеров, которые представляют большинство НИИ и вузов естественно-научного и технического профиля, а также некоторых промышленных предприятий. В ряде ведущих высших учебных заведений республики (БГУ, Белорусском национальном техническом университете, Белорусском университете информатики и радиоэлектроники) ведется подготовка специалистов в области наноауки и нанотехнологий. Концепцией развития nanoиндустрии прогнозируется рост к 2016 г. числа занятых в nanoиндустрии до 3,5 тыс. специалистов, включая 1,8 тыс. инженеров. Планируется организовать работу 4 опорных центров развития на базе ИТМО НАН Беларуси, БГУИР, БГУ и КБТЭМ-ОМО. Предполагается выделять на развитие современной наноауки и нанотехнологической базы около 30 млн долл. в год.

Создание Белорусской ассоциации nanoиндустрии является важным шагом на пути вывода нанотехнологий из лабораторий и маломасштабных

предприятий в сферу промышленного производства. Это, в свою очередь, создаст реальные возможности участия в мировой нанотехнологической революции, обеспечивающей новые ресурсные устои и прорыв в будущее человеческой цивилизации. ■

## Литература

1. Feinmann R. Trete's plenty of Room of the bottom // Science. 1991, Vol. 254. P. 1300–1301.
2. Берчел Дж.Д. Новые неорганические материалы / Дж.Д. Берчелл, Э. Келми // В мире науки (Scientific American). 1983, №7. С. 51–59.
3. Синтетические клетки научили производить кремниевые частицы / Rumbler Media Group. 1999–2012. Электронный ресурс: <http://lenta.ru/news/2012/06/08/silicabeads/>.
4. Свириденко А.И. Ресурсы нанотехнологического развития Беларуси // Методологические аспекты сканирующей зондовой микроскопии. 2012. С. 3–12.
5. Полимерные нанокompозиты / Ред. Ю.-Винг Май, Ю. Жонг-Жен. – М., 2011.
6. Среднесрочные и стратегические перспективы развития мирового рынка нанотехнологий // Г.П. Азоев (и др.) / Результаты мониторинга nanoиндустрии в РФ / НИЦ «Курчатовский институт», 2011. Электронный ресурс: [www.nano.kiae.ru/stuff/perspektivy\\_rynka\\_nanotech.pdf](http://www.nano.kiae.ru/stuff/perspektivy_rynka_nanotech.pdf).
7. Андриевский Р.А. Наноструктурные материалы / Р.А. Андриевский, А.В. Рагуля. – М., 2005.
8. Генералов М.Б. Криохимическая технология. – М., 2006.
9. Анищик В.М. Наноматериалы и нанотехнологии / В.М. Анищик, В.Е. Борисенко, С.А. Жданок, Н.К. Толочко, В.М. Федосюк. – 2008.
10. Сергеев Г.Б. Нанохимия. – 2009.
11. Рыженко Д.И. Наноматериалы / Д. Рыженков, В. Левина, Э. Дзидзигури. – 2012.
12. Нанотехнологии в России: каталог нанотехнологических проектов. Электронный ресурс: [www.rusnanoNet.ru](http://www.rusnanoNet.ru).
13. Жданок С.А. Каталитический синтез углеродных материалов в плазме импульсного барьерного разряда / С.А. Жданок, С.В. Горбатов, А.А. Михайлов и др. // Инженерно-физический журнал. Т. 80, №6, 2007. С. 44–48.
14. Бородуля В.А. Особенности каталитического синтеза многослойных углеродных нанотрубок в псевдоожимженном слое / В.А. Бородуля, О.С. Рабинович, А.Н. Блинова, В.Л. Кузнецов, Д.В. Красников, К.В. Елумева // XIV Минский международный форум по тепло- и массообмену. Т. 2, ч. 2, 2012. С. 601–605.
15. Комаров О.С. Влияние плотности раствора NaAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub> на кинетику выделения гидроксида алюминия / О.С. Комаров, Л.В. Судник, В.И. Волосатиков, В.С. Нисс, Т.С. Комарова // Новые материалы и технологии порошковая металлургия. 2012. С. 72–73.
16. Долматов В.Ю. Ультрадисперсные алмазы детонационного синтеза. Получение, свойства, применение. – СПб., 2003.
17. Витязь П.А. Модифицирование материалов и покрытий наноразмерными алмазодержащими добавками / П.А. Витязь и др. – Мн., 2011.
18. Нанопорошки. <http://www.nanopowders.ru/node/3>.
19. Бардаханов С.П. Получение нанопорошков испарением исходных веществ на ускорителе электронов при атмосферном давлении / С.П. Бардаханов, А.И. Корчагин, Н.К. Куксенов и др. // Доклады академии наук. 2006. Т. 409, №3. С. 320–323.
20. Песецкий С.С. Состояние и перспективы разработки и производства полимерных материалов в Беларуси / С.С. Песецкий, С.Г. Судьева, Н.К. Мышкин // Материалы. Технологии. Инструменты. – 2007. Т. 12, №4. С. 25–38.
21. Sviridenok A.I. Influence of a nanoscale carbon filler particle size on the elasticity modulus of composites on the natural rubber based / A. Sviridenok, A. Burya, G. Korlov, Yu. Yanovsky // Micro- and Nanotechnology. 2007. P. 79–81.
22. Structure and adhesive properties of nanocomposites based on functionalized nanofillers / A. Sviridenok [et al.] // Acta mechanica et automatica. 2011. Vol. 5, N4. P. 105–109.
23. Жданок С.А. Влияние углеродных наноматериалов на свойства лакокрасочных покрытий / С.А. Жданок, К.О. Борисевич, Н.Р. Прокопчук и др. // Инженерно-физический журнал. 2011. Т. 84, №6. С. 1158–1161.
24. Кудина Е.Ф. Наноматериалы на основе силикатной матрицы // Новые материалы и технологии. Порошковая металлургия и композиционные материалы. – Мн., 2012. С. 185–186.

# Хитозан – полимер будущего

Возрастающая зависимость от ископаемого сырья заставила ученых и производителей искать новые источники энергии, создавать материалы и технологии, которые позволят улучшить здоровье человека и планеты и условия жизни на ней. С начала времен люди использовали такие натуральные биополимеры, как кожа, шерсть, растительные волокна, древесина, каучук, водоросли. Но развитие химии органического синтеза в XX в. сопровождалось появлением огромного разнообразия материалов на основе полимеров синтетического происхождения – пластмасс, синтетических волокон, лаков, красок, синтетических смол и др.

Произошедший технологический прорыв не только кардинально изменил нашу жизнь, но и породил массу проблем, связанных с защитой среды обитания человека и животных. В настоящее время более 90% полимерных материалов на планете производится на основе невозобновляемых сырьевых источников, что станет опасным для природы уже в ближайшее время. С другой стороны, добыча органических веществ (нефти, газа и каменного угля) составляет ориентировочно 1,8–2 млрд т в год – всего лишь 1% от ежегодно синтезируемой растениями биомассы. В процессе их фотосинтеза образуется 1700–2000 млрд т сухого органического вещества, потребляется 250–320 млрд т углекислого газа и выделяется 150–200 млрд т кислорода в окружающую среду. В этих условиях нужно искать, изучать, осваивать и широко внедрять технологии получения необходимых для жизнедеятельности биополимеров из возобновляемых источников сырья природного происхождения (рис. 1).

Среди натуральных биополимеров наибольшее внимание научной и бизнес-среды привлекают хитин и хитозан. Хитин – азотосодержащий полисахарид с циклической структурой целлюлозы. Наряду с последней,



**Петр Никитенко,**  
академик, советник  
Президиума НАН  
Беларуси



**Лариса Хрустицкая,**  
руководитель  
проекта  
«Ноосферные  
технологии  
здоровья»

это наиболее распространенное органическое соединение на Земле. Он содержится в панцире ракообразных и насекомых, в клетках грибов и диатомовых водорослей, его молекулярная структура различается у разных видов организмов, а молекулярная масса достигает 260 тыс. Хитозан – продукт деацетилирования хитина.

Физические и химические свойства этих веществ определяются особенностями их молекул, имеющих активные amino- и гидроксильные группы. Хитин и хитозан неядовиты и неаллергенны, биосовместимы с тканями человека, животных и растений и совершенно безопасны для окружающей среды, поскольку полностью разрушаются ферментами микроорганизмов. Хитозан как природный материал ценен тем, что его полезные свойства усиливаются в сочетании с другими биоконпонентами.

Хитин и хитозан – биологически высокоактивные полимеры. Для них характерно уникальное сочетание полезных свойств [1]. Эти соединения способны разлагаться под действием природных ферментов (биodeградируемость), тормозить рост и размножение бактерий (бактериостатичность), разделять некоторые металлы (селективность), поглощать хо-

лестериновый комплекс и жиры низкой плотности. Хитин и хитозан активно вступают в химические реакции и создают производные, обладающие сорбционной способностью по отношению к переходным и особенно тяжелым металлам и радионуклидам, а также стимулируют неспецифическую иммунную реакцию.

Эти вещества обратили на себя внимание ученых около 200 лет тому назад. Хитин был обнаружен в крыльях майского жука в 1823 г. Хитозан открыт в 1811, а выделен в 1859 г. С данными полимерами связаны имена трех Нобелевских лауреатов: Э. Фишер впервые синтезировал глюкозамин, а У. Хоуорс установил его конфигурацию макромолекул, П. Каррер осуществил превращение хитина в хитозан. Было опубликовано около тысячи научно-исследовательских статей по хитину и его производным, выдано свыше 5 тыс. патентов по этой тематике. Многие ученые считают, что эти натуральные соединения способны произвести революцию, особенно в биомедицинской, диетологической и пищевой отраслях.

Известно более 70 направлений применения хитина и хитозана в различных сферах жизнедеятельности человека [2]. На европейском и международном уровнях регулярно проводятся



конгрессы по этим биополимерам, что свидетельствует о важности данного направления исследований. По мнению экспертов, через 20–30 лет хитозан войдет в нашу жизнь так же, как в свое время вошли полиэтилен и компьютер.

Ожидается, что использование продукции на основе хитозана будет иметь глобальный характер. Доктор Сэм Хадсон, профессор химии полимеров в Государственном университете Северной Каролины в Академическом центре, занимающемся глубокими исследованиями хитина, заявил, что ученые стоят на пороге прекрасного нового мира, такого же бесконечного, как и количество продуктов, которые можно получить из хитина и его производных. По его словам, хитозан находится там, где древесная масса находилась 60–70 лет назад, когда развивалась химия преобразования древесины в волокна. Он более универсален, чем целлюлоза, и находит применение в форме волокон или пленок.

**Оценка рынка биоразлагаемых полимеров.** Доходность и товарооборот хитозановой отрасли выше, чем целлюлозно-бумажной. Однако биотехнологии – бизнес достаточно высокого уровня риска, потому что необходимо постоянно финансировать НИОКР и защищать интеллектуальную собственность.

Согласно данным The GLOBEFISH Research Program, в 2011 г. объем мирового выпуска хитина и его производных составил 2,8–3 тыс. т и оценивался в 1,484 млрд долл. (рис. 2). Основная доля (более 60% в 2010 г.)

принадлежит глюкозамину. Такая ситуация сохранится и в ближайшие годы. Азиатско-Тихоокеанский регион (включая Японию) пока является ведущим на рынке хитозана (7,8 тыс. т в 2010 г.).

В докладе «Хитин и хитозан: глобальный стратегический бизнес-отчет» говорится о том, что мировой рынок этих полимеров достигает 63 млрд долл. (рис. 3). До 65% составляет сегмент упаковки, в том числе для общественного питания (в 2011 г. – 1,04 млрд долл., к 2016 г. по прогнозу – 2,7). Производство волокон и продуктов на их основе, особенно медицинских и гигиенических, значительно растет. В 2011 г. оно оценивалось в 213,4 млрд долл., а в 2016 г. достигнет 692,8. Это высококонкурентный рынок, на котором лидируют компании Китая [3].

Изготовление натуральных полимеров в Европе с 2006–2007 гг. сильно расширилось, причем наибольшая доля принадлежит Финляндии (33,2%). В 2006 и 2007 гг. их вывезли на сумму 465 и 498 млн евро соответственно. Главным экспортером является Швеция [4]. Европа активно импортирует биополимеры – до 598 млн долл., их наибольшее количество ввозят Франция (53%) и Германия (11%).

Хитин и хитозан можно применять в биомедицине, в переработке отходов, нанотехнологиях, при создании экологических и обогащенных продуктов питания, для охраны окружающей среды и др. Потребление будет расти с огромной скоростью, особенно в секторе здравоохранения.



Европа – крупнейший и наиболее интересный рынок сбыта биопластиков в мире, а также лидер в области их исследований и развития. Но количество промышленных производств, напротив, быстро растет в странах Азии и Южной Америки

В Японии, например, равно как и в других развитых странах, вследствие нехватки чистой воды и увеличения спроса на биополимеры в качестве флокулянтов прогнозируется расширение рынка. Наибольший его рост ожидается в течение ближайших 5 лет. Аналитики предсказывают повышение спроса в Азиатско-Тихоокеанском регионе, Латинской Америке, на Ближнем Востоке и постсоветском пространстве.

Основные проблемы, влияющие на рынок хитина/хитозана, – высокие издержки производства и загрязнение в процессе выпуска. Получение дешевого высококачественного хитозана даст старт к развитию рынка в глобальном масштабе. Среди сфер конечного применения этого биополимера самая крупная – очистка воды. Однако сегмент агрохимического использования стремительно растет.

**Перспективы развития рынка хитина/хитозана в Беларуси.**

Ожидается, что использование продукции на основе хитозана будет носить общемировой характер, хотя пока этой проблематикой занимаются 15–20 государств. В хитозановые технологии инвестируются миллионы долларов.

В странах СНГ промышленное производство биодegradуемых полимеров пока практически отсутствует, хотя и существует обширный спрос на продукты на основе хитина/хито-

**Производство полимеров из продуктов переработки нефти**



**Производство полимеров из природного сырья**



Рис. 1. Схема процесса производства традиционных и растительных полимеров

Рис. 2. Объемы производства биополимеров в разных странах  
Источники: РБК-Украина. Исследования рынков

зана – пленки, кормовые добавки, средства защиты растений, БАД, импортные медицинские и упаковочные материалы и др. Есть научно-исследовательские производственные лаборатории (в Москве, Пущине и Красноярске), занимающиеся проблемой применения биополимеров в медицине.

Для Беларуси, не очень богатой природными ископаемыми, чрезвычайно важно искать, изучать новые источники сырья, разрабатывать природосберегающие эффективные технологии для производства изделий с высокой потребительской, биологической ценностью. Переход на биodeградируемые природные полимеры позволит решить некоторые экологические проблемы и сократить объемы использования нефти и газа.

Объем рынка биотехнологической продукции в нашей стране – около 400 млн долл. При этом отечественные товары составляют менее 20%. Ежегодно предприятия республики импортируют более 200 наименований биотехнологических продуктов на общую сумму около 300 млн долл, из них для нужд медицины – 11,2 млн долл., молочной промышленности – около 8 млн долл. [5]. Также это средства защиты растений, биодобавки, консерванты и др.

Однако потребителей хитозана как сырья для промышленности пока недостаточно. Производство же будет рентабельно при объемах не менее 3 т в месяц, низкой стоимости и высоком уровне качества

конечного продукта. Таким образом, планировать выпуск биополимеров в Беларуси целесообразно только с перспективой выхода на международный высококонкурентный рынок хитозана.

*Основными конкурентными преимуществами продукта* для внутреннего использования (пищевая промышленность, фармацевтика и пр.) могут стать:

- высокое качество и соответствие стандартам при хорошем соотношении «цена – качество»;

- уникальные физико-химические свойства производимого продукта (степень химической чистоты, практически полное отсутствие биологических и белковых примесей);

- социально значимая область применения (например картофелеводство, молочная промышленность, ветеринария, корма для скота);

- высокая репутация, основанная на фактическом сохранении уникальных параметров продукции, обеспечение ее необходимой разрешительной документацией, использование PR-инструментов и сети Интернет.

Целесообразность внедрения биотехнологий в Беларуси обусловлена ее территориальными, природно-климатическими, географическими и экономическими особенностями. Для производства хитозана могут быть использованы биотехнологии на основе имеющегося доступного и дешевого сырья, источником которого послужат отходы от обработки панциря промысловых ракообраз-

ных, хитиновые оболочки подпадающих разведению насекомых и червей, биомасса мицелийных и высших грибов.

Развитие современных биотехнологий на основе хитозана позволит не только увеличить экспорт продукции сельского хозяйства, но и сберечь здоровье населения страны, повысить эффективность современной профилактической и восстановительной медицины.

Для Беларуси наиболее актуальны следующие направления.

**Природоохранные мероприятия.** Хитозан можно применять как сорбент и флокулянт для очистки и стабилизации воды в естественных и искусственных водоемах, а также воздуха в производственных помещениях. С помощью этого биополимера можно фильтровать питьевую воду и готовить ее не только для бытового потребления, но и для приготовления пива и алкогольных напитков, где особенно важно высокое качество воды. Также можно проводить детоксикацию промышленных стоков, особенно гальванических производств, связанных со сбросом тяжелых металлов, очистку стоков пищевой промышленности (причем выделенные хитозаном из промстоков белковые компоненты используются как корм для птицы, скотины, пушных зверей), санацию почв.

**Сельское хозяйство.** Хитозан можно включать в состав удобрений, средств защиты растений и стимуляторов роста, биологически разлагаемой упаковки и консервантов для пищевых или сельскохозяйственных продуктов, средств борьбы с болезнями растений, а также применять для повышения и сохранения урожая, иммуностимуляции растений.

Хитозаносодержащие добавки используются в качестве энтеросорбентов для коррекции экотоксикантов (Zn, Cu, Cd и Pb) в органах и тканях сельскохозяйственных животных, способствуют выведению вредных веществ и увеличению прироста живой массы до 10% [6]. В рыбном хозяйстве с помощью

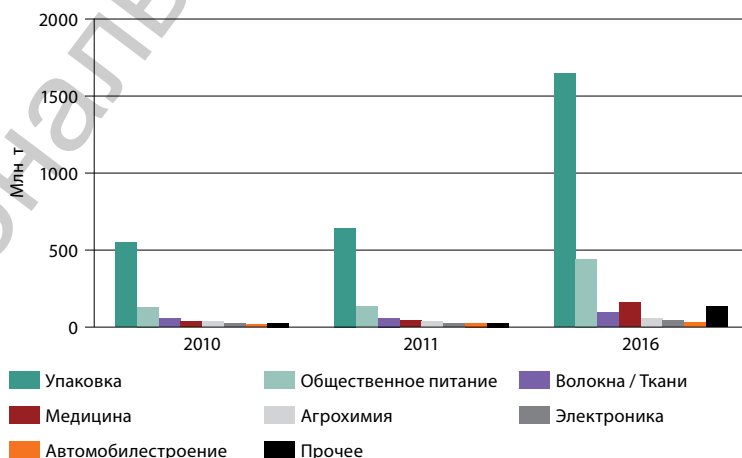


Рис. 3. Рыночная сегментация производства биополимеров 2010–2016 гг.

Источник: РБК-Украина. Исследования рынков

хитозана изготавливают корма, очищают воду при контейнерной перевозке большого количества живой рыбы, продлевают срок ее хранения в холодильниках, снижают содержание липидов в рыбном фарше.

#### Пищевая промышленность.

Биополимер можно использовать как осветлитель, стабилизатор, эмульгатор, консервант, энтеросорбент и жиропоглотитель, загуститель и структурообразователь, а также при создании пищевых пленок. На основе хитозана и картофельного крахмала были разработаны «съедобные» пленки для хранения скоропортящихся продуктов (таких как свежие фрукты и овощи), позволяющие предотвратить отсыревание, уменьшить образование бактерий и увеличить сроки годности.

Особо следует отметить целесообразность развития в Беларуси рынка БАД. Стоимость маркетинга и механизм вывода на рынок таких продуктов во много раз превышает затраты на производство. Цена рыночных предложений значительно больше стоимости сырья (до 3 тыс. долл. за 1 кг активного вещества). Этот рынок интенсивно развивается, несмотря на неоднозначное отношение к нему государственного здравоохранения и низкий уровень популярности у профессионалов в области медицины [7, 8]. В 2011 г., по данным компании Intellix (Беларусь), он составил 11,4 млн долл., продемонстрировав прирост на 18,7%.

**Медицина, фармацевтика и ветеринария.** Хитозан используется в составе лекарственных средств, лечебных мазей и кремов, при изготовлении перевязочных материалов, хирургических нитей, рассасывающегося шовного материала, кровоостанавливающей губки, контактных линз, для решения задач тканевой скаффолд-инженерии [9]. Искусственная кожа на основе хитозана применяется для лечения обширных ожогов (при поражении более 75% кожных покровов). Смеси моно-, поли- и олигомеров хитозана высокой чистоты действуют как регенерирующие, ранозаживляющие,

противоопухолевые препараты. При употреблении хитина в пищу понижается уровень холестерина в крови, стабилизируются процессы пищеварения и пр.

**Текстильная промышленность.** Хитозаном обрабатывают ткани для придания им бактериостатических свойств. С его помощью повышают качество подложек и эмульсий, снижают расход серебра. Он входит в состав препаратов для дубления кожи и мехов, помогает улучшить товарный вид меха, придает последнему стойкость к стирке.

**Производство косметических средств.** Биополимер применяют для получения увлажняющих кремов и лосьонов, антистатиков, средств ухода за кожей и волосами, мыла, лаков, шампуней [10], изделий для ежедневной гигиены полости рта. Необходимо разрабатывать собственные технологии производства косметических ингредиентов, сочетающих свойства биологически активного хитозана и растительных экстрактов [11].

**Целлюлозно-бумажная промышленность** (выпуск особо тонкой бумаги и бумаги с улучшенными свойствами для повышения качества фотоматериалов). Бумажные продукты из хитозана будут иметь важные экологические преимущества, поскольку отпадет потребность в химикатах, используемых при традиционной переработке бумаги.

**Атомная и горнодобывающая промышленность.** Хитозан можно использовать для локализации утечек радиоактивных веществ, концентрации и утилизации радиоактивных отходов, для извлечения металлов из отходов горно-обогатительных процессов.

Исследования в области создания и развития современных технологий производства биодegradуемых полимеров природного происхождения и организации инновационного производства на их основе следует рассматривать как вклад в ресурсосбережение, а следовательно, продовольственную и экономическую безопасность нашей страны. Будущее хитозана связано с развитием нанотехнологий.

Это носители лекарственных средств, антибактериальное хитозановое волокно с нанокластерами серебра, новые виды экологической упаковки для продуктов питания и многое другое [12].

Разработанные отечественные биотехнологии обеспечат комплексное использование сырья, высокую конкурентоспособность готовой продукции, экономическую эффективность и экологическую чистоту производства, что в итоге позволит решить следующие актуальные задачи: обеспечить население доступными пищевыми продуктами и биологически активными композициями, уменьшить вредное воздействие на окружающую среду, создать новые рабочие места, внедрить прогрессивные технологии, получать новые виды биотоплива, открыть новые направления в бизнесе и торговле, выйти на международный рынок биотехнологий. ■

#### Литература

1. Федотов А.Ю. Создание материалов на основе биополимеров для реконструкции и восстановления кожного покрова организма человека. Электронный ресурс: <http://kulibin.org/projects/show/2623>.
2. Няникова Г.Г., Маметнабиев Т.Э., Калинин И.П. и др. Хитозан – биополимер XXI века. Электронный ресурс: <http://bitspb.ru/ru-magazine-005-03.html>.
3. История исследований в области хитина и хитозана. Электронный ресурс: <http://www.chitin.ru/history.htm>.
4. Wysockińska Z. Market for Starch, Hemicellulose, Cellulose, Alginate, its Salts and Esters, and Natural Polymers, Including Chitin and Chitosan: Analysis Results // FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe. 2010. Vol. 18, No.6 (83). P. 7–13.
5. Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 23.10.2009 г. №1386 «О Государственной программе «Инновационные биотехнологии» на 2010–2012 годы и на период до 2015 года».
6. Кривоногова А.С. Аккумуляция и коррекция содержания экотоксикантов в биологических ресурсах аграрных предприятий промышленных регионов // Автореферат дисс. на соискание уч. ст. кандидата наук. – Екатеринбург, 2012.
7. Хрустичкая Л.Б. Биологически активные добавки к пище: еда или лекарство? Зачем они нам нужны? // Медицинские новости. 2006, №7. С. 48–54.
8. Воробьев П.А. БАДы как национальная беда // Вестник московского городского научного общества терапевтов. 2007, №21.
9. Бодун Р.Д., Осторовский Н.В., Шиповская А.Б. и др. На пути к созданию живого дермального эквивалента // Бюллетень Волгоградского научного центра РАМН. 2008, №1. С. 37–38.
10. Смирнов В.Ф., Мочалова А.Е., Бельшева И.В. и др. Получение биодegradуемых материалов на основе блок- и привитых сополимеров хитозана и метилакрилата // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. 2009, №5. С. 95–102.
11. Фрончек Э.В. Новые технологии получения косметических ингредиентов / VII Международная научно-практическая конференция «Косметические средства и сырье: безопасность и эффективность». Электронный ресурс: <http://www.extract.ru/index.php?id=103>.
12. Медицина и фармацевтика в наномире. [http://www.stfr.ru/material.aspx?CatalogId=222&d\\_no=24280](http://www.stfr.ru/material.aspx?CatalogId=222&d_no=24280).



# Нановолокна из хитозана: получение, свойства, применение

Особая роль в развитии «лечебных нанотехнологий» принадлежит химии и методике получения нановолокон из хитозана.

Сегодня такой проблемой занимаются только США, Япония, Франция, Россия, а также Чехия и Беларусь. В России данное направление развивают Саратовский государственный университет и ООО «Русмарко». Одной из самых перспективных является технология NANOSPIDER – электроформование нановолокон из растворов полимеров, в частности хитозана, который обладает ранозаживляющим действием, нетоксичен, биосовместим и биodeградируем. Нановолокна отличаются сверхразвитой поверхностью и пористостью и, учитывая целебные свойства самого хитозана, оказываются весьма эффективными при создании перевязочных средств для лечения обширных ожоговых поверхностей различного генеза, длительно не заживающих ран и трофических язв [1–3].

Лечение ран – одна из главных проблем хирургии. Известные многочисленные оперативные методы достаточно травматичны, а наиболее часто применяемая у больных с обширными ожогами аутодермопластика расщепленным кожным лоскутом лимитирована недостатком донорских ресурсов кожи. По данным Республиканского ожогового центра, летальность среди пациентов с глубокими ожогами более 30% поверхности тела составляет 90–95%, в то время как в развитых странах смерть при глубоких ожогах

более 50% поверхности наступает в 40–55% случаев. Это обусловило разработку в Беларуси альтернативных методов закрытия ран с использованием так называемых эквивалентов кожи.

Особенно перспективны полифункциональные «раневые покрытия», которые представляют собой нановолокнистые материалы из хитозана, полученные методом электроформования.

ОАО «Завод горного воска» совместно с Белорусским государственным технологическим университетом в 2012–2013 гг. провело комплекс лабораторных



Рис. 1. Установка NS-LAB 500 S



Рис. 2. Внешний вид конуса Тейлора



**Валерий Мулярчик,**  
директор  
ОАО «Завод  
горного воска»,  
кандидат физико-  
математических  
наук



**Виктор Данишевский,**  
начальник  
технического отдела  
ОАО «Завод горного  
воска», кандидат  
технических наук



**Владимир Меламед,**  
доцент Гродненского  
государственного  
медицинского  
университета,  
кандидат  
медицинских наук

исследований по получению нановолокон из различных полимеров на специализированной установке NS-LAB 500 S (рис. 1). Нам удалось впервые в Беларуси, вслед за ООО «Русмарко», получить нановолокна из хитозана, разработав рецептуру формовочного раствора и оптимизировав параметры электроформования по технологии NANOSPIDER [4–6].

Между электродами создается высокое напряжение (до 60 кВ). Формующий электрод заряжен положительно, а собирающий – отрицательно. На поверхности первого, вышедшей из ванны с раствором полимера, находится тонкий слой. Из него под действием электрического поля формируются положительно заряженные струйки, которые отталкиваются друг от друга, перемещаются, вибрируют. Движение их ускоряется, диаметр уменьшается до наноразмеров. Внешне это выглядит как раскручивание спирали с вершиной конуса в капле раствора (конус Тейлора) на выходе из фильеры или на струне волокнообразующего электрода (рис. 2).

Растворитель испаряется из струек, макромолекулы полимера сближаются, наблюдается фазовый переход из жидкого в твердое состояние, образовавшиеся нановолокна адсорбируются на отрицательно заряженном подкладочном материале (ткани, бумаге и др.).

При получении нановолокон из хитозана по технологии NANOSPIDER нами установлены следующие физико-химические и технологические аспекты:

- наиболее подходящий растворитель для хитозана – смесь уксусной кислоты и воды;
- в зависимости от молекулярной структуры хитозана (степеней полимеризации и деацетилирования) может в достаточно широких пределах (от 1,5 до 3,0% масс.) колебаться его концентрация в растворе;
- процесс растворения хитозана должен быть оптимизирован (температура, время, скорость перемешивания и др.) и направлен на получение галогенных,

истинных растворов без флуктуаций плотности;

- нужно выбрать наилучшие вязкость, поверхностное натяжение и электропроводность формовочного раствора и поддерживать их постоянными, потому что при их завышении образуются дефекты («бусинки», «капли»);

- срок хранения прядильных растворов ограничен одними сутками;

- растворитель должен быть термодинамически совместим с полимером. В «плохих» (несоответствующих этому условию) растворителях, недостаточно взаимодействующих с сегментами макромолекул, сольватация выражена слабо и макромолекулы без труда образуют плотные клубки небольшого размера, что ведет к уменьшению вязкости формовочного раствора. В «хороших» растворителях молекулы сольватируются на звеньях полимерных цепей, препятствуют вворачиванию их в плотные

клубки. Вязкость формовочного раствора увеличивается, потому что макромолекулы имеют более вытянутые конформации и образуют большие рыхлые клубки. При электроформовании полимерные цепи легче вытягиваются электрическим полем из таких рыхлых клубков формовочного раствора с образованием хороших конусов Тейлора. А это в свою очередь обеспечивает устойчивость процесса, равномерность нанесения нановолокон на подкладочный материал;

- влажность воздуха, подаваемого в формовочную камеру, должна находиться в пределах 30–50%, так как она влияет на электрическое поле камеры и на однородность слоя нановолокон на подкладочном материале. При завышенной влажности воздуха снижается адгезия нановолокон к подкладочному материалу;

- оптимизация температуры воздуха в камере (40–60 °С) обеспечивает постоянную скорость

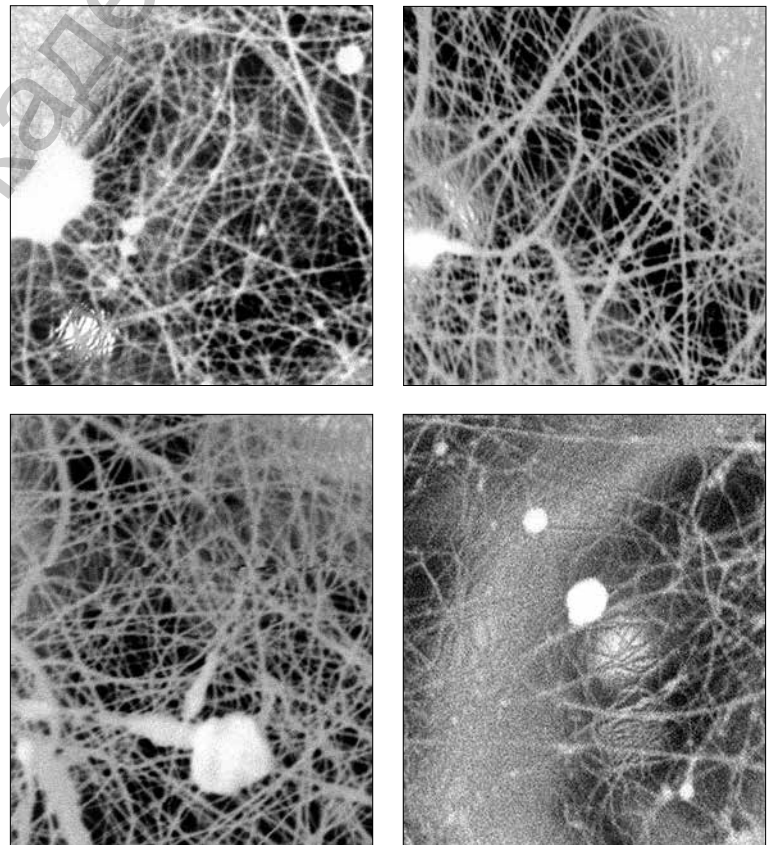


Рис. 3. Изменение структуры мембран из хитозановых нановолокон при варьировании параметров их получения

испарения растворителя и одинаковое утончение струек раствора хитозана;

- расстояние между формирующим и собирающим электродами фиксируется (150 или 180 мм);

- диаметр нановолокон из хитозана регулируется в пределах 70–200 нм.

Структура нановолоконного слоя из хитозана, нанесенного на подкладочный бинтовой материал ОАО «Лента» (Могилев), изучена в Белорусском государственном технологическом университете в центре физико-химических методов исследований под руководством кандидата химических наук В.Н. Лугина на электронном микроскопе JSM-5610 LV Jed (Япония) (рис. 3). Она типична для нетканых материалов: нановолокна ориентированы хаотично. Принципиальных различий в структуре нановолоконного слоя, сформированного из различных хитозанов в сравнимых условиях, не имеется. Варьируя свойства формовочного раствора полимера и технологические параметры электроформования нановолокон, можно регулировать поверхностную плотность нановолоконной мембраны, диаметр нановолокон, величину их распределения по диаметру.

Таким образом, с помощью технологии NANOSPIDER в Беларуси впервые получены наномембраны из хитозана, нанесенные на бинтовой материал, – перспективная импортозамещающая продукция медицинского назначения. Их преимущества: плотное прилегание к поверхности раны и ее стерилизация при наложении повязки; достаточная сорбционная способность, предотвращающая скопление раневого экссудата под покрытием; защита от инфицирования извне; возможность контролируемого освобождения лекарственного вещества с поверхности повязки [7]. Кроме того, быстро происходит гемостаз (остановка кровотечения), рана не травмируется при перевязках благодаря антиадгезивным свойствам покрытия, наномембраны

самостоятельно рассасываются по мере заживления, сроки которого сокращаются на 20–30% за счет стимуляции репаративных процессов.

Наномембранам из хитозана характерны совместимость с тканями человека, полная безопасность применения, хорошая воздухопроницаемость и адекватный газо- и парообмен раневой поверхности, антибактериальные свойства без добавления лекарственных средств.

Важное место в разработке медицинских материалов на основе хитозана занимает упрочнение волокон и пленок, а также повышение набухаемости, селективности и биоадгезивности. Для этого используются различные подходы, например проводится растворение полимера не уксусной кислотой, как в большинстве технологий при получении хитозановых волокон, а молочной. Это существенно улучшает их указанные свойства и дает возможность избежать нежелательных аллергических реакций.

Уникальные качества медицинских материалов на основе хитозана также позволяют использовать их как гигиенические средства в гинекологии.

Работы по получению, исследованию структуры и свойств нановолокон из хитозана проводятся под руководством члена-корреспондента НАН Беларуси, доктора химических наук, профессора Николая Прокопчука. Перед учеными Белорусского государственного технологического университета, Гродненского государственного медицинского университета и ОАО «Завод горного воска» стоит задача максимально интенсифицировать исследования по дальнейшему совершенствованию технологии получения из хитозана нановолокон заданных размеров и требуемой морфологии; провести *in vitro* и *in vivo* (на лабораторных животных) медицинские испытания на токсичность, биосовместимость, бактерицидную и бактериостатическую активность, термостой-

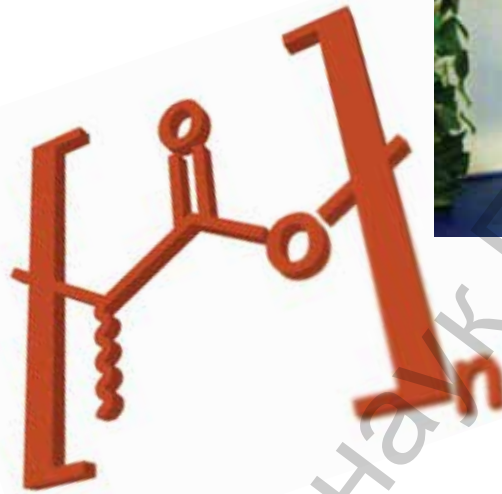
кость, износостойкость, тромбозостойкость, ранозаживляющее действие; организовать опытное производство ожоговых повязок, пластырей и тампонов со слоем нановолокон из хитозана. Это необходимо в связи с тем, что в ближайшее время рынки Беларуси и СНГ начнут заполняться продукцией производства ООО «Русмарк» и компании Elmarko. Поставленная задача может быть решена только при государственной финансовой поддержке: без нее белорусские разработки будут исключены из мирового процесса создания передовых медицинских материалов нового поколения.

ООО «БелРосБиоТех» (Брестская область) планирует реализовать инновационный проект по производству отечественного хитозана из хитиновой оболочки личинок мух и дождевых червей, пригодного для электроформования нановолокон, что повысит конкурентоспособность медицинской продукции белорусского производства на основе нановолокон из хитозана. ■

## Литература

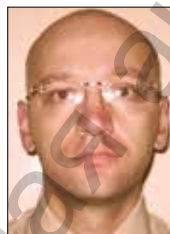
1. Дмитриев Ю.А. Технология электроформования волокнистых материалов на основе хитозана: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.17.06. – М., 2011.
2. Agawal S., Wendorff H., Greiner A. Use of electrospinning technique for biomedical applications // *Polymer*. 2008, V. 49. P. 5603–5621.
3. Bhardwaj N., Kundu S. Electrospinning: A fascinating fiber fabrication technique // *Biotechnological advances*. 2010, V. 28. P. 325–347.
4. Филатов Ю.Н. Электроформование волокнистых материалов (ЭФВ-процесс) – М., 1997.
5. Матвеев А.Т., Афанасов И.М. Получение нановолокон методом электроформования. – М., 2010.
6. Dalton P.D., Grafahrend D., Klinkhammer K., Klee D., Moller M. Electrospinning of polymer melts: Phenomenological observations // *Polymer*. 2007, V. 48. P. 6823–6833.
7. Рекламный проспект ООО «Русмарк».

# Биоразлагаемый полимер полилактид



Термин «биodeградируемые» по отношению к высокомолекулярным соединениям стали активно использовать с конца XX ст., когда постоянно возрастающий объем промышленного производства синтетических полимеров достиг 200 млн т в год.

Крупнотоннажные синтетические полимеры (полиэтилен, полипропилен, полиэтилентерефталат, поливинилхлорид) характеризуются высокой устойчивостью к воздействию таких факторов, как температура, солнечная радиация, вода, а также микроорганизмов и других биологических объектов. Поэтому актуальной стала проблема предотвращения загрязнения окружающей среды синтетическими полимерами, время разложения которых в естественных условиях значительно превышает продолжительность жизни человека. В отличие от них природные высокомолекулярные соединения, или биополимеры (белки, нуклеиновые кислоты, полисахариды, гликопротеиды, липопротеиды, липосахариды и др.), относительно быстро (от нескольких месяцев до нескольких лет) распадаются на простые химические соединения.



**Дмитрий Белов,** ведущий научный сотрудник кафедры высокомолекулярных соединений химического факультета БГУ, кандидат химических наук

Однако материалы из биополимеров не обладают таким широким спектром свойств, как изделия из синтетических полимеров, поэтому не способны в полной мере их заменить [1–4].

По этой причине усилилось внимание к синтетическим высокомолекулярным соединениям, которые, обладая достоинствами традиционных крупнотоннажных полимеров (в первую очередь термопластичностью, позволяющей легко их перерабатывать), могли бы так же быстро, как и биополимеры, распадаться под влиянием биологических факторов окружающей среды.

Наиболее перспективными синтетическими полимерами такого типа представляются алифатические полиэфиры на основе гидроксикарбоновых кислот: полилактид, полигликолид, полигидроксibuтират. Их свойства могут варьироваться в широких пределах, а способность к деструкции под воздействием различных факторов, в том числе биологических, может быть использована для создания новых материалов, представляющих интерес не только с позиций охраны окружающей среды, но и возможного применения в медицине.

Необходимо отметить, что четко проводится граница между биоинертными и так называемыми биоассимилируемыми полимера-

ми (оба типа предназначены для использования в восстановительной хирургии). Первые нужны для замены пораженных или утраченных тканей и органов живого организма и поэтому должны обладать настолько высокой устойчивостью к воздействию его сред, чтобы в течение длительного времени, сопоставимого с продолжительностью жизни человека, сохранять свои первоначальные характеристики при многократных деформациях. Биоассимилируемые полимеры используют, чтобы обеспечить функционирование органа на период регенерации тканей. Они должны иметь способность распадаться под влиянием жидких сред организма с образованием нетоксичных продуктов, ассимилируемых тканями, и последующим выведением их из организма. Скорость превращения твердых биоассимилируемых полимеров в жидкие продукты распада под влиянием биологической среды должна соответствовать скорости регенерации тканей организма и составлять при протезировании мягких тканей – несколько недель, костных – несколько месяцев.

Следовательно, биоассимиляция может считаться частным случаем биodeградации, поскольку предполагает усвоение продуктов деструкции тканями организма с последующим выведением их из него, тогда

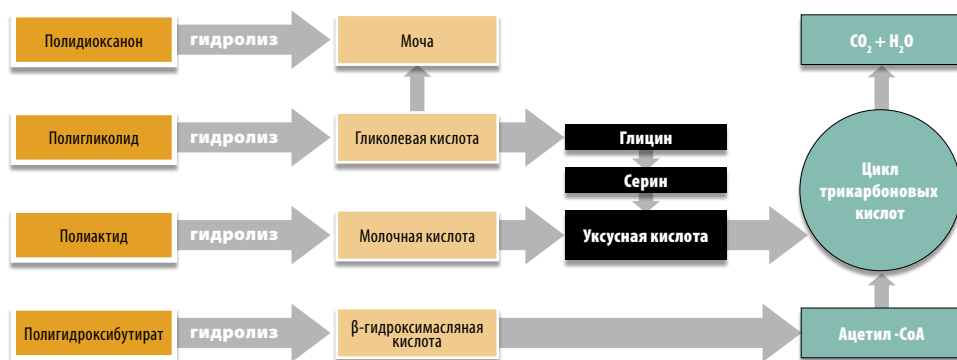


Рис. 1. Схема протекания деструкции синтетических биodeградируемых полимеров

как биodeградация (разрушение под влиянием биологических продуктов) может происходить и вне организма.

Значение биodeградируемых полимеров в последнее время возросло еще и потому, что, в отличие от биоинертных крупнотоннажных синтетических полимеров, промышленный выпуск которых базируется на нефтехимическом сырье (его запасы истощаются, а цена увеличивается), они могут быть получены на основе растительных ресурсов, возобновляемых как минимум ежегодно. Для их производства можно использовать полисахариды, которые извлекают не только из растений, но и из других источников, в том числе из бытовых отходов. В таком случае снижается острота проблем, связанных с выделением парниковых газов в атмосферу.

Сырьевой базой для выпуска полилактида являются возобновляемые природные источники растительного происхождения – углеводы, которые в процессе ферментации под воздействием молочнокислых бактерий превращаются в 2-гидроксипропионовую (молочную) кислоту. При синтезе полилактидов в качестве мономеров используются различные стереоизомеры как молочной кислоты, так и ее циклических диэфиров (лактидов). При ее непосредственной поликонденсации образуются низкомолекулярные олигомеры. Получение высокомолекулярной полимолочной кислоты осложнено протеканием побочных реакций. Поэтому для промышленного производства полилактидов с достаточно высо-

кой молекулярной массой обычно используют не непосредственную поликонденсацию молочной кислоты, а каталитическую полимеризацию ее циклических диэфиров [1, 2].

Наряду с гомополимерами лактидов синтезируются и их сополимеры, в том числе с ε-капролактоном и гликолидом. Создание амфифильных блоксополимеров полилактидов послужило толчком к разработке новых лекарственных форм, поскольку макромолекулы, содержащие гидрофобные и гидрофильные фрагменты, способны формировать так называемые мицеллярные микроконтейнеры (микросферы) для различного рода лекарственных веществ. Для их производства используют также биodeградируемые гидрогели.

Для получения биodeградируемых полимеров с регулируемой гидро- и липофильностью синтезированы полилактиды с модифицированными концевыми группами, а также гидроксилсодержащие полилактиды со звездообразными дендримерами на основе полиамидоамина. Благодаря введению в состав полимерной матрицы неорганических веществ можно также регулировать физико-химические и механические свойства полилактида [5].

Перспективно создание биомедицинских изделий из синтетических биodeградируемых полимеров, имеющих высокие прочностные и эксплуатационные характеристики и отличающиеся биосовместимостью. Однако такие материалы гидрофобны и обладают слабой афинностью к клеткам. Эти недостатки могут

быть устранены при разработке сополимеров синтетических биodeградируемых полимеров и природных высокомолекулярных соединений (декстран, хитозан), проявляющих хорошую клеточную адгезию. Соплимер полилактида с гепарином подходит для создания изделий, контактирующих с кровью, поскольку значительно снижается риск тромбообразования. Для получения гидрофильных биodeградируемых синтетических полимеров синтезированы сополимеры полилактида с полиэтиленоксидом.

При использовании в медицине изделия из полилактидов подвергаются влиянию биологической среды организма. Кроме того, для сохранения асептических условий их стерилизуют различными методами, в том числе воздействуя повышенной температурой или ионизирующим излучением. В связи с этим очень важно знать меру устойчивости полилактидов к воздействию различных факторов, приводящих к деструкции макромолекул, таких как нагревание, ионизирующее излучение, а также биологических сред организма или моделирующих их жидкостей.

Как известно, переработка и использование полимеров при высоких температурах осложняются процессами термоокислительной деструкции. Для получения изделий из полилактида применяются разные способы, наиболее часто – основанные на переработке полимера при повышенной температуре, например литье под давлением, экструзия, выдувание, приготовление пленок из расплава [1, 2, 4, 6].

Исследования процессов переработки показали, что молекулярная масса полилактидов, подвергшихся литью под давлением или экструзии, снижается. Однако интенсивные процессы деструкции, сопровождающиеся потерей массы, начинаются при температурах гораздо выше температуры плавления. Кроме того, существуют методы стабилизации полилактидов, препятствующие деструкции полимера в расплаве.



При действии ионизирующего излучения на полилактиды могут протекать различные радиационно-химические превращения. Основной эффект воздействия  $\gamma$ -излучения – разрыв макромолекулярной цепи по радикальному механизму, где важнейшую роль играет эффект клетки, в результате же накапливаются радиационные дефекты в аморфной области. Деструкция цепи ведет к изменению физико-химических характеристик, в том числе к ухудшению эксплуатационных свойств материалов. Таким образом, применение  $\gamma$ -излучения в качестве стерилизующего агента оправданно для высокомолекулярных полилактидов, для которых падение молекулярной массы не столь велико и, следовательно, не сильно сказывается на эксплуатационных характеристиках полимера [1, 7].

Важнейшая особенность полилактида – способность к безопасной деструкции под воздействием факторов окружающей среды. Продукты распада представляют собой естественные метаболиты, которые могут безопасно перерабатываться в одно- и многоклеточных организмах. Установлено, что полилактиды разрушаются как в аэробных, так и в анаэробных условиях, а скорость этого процесса определяет температура. Согласно экспериментальным данным, биодеструкция синтетических биodeградируемых полимеров, в том числе полилактидов, протекает в несколько этапов (рис. 1). Сначала происходит гидролитический распад макромолекул, а затем мономеры и олигомеры перерабатываются в биогенные органические соединения: кислоты, спирты и другие, которые, в свою очередь, на последней стадии процесса превращаются в углекислый газ и воду.

В целом процесс деструкции полилактида в водной среде зависит от большого количества параметров, в том числе от величин молекулярной массы, стереохимического состава, упорядоченности, кристалличности.

Для установления закономерностей его протекания под воздействием биологических факторов применяются два метода: *in vivo* и *in vitro* [1, 2, 8].

Метод *in vivo* заключается в том, что образец помещается в живой организм. При этом используются различные виды лабораторных животных в зависимости от типа изделий и места имплантации: при изучении пленок – мелкие животные (крысы, мыши), более крупных предметов (пластинок, винтов) – кролики. На конечных стадиях анализа, когда требуется выявить изменение эксплуатационных характеристик и отработать методики имплантации и фиксации изделия, проводят испытания на биологических объектах, сходных по размерам с человеком (собаках, овцах, приматах). После извлечения полимерного образца и его изучения можно сказать, как воздействует организм на помещенный в него объект и к каким последствиям это приводит. Однако у данного метода есть недостатки: во-первых, необходимость использования (и, возможно, последующего умерщвления) лабораторных животных, во-вторых, невозможность выделить один из действующих в комплексе факторов для более полного анализа процесса и его моделирования [2, 9].

Для опытов *in vitro* применяют искусственно созданные или полученные из биологических источников системы, способные в той или иной мере воссоздавать внутреннюю среду организма. Существует также несколько различных видов аппаратного оформления опыта: система может периодически обновляться (динамическая модель) или оставаться постоянной на протяжении всего срока эксперимента (стационарная модель). В исследованиях процесса распада полилактида *in vitro* общепринятой является модельная система в виде фосфатного буфера с определенным значением pH, соответствующим pH крови. Было сделано заключение, что гидролиз полилактида

в данной модельной системе протекает вследствие само- или автокаталитического эффекта концевых карбоксильных групп его молекул.

Анализируя производство и использование биоразлагаемых полимеров в мировом масштабе, можно сделать вывод, что эта сфера находится в стадии бурного роста. Многочисленные публикации научного экономического и познавательного характера дают понять, что на данном этапе биodeградируемые высокомолекулярные соединения начинают все более широко применяться во многих сферах деятельности человека, прежде всего медицине, фармацевтике, технологиях экологической безопасности. Вместе с тем остается масса нерешенных проблем, неизбежных при внедрении качественно новых технологий и продуктов. В связи с этим крайне важно воплощать в жизнь инновационные проекты такого направления, поскольку улучшение качества жизни людей, сохранение и шадящее использование природных ресурсов – первостепенные задачи для страны и человечества в целом. ■

## Литература

1. Garlotta D. A literature review of poly(lactic acid) // J. Polym. Environ. 2001. Vol. 9, №2. P. 63–84.
2. Jacobsen S. Polylactide – Biologisch abbaubare Kunststoffe aus nachwachsenden Rohstoffen für neue Anwendungen // Wechselwirkungen, Jahrbuch. 2000. S. 53–64.
3. Белов Д.А., Бычкова А.Н., Климовцова И.А. Биodeградируемые композиционные материалы медицинского назначения на основе d,l – полилактида // Материалы, технологии, инструменты. 2006. Т. 1, №1. С. 71–74.
4. Duda A., Penczek S. Polilaktyd [poli(kwas mlekowy)]: synteza, wlasciwosci i zastosowania // Polimery. 2003. T. 48, №1. S. 16–27.
5. Krul L.P., Volozhyn A.I., Belov D.A. [et al.]. Nanocomposites based on poly-D,L-lactide and multiwall carbon nanotubes // Biomolecular Engineering. 2006. Vol. 23, №1. P. 77–88.
6. Agarwal M., Koelling K.W., Chalmers J.J. Characterization of the degradation of polylactic acid polymer in a solid substrate environment // Biotechnol. Program. 1998. Vol. 14. P. 517–526.
7. Белов Д.А. Влияние процессов радиационной и гидролитической деструкции на фазовые и релаксационные переходы в поли-L- и поли-D,L-лактидах // Вес. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. хим. наук. 2010. №1. С. 40–43.
8. Krul L.P., Belov D.A., Butovskaja G.V. [et al.]. Poly-D,L-lactide destruction in vivo and in vitro // International Symposium «Biomaterials» and 29th «Hamburger Makromoleculares Symposium». Abstracts. – Hamburg, 2006. P. 88.
9. Leenslag J.W. [et al.]. Resorbable materials of poly(L-lactide). In vivo and in vitro degradation // Biomaterials. 1987. Vol. 8. P. 311–314.

# Полиэфирная техническая нить повышенной термостабильности



волокон достаточно высокие требования. В силу своей химической природы ПЭТФ относительно устойчив к температурным воздействиям: он выдерживает без заметного разложения длительное нагревание до 250–300 °С (например, при синтезе полимера и формировании волокна). Но все же термостабильность – одно из критических свойств полиэтилентерефталата, так как в условиях его переработки и эксплуатации, а также при производстве и использовании

резино-технических изделий, армированных техническими нитями (приводные ремни, конвейерные ленты, пожарные шланги), протекают процессы деструкции, что в конечном итоге отрицательно сказывается на механических характеристиках продукции.

В рамках государственной научно-технической программы «Химические технологии и производства» (подпрограмма «Научно-техническое обеспечение нефтяной и химической промышленности», научный руководитель задания – Н.Р. Прокопчук) выполнялась работа, целью которой было повышение термостабильности полиэфирной технической нити, выпускаемой ОАО «Могилевхимволокно».

Выявлялись причины снижения этой характеристики на стадиях синтеза полимера и формирования из него нитей.

При получении сложных полиэфиrow и эксплуатации изделий из них могут происходить различные процессы разрушения. Для ПЭТФ можно выделить 3 основных типа деструкции:

- термическая (при высоких температурах);
- термоокислительная (при высоких температурах и в присутствии кислорода);
- гидролитическая (в присутствии воды, веществ кислотной и основной природы).

Особое внимание нужно уделять гидролитической деструкции ПЭТФ, протекающей под действием паров воды. Разрушение происходит в случае использования при сушке горячего воздуха с высокой влажностью, а также при плавлении недостаточно высушенного гранулята и приводит к значительному снижению качества конечных изделий, в первую очередь нитей.

В Белорусском государственном технологическом университете (БГТУ) были разработаны методики, специально предназначенные для изучения термостабильности ПЭТФ и нитей из него. По значениям энергии активации термоокислительной

**П**олиэтилентерефталат (ПЭТФ) широко применяются в производстве синтетических волокон, пленок, упаковочных материалов из-за хороших термических и механических свойств, а также относительно низкой стоимости и возможности повторной переработки. Во всем мире выпускается больше полиэфирных, чем всех других синтетических волокон. Это обусловлено такими их ценными свойствами, как прочность, светостойкость, несминаемость, устойчивость к истиранию и др.

Потребители предъявляют к термостабильности полиэфирных



**Николай Прокопчук,**  
завкафедрой  
Белорусского  
государственного  
технологического  
университета,  
член-корреспондент,  
доктор химических  
наук, профессор



**Павел Казаков,**  
старший  
преподаватель  
Белорусского  
государственного  
технологического  
университета,  
кандидат  
технических наук



**Юрий Можейко,**  
начальник  
центральной  
исследовательской  
лаборатории  
ОАО «Могилев-  
химволокно»,  
кандидат  
технических наук

деструкции, как было предложено, ученые смогли оценивать эту характеристику полимера в виде как гранулянта, так и волокна. Также был разработан способ определения устойчивости ПЭТФ к разрушению с помощью ИК-спектроскопии, основанный на установлении содержания продуктов разложения полиэфира. Благодаря такому подходу ученые смогли проследить изменение характеристики на всей технологической цепочке производства нитей – от получения полимера до термовытяжки нитей.

Изучалась устойчивость гранулятов ПЭТФ и полиэфирного волокна к термическому воздействию. Выявлена зависимость термостабильности полимера от условий его синтеза и параметров выпуска технических нитей, в том числе от производительности линий. Максимальные понижения характеристики наблюдаются на стадиях сушки и термовытяжки.

Кроме мономеров для получения полиэтилентерефталата применяется ряд дополнительных веществ катализаторов переэтерификации, поликонденсации, стабилизаторов и др. При этом необходимо использовать стабилизаторы или их смеси, которые одновременно подавляют как окислительную деструкцию, так и гидролиз сложного полиэфира.

В ЦИЛ ОАО «Могилевхимволокно» были синтезированы образцы ПЭТФ с применением группы стабилизаторов, чтобы изучить эффективность действия последних, а также сформованы опытные образцы термостабилизированных полиэфирных нитей. С помощью ряда методик исследована устойчивость к термической деструкции стабилизированных образцов ПЭТФ. Термостабильность полимера оценивалась такими методами, как термогравиметрия (определение энергии активации термоокислительной деструкции), инфракрасная спектроскопия (установление содержания продуктов распада), вискозиметрия (расчет молекулярной массы), электронная

микроскопия поверхности волокон. Измерялась способность сформованных нитей сохранять прочность при воздействии температуры 200 °С в течение 2 ч. По результатам лабораторных испытаний опытных образцов отмечено положительное влияние термостабилизаторов на устойчивость полиэфирного волокна к термоокислительной деструкции. На основании экспериментальных данных, стоимости, доступности на рынке был выбран наиболее эффективный фосфорорганический стабилизатор.

Заметим, что применение новой системы в производстве ПЭТФ и полиэфирных нитей не требует изменения технологии и приобретения дополнительного оборудования. В рамках проекта ПЭТФ выпускался в соответствии с опытно-промышленным технологическим регламентом на существующем оборудовании химического цеха завода органического синтеза. Физико-химические показатели соответствовали техническим условиям.

В 2010–2012 гг. на заводе полиэфирных нитей ОАО «Могилевхимволокно» в рамках НИОК(Т)Р осваивали производство нового для Беларуси вида продукции – высокопрочной полиэфирной нити с повышенной термостабильностью и адгезией. Физико-механические показатели соответствовали требованиям ТУ ВУ 700117487.062-2012 «Нить полиэфирная с повышенной адгезией высокопрочная термостойкая» для высшего сорта. Применение разработанного ПЭТФ позволило повысить качество и конкуренто-

способность продукции, удержать и увеличить ее экспортные поставки предприятиями концерна «Белнефтехим».

В 2010 г. выпускались опытные партии микрометрированного гранулята с повышенной термостабильностью марки ТС, из которого при плане 100 т наработано 101 т нити на сумму 674 млн руб. ПЭТФ марки ТС производился в трех вариантах (использовались различные стабилизаторы).

Через год полиэтилентерефталат уже перерабатывался на адгезионном потоке в высокопрочные термостабильные полиэфирные нити линейной плотности 111 текс с дальнейшим превращением их в крученые нити. При плане 500 т выпущено 514 т технической нити данного ассортимента на сумму 12693 млн руб.

В 2012 г. при плане 2000 т произведено 2024,8 т полиэфирной нити, в дальнейшем переработанной в крученые нити. Стоимость выпущенной продукции составила 41139 млн руб.

Основными потребителями стали организации Российской Федерации: ООО «Иллит», Брянск; ООО «Белнефтехим-Рос», Москва; ООО «Техинвест», Санкт-Петербург; ОАО «Курская фабрика технических тканей» и др. Продукция также была реализована белорусским предприятиям: ИЗАО «Кохановский трубный завод «Белтрубпласт», Витебская область; «Кораллрост», Могилев; ИП «Стс-Белполипластик», Минск, и др.

Сравнительный анализ опытных и серийных высокопроч-

Наименование показателя	Значение показателя	
	Опытная нить (среднее за 2011 и 2012 гг.)	Серийная нить (февраль–май 2012 г.)
Удельная разрывная нагрузка, мН/текс	746–747	735
Линейная усадка (150 °С, 30 мин.), %	3,1	3
Удлинение нити при разрыве (для некрученых нитей), %	12,7	12,8
Термостабильность некрученой нити, %	90	87
Термостабильность крученой нити, %	92	88

Таблица 1. Сравнительный анализ опытной и серийной нити

ных нитей (линейная плотность последних – 111 текс) по процессу ориентационного вытягивания показывает улучшение ряда эксплуатационных характеристик выпускаемой нити по сравнению с нормой (табл. 1).

Применение смеси стабилизаторов позволило повысить как технологичность процесса ориентационной вытяжки полиэфирной нити, так и качество последней. Была снижена обрывность нитей при формовании и вытяжке, что уменьшило процент брака и повысило сортность продукции. Использование стабилизатора практически не сказывается на себестоимости нити, так как он вводится в полимер в очень малых количествах.

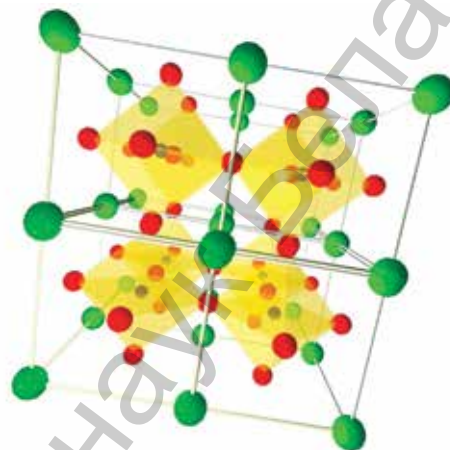
За три года изготовлено 2639,8 т высокопрочной полиэфирной нити с повышенной термостабильностью и адгезией на сумму 54507 млн руб. Экономическая эффективность как отношение стоимости произведенной продукции к средствам, затраченным на выполнение НИОК(Т)Р, составляет 181,7 руб. на 1 руб. в общем и 363,4 руб. на 1 руб. из республиканского бюджета в частности.

Большой вклад в успешную реализацию проекта и освоение нового вида продукции внесли сотрудники ОАО «Могилевхимволокно» и ГП «Институт нефти и химии». Особую благодарность разработчики выражают главному технологу завода полиэфирных нитей С.А. Грищенко.

## Литература

1. Казаков П.П., Прокопчук Н.Р. Экспресс-метод оценки термостабильности полимеров // Доклады НАН Беларуси. 2005. Т.49, №5. С. 109–113.
2. Казаков П.П., Прокопчук Н.Р. Анализ причин снижения термостабильности полиэфирных технических нитей в процессе производства на ОАО «Могилевхимволокно» // Материалы, технологии, инструменты. 2005. Т.10, №4. С. 54–58.
3. Казаков П.П., Оценка термостабильности полиэфирных нитей по энергии активации их термоокислительной деструкции // Весті НАН Беларусі. Серія хімічных навук. 2005. №5. С. 45–47.
4. Казаков П.П., Прокопчук Н.Р. Изменение термостабильности полиэтилентерефталата на стадиях технологического процесса производства технических нитей на ОАО «Могилевхимволокно» // Труды БГУ, Серия IV Химия и технология органических веществ. 2005. Вып. XIII. С. 3–7.

# «Умные материалы»: время убирать кавычки



Непременный атрибут цивилизации – материалы, активно используемые человеком в разнообразных сферах. Не случайно их создание и совершенствование стало приоритетным научно-техническим направлением во всех развитых странах.



**Сергей Шилько,**  
завлабораторией  
механики композитов и биополимеров  
Института механики металлополимерных  
систем им. В.А. Белого НАН Беларуси



**Юрий Плескачевский,**  
председатель  
Гомельского филиала НАН Беларуси,  
член-корреспондент

При всем многообразии, крупнотоннажности и значимости стали, алюминиевых сплавов, бетона, древесины, пластиков, продолжают поиски новых составов материалов и режимов их переработки в изделия, чтобы удовлетворить растущие потребности современного общества. Данная проблема особенно актуальна в части производства конструкционных материалов для нужд машиностроения, строительства и других важнейших отраслей. К сожалению, до сих пор некоторые разработчики приспособляют новую конструкцию к узкому перечню известных или доступных им материалов. Так появляются морально и физически устаревшие уже при рождении образцы техники. Более прогрессивен комплексный подход (рис. 1), при котором одновременно и всесторонне, за несколько уточняющих шагов, взаимосвязываются требования к конструкции, материалу и технологии для достижения ключевых показателей.

Однако в то время как конструкции и технологии (даже чрезвычайно сложные) улучшаются с использованием компьютерных средств автоматизированного проектирования,

материаловедение во многом остается эмпирической наукой и, если угодно, искусством. Это обусловлено тем, что прямое моделирование и расчетная оптимизация тонкой структуры реального материала со всеми его микрокомпонентами и несовершенствами пока невозможны даже при наличии суперкомпьютера. Вторая и главная причина ограниченности традиционных подходов в том, что удельные механические характеристики конструкционных материалов уже не могут быть радикально улучшены дисперсионным упрочнением (когда в металлическую или полимерную матрицу вводятся бездефектные жесткие частицы или волокна). Определенный оптимизм в этой области обусловлен появлением наноматериалов и нанотехнологий, но даже они не решают проблему в принципе.

Дело в том, что совершенство и устойчивость структуры материала, достигнутые на стадии его получения, далеко не всегда определяют надежность, ресурс, биосовместимость и другие потребительские свойства изделий. Невозможно точно предсказать весь спектр нагрузок и состояний окружающей среды, ожидающих машину или конструкцию в период эксплуатации, а завышение запасов прочности неминуемо приводит к таким затратам сырья и энергии, которые сделают любую продукцию неконкурентноспособной. К тому же изначально высококачественные (формостабильные, прочные, твердые, жаростойкие) материалы плохо поддаются рециклингу, создавая значительную экологическую нагрузку (банальные примеры – автомобильные шины и ПЭТ-тара).

В этой связи полезно обратиться к опыту окружающей нас природы, которая в ходе эволюции отыскала и успешно использует принципиально иные способы как повышения живучести, так и утилизации организмов. Даже простейшие биологические виды демонстрируют замечательную способность гибко перестраивать свою структуру в

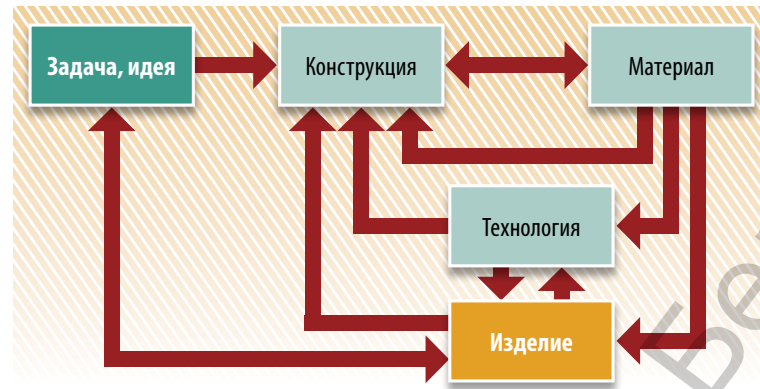


Рис. 1. Схема создания технических решений с использованием новых материалов

ответ на внешние воздействия. Парадоксально, что все искусственные материалы в конечном счете уступают относительно непрочным и податливым биологическим прототипам, которые оказываются более рациональными и надежными. В терминологии Д. Медоу это выражается в следующих особенностях и возможностях последних:

- композиционном строении;
- иерархии уровней структурной организации;
- мягких, гибких компонентах;
- самосборке, самоорганизации, самоумножении (репликация) на основе слабых связей;
- использовании шаблон-матрицы для построения нового объекта;
- способности к делению [1].

Дальнейший анализ позволил расширить перечень признаков, необходимых для целенаправленного синтеза квазибиологических материалов и конструкций [2, 3]: подвижные межфазные границы, переменные по объему характеристики, самозалечивание, реверсивность, регенерация, резервирование функциональных блоков, самодиагностика, принцип обратной связи.

Из рис. 2 видно, что перечисленные принципы лишь частично реализуются при получении искусственных материалов даже на основе олигомеров и полимеров, наиболее близких биотканям в силу общего высокомолекулярного строения [4].

Авторами предложена классификация материалов [3] с точки



Рис. 2. Принципы создания технических решений и объектов живой природы

Таблица 1.  
Классификация  
материалов [3]

Функциональное развитие	Активность	Степень интеллекта	Качество функционирования	Линия поведения
моно-функциональный	пассивный	тривиальный	материал	«предсказуемый» материал (пассивное разрушение)
		интеллектуальный	материал-изделие	«неопределенный» (непредсказуемое бифуркационное разрушение)
поли-функциональный	активный	адаптивный	материал-устройство	«эгоист» (заторможенное разрушение при самосохранении функции)
		умный	материал-система	«приспособленец» (заторможенное разрушение за счет адаптивной реакции)
		мудрый (экофильный)	материал-среда	«камикадзе» (программируемое саморазрушение)
				«регенерат» (восстановление за счет самоорганизации)
				«кибер» (заторможенное разрушение за счет обратной связи)

зрения активности и степени интеллекта, а линия поведения материалов характеризуется терминами, которые, как правило, применяются в психологии для описания человека (табл. 1). Здесь сделан акцент на признаках активного (интеллектуального, умного, мудрого) поведения. Можно заметить, как в наши дни ячейки приведенной таблицы начинают заполняться реальными примерами, создаваемыми в передовых лабораториях.

Поскольку разработка умных материалов предполагает использование механизма самоорганизации структуры, обуславливающего уменьшение полной энергии среды, особую актуальность приобретает оценка ее термодинамического состояния. Она предполагает анализ явлений хаоса, стабилизации, кооперативного движения частиц, определение точек бифуркации, кооперативных эффектов. Соответствующие задачи образуют предмет исследований в важном мультидисциплинарном научном направлении – создании умных материалов.

Вообще говоря, с позиций термодинамики все материалы в той или иной степени обладают интеллектом в силу универсальности известного принципа Ле Шателье – Брауна: если система, находящаяся в состоянии равновесия, подвергается воздействию какого-либо фактора, то равновесие в ней смещается так, чтобы его действие ослаблялось. Вопрос именно в соответствии этого закономерного отклика той целевой функции материала (рис. 3), которая закладывается разработчиком. Так, строительный кирпич сопротивляется силовому воздействию до конкретного предела, но его несущая способность обеспечивается исходной прочностью, которая

может оказаться избыточной, либо со временем необратимо исчерпаться вследствие деградации связующего (медленно), либо при возникновении трещины (быстро). В любом случае поведение рассматриваемого объекта не сопровождается рациональной перестройкой структуры, и поэтому степень его интеллекта ничтожна. Конструкционный материал с высокой степенью адаптации и подвижностью структуры способен самостоятельно снизить опасную концентрацию внутренних напряжений путем перераспределения по объему, выйти из области резонанса колебаний, остановить развитие трещины и по меньшей мере сигнализировать о достижении критического состояния.

Преимущества динамической авторегуляции несомненны. Она широко используется в машинах (к примеру, в антиблокировочной системе тормозов автомобилей) и автоматизированном технологическом оборудовании. Там регулирование осуществляется известной триадой: сенсор (чувствительные датчики) – процессор (средство обработки информации датчиков и принятия решения) – актуатор (исполнительное устройства типа двигателя, клапана или

Рис. 3.  
Общая схема взаимодействия на различных уровнях материала при наличии обратной связи

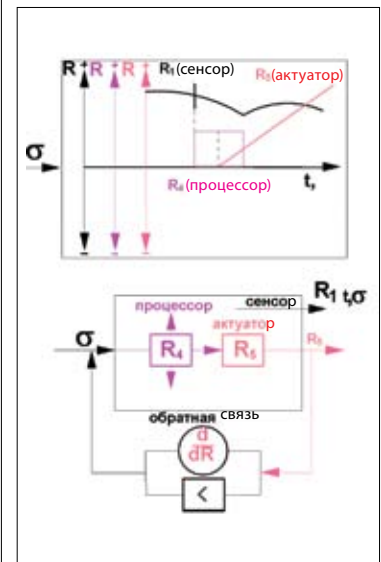
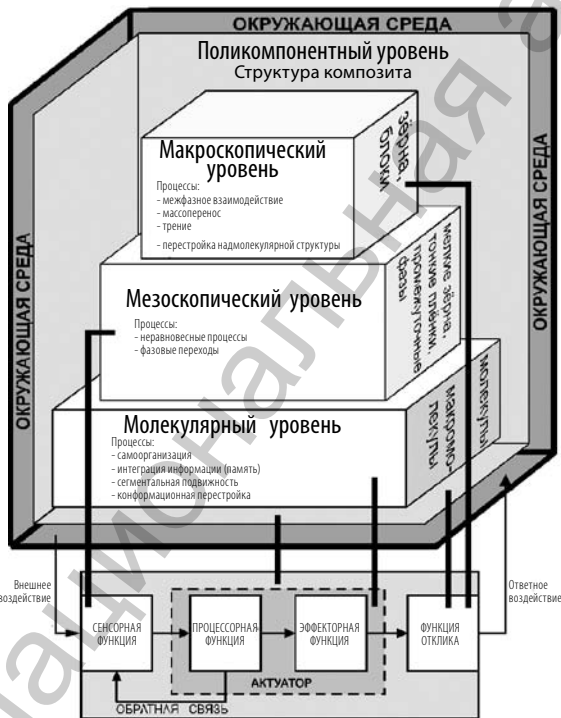


Рис. 4. Схема функционирования обратной связи

другого привода). Достигнутая в наши дни миниатюризация деталей, узлов и электронных элементов подобных устройств приближается к нанометрам. Но ведь данному размерному уровню соответствуют фрагменты надмолекулярной структуры полимеров, способные к конформационной перестройке. В результате наблюдается феномен сближения понятий «материал», «конструкция» и «машина». По аналогии с робототехникой, выбор подходящего физического механизма структурирования позволит реализовать требуемое умное поведение материала.

Фундаментальный атрибут умных материалов, демонстрирующих целесообразное поведение, – обратная связь. На рис. 3 схематично показаны иерархия уровней адаптивного полимерного композита, а также общая схема действия обратной связи, обеспечивающей запуск механизма структурной перестройки в ответ на внешнее воздействие.

Один из возможных вариантов функционирования обратной связи во времени при действии на умный материал механических напряжений, отражающий его инерционность и реологические свойства, показан на рис. 4.

Рис. 5 иллюстрирует один из способов формирования целесообразного отклика неоднородного (многофазного) материала на внешнее воздействие, названный нами принципом автолокализации подвижных межфазных границ [4, 5], при котором достигается экстремум (минимум или максимум) задаваемого критерия качества. Под точкой бифуркации понимается состояние резкого изменения параметров, например, вследствие потери устойчивости структурных элементов или фазовых переходов. Энергетические затраты на перестройку структуры могут возмещаться за счет энергии источника внешнего воздействия [6].

К материалам с подвижными межфазными границами, уже появившимся на рынке, можно отнести пластики с наполнителем



в виде микрокапсул, содержащих полимерное связующее и отвердитель, которые при разрушении контактируют и химически взаимодействуют, обеспечивая локальную полимеризацию и самозалечивание трещины (рис. 6). Аналогичную роль играет слой полимера, содержащего хлорид титана  $TiCl_4$ , размещенный под защитным покрытием из оксида алюминия. В зоне трещины полимер деградирует, хлорид мигрирует к месту дефекта, где превращается в оксид титана, который разбухает и заполняет трещину.

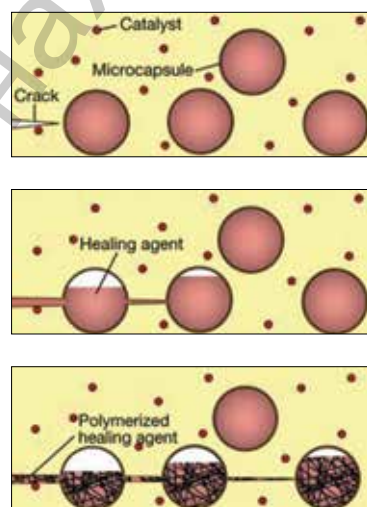


Рис. 6. Самозалечивание трещины в умном материале

Появление умных материалов – безусловно, серьезнейшее событие, которое, по нашему мнению, наряду с информационными и биотехнологиями станет одним из символов настоящего века, как это было в далеком прошлом при главенствовании камня, железа и бронзы. Заметим, что в научной литературе (специализированных журналах, трудах множества конференций, десятках монографий, в том числе отечественном издании [6] и даже справочнике [7]) с названия обсуждаемых материалов (smart и intelligent materials) давно снят флер условности. Не пора ли и в русском языке при употреблении этого термина снимать кавычки? ■

#### Литература

1. Gandhi M., Thomson B.S. Smart materials and structures. – Berlin, 1992.
2. Плескачевский Ю.М., Шилько С.В., Стельмах С.В. Этапы развития и уровни организации структуры материалов: адаптивные композиты // Доклады Нац. Акад. наук Беларуси. 1999. Т. 43, №5. С. 119–123.
3. Плескачевский Ю.М., Чигарев А.В., Шилько С.В. Биологические и технические системы – конкуренция и синтез // Механика машин, механизмов и материалов. 2007. Т. 1, №1. С. 78–89.
4. Галаев И.Ю. «Умные» полимеры в биотехнологии и медицине // Успехи химии. 1995. Т. 64, №5. С. 505–524.
5. Shilko S. Adaptive Composite Materials: Bionics Principles, Abnormal Elasticity, Moving Interfaces / In Book: Advances in Composite Materials – Analysis of Natural and Man-Made Materials / Ed. P. Tesinova, 2011. Chapter 23. P. 497–526.
6. Пинчук Л.С., Гольдаде В.А., Шилько С.В., Неверов А.С. Введение в систематику «умных» материалов. – Мн., 2013.
7. Varadan V.K. Handbook of smart systems and materials. – London, 2009.

Рис. 5. Принцип автолокализации

# Прогнозные ориентиры развития малого и среднего бизнеса



**Михаил Попков,**  
завсектором  
развития малого  
и среднего бизнеса  
НИЭИ Министерства  
экономики  
Республики  
Беларусь

Трудности развития экономики в текущей пятилетке обусловлены многими факторами, к которым, прежде всего, относятся проявление кризисных явлений, последствия которых «обрушили» планы по достижению показателей роста доходов населения, утвержденных IV Всебелорусским народным собранием.

Очевидно, что не оправдали возлагаемые надежды такие популярные направления как «повышение инновационной активности субъектов хозяйствования», «привлечение прямых иностранных инвестиций» и «создание высокопроизводительных рабочих мест», что подтверждается данными статистики. Как запасной вариант рассматривается «развитие малого и среднего предпринимательства». Необходимо оценить, насколько это обоснованно.

Согласно реализуемой в настоящее время Программе социально-экономического развития Республики Беларусь на 2011–2015 гг. (ПСЭР), в текущей пятилетке главной целью является рост благосостояния и улучшение условий жизни населения. Для этого, в числе прочего, предполагается проведение модернизации организационно-экономических механизмов и институтов, создание благоприятной среды для реализации предпринимательской инициативы субъектов хозяйствования. Стимулирование предпринимательства и деловой инициативы определено в ПСЭР как одно из приоритетных направлений социально-экономического развития.

В том же программном документе прописано, что создание безбарьерной деловой среды позволит

предпринимательству стать основой развития экономики, обеспечит ее гибкость, инновационную активность, быстрое реагирование на изменение внешних факторов и рыночной конъюнктуры. Далее утверждается, что предпринимательство играет важную роль в повышении конкурентоспособности экономики, своевременно реагирует на изменение спроса, является дополнительным источником новых рабочих мест и формирует средний класс – основу стабильности в государстве и обществе. Установлены показатели, которые требуется достичь в части развития МСП: «в результате проводимой политики должны быть созданы необходимые условия для реализации частной инициативы, повышения предпринимательской активности граждан, интенсивного развития малого и среднего бизнеса, вклад которого в ВВП в 2015 г. составит не менее 30%». Более масштабно, чем в ПСЭР, данный вопрос оценивается Министром экономики Николаем Снопковым: «Малый и средний бизнес – фундамент развития национальной экономики, стратегическая цель государства – довести долю этого сектора в ВВП до 50%» [1].

Аксиоматические утверждения о том, что «нужно довести», не дают четкого ответа на вопрос: «с какой целью?». Кочующие из доклада в доклад тезисы о том, что



«малый и средний бизнес – основа стабильности в государстве и обществе», «развитие субъектов малого и среднего предпринимательства – основа повышения эффективности и конкурентоспособности экономики» в большей своей части не имеют под собой должного научного обоснования и количественной оценки. Для формирования последних целесообразно учитывать положения теории предпринимательства, например Йозефа Шумпетера. Ключевым тезисом его подхода была «инновация», которую он охарактеризовал как «установление новой производственной функции». Это может быть выпуск нового товара, внедрение новых форм организации, таких как, например, слияние, открытие нового рынка и т.п. В то же время, характеризуя ее созидательную роль в создании нового путем разрушения старого, он ввел термин «творческое (креативное) разрушение» в экономике. При этом инновация не эквивалентна изобретению: «Лица, которые вводят новые производственные функции, отличающиеся от воспроизводимых старых производственных функций и изменяют пропорции и количество факторов производства в границах последних, называются предпринимателями» [3].

Другой ученый, внесший существенный вклад в современную теорию предпринимательства – немецкий экономист Фридрих Шумахер. В своей известной работе «Small is Beautiful, A Study of Economics as if People Mattered» он рассматривал вопросы малого бизнеса и был убежден, что достижение оптимального масштаба для всех видов человеческой деятельности, и в особенности в сфере экономики, имеет решающее значение для самореализации и поддержания чувства собственного достоинства человека. Он утверждал, что людям больше всего подходят малые формы деятельности [3].

В конце 70-х гг. XX в. американский ученый Дэвид Берч установил, что новые рабочие места в США создаются почти исключительно малыми фирмами (за

8 лет с 1968 по 1976 гг. их вклад составил 82%). В 1979 г. на основе своих расчетов он опубликовал монографию «Процесс создания рабочих мест», которая имела эффект разорвавшейся бомбы. Опираясь на выводы исследования, Конгресс США и администрации отдельных штатов одну за другой принимали программы поддержки предпринимательства и малого бизнеса. Примеру США последовали многие страны [4].

В настоящее время выводы, сделанные Д. Берчем, оцениваются научной общественностью неоднозначно. Так, бывший редактор «Уолл-стрит джорнэл», публицист, выступающий по вопросам государственной политики, Кристофер Конте в своей статье «Малый бизнес в истории США» отмечает следующее: «Выводы Берча привлекли огромное внимание и цитируются до сих пор. Но многие экономисты их оспаривают. Например, в 1993 г. Национальное бюро экономических исследований установило: хотя фирмы с численностью работников менее 500 человек действительно создали больше рабочих мест в период с 1972 по 1978 гг., они также гораздо чаще уходили из бизнеса. Их итоговое воздействие на создание рабочих мест, таким образом, было не более сильным, чем со стороны крупных фирм» [5].

При описании вклада МСП в ВВП наиболее распространенными являются тезисы о том, что в развитых странах в малом и среднем бизнесе занято до двух третей населения, при этом в данном секторе экономики производится до 50% ВВП. Даже без дальнейшей проверки по структурной составляющей, сопоставимости показателей в методологическом и хронологическом аспектах очевидно, что оставшаяся треть населения, занятая в крупном бизнесе, производит вторую половину ВВП. Закономерно напрашивается вопрос о производительности труда в расчете на одного занятого.

Заочно возможно поставить и второй вопрос: «Малый и средний бизнес (основная сфера деятель-

ности которого торговля и услуги) в развитых странах получил такое широкое развитие по причине высокого платежеспособного спроса населения экономик, основанных на крупных высокопроизводительных корпорациях? Или развитые страны обязаны своим успехом именно становлению малых и средних предприятий?».

При международных сопоставлениях достаточно часто используются показатели количества субъектов МСП в общем числе субъектов хозяйствования и в расчете на тысячу жителей. По второму Беларусь немногим отстала от соседней Литвы (более 30 субъектов МСП), первый составляет более 99%, что соответствует всем странам, где разрешена хозяйственная деятельность индивидуальных предпринимателей. Именно труднообъяснимая практика исключения заинтересованными экспертами и международными организациями из всех межстрановых сопоставлений индивидуальных предпринимателей позволяет им утверждать о недостаточности вклада МСП в отечественную экономику [6]. В Европе, США и Японии индивидуальных предпринимателей включают в категорию «малые предприятия» [7].

Рассмотрим, на основании каких ориентиров можно верно выстраивать политику государственной поддержки малого и среднего предпринимательства в Беларуси, и какие из них являются сомнительными. Обратимся к дополняющему ПСЭР документу – Программе деятельности правительства на период 2011–2015 гг. В подразделе «Поддержка предпринимательства и формирование государственно-частного партнерства» определено, что целью является увеличение доли малого и среднего предпринимательства в ВВП до 30% и обеспечение численности занятых в этом секторе не менее 1,8 млн человек к концу 2015 г. Наибольшие опасения вызывают предположения о занятости в сфере МСП. При формировании показателей на пятилетку считалось, что в результате кадровой

реструктуризации крупных предприятий произойдет высвобождение излишней рабочей силы, которая будет трудоустроена в малом и среднем бизнесе. Это допустимо, но масштабы процесса и механизм его влияния на прочие показатели ПСЭР могут вызвать справедливые сомнения. Порядка 430 тыс. человек переходят в малый и средний бизнес, при этом ВВП крупных предприятий сохраняется в своем объеме, а вновь прибывшие в сектор МСП создадут дополнительный добавочный продукт без снижения производительности труда в расчете на 1 занятого. Возможно, одним из первоисточников тезисов о необходимости таких изменений стал доклад, подготовленный Международной финансовой корпорацией в 2006 г. в рамках проекта «Улучшение государственного регулирования процедур регистрации и получения разрешений субъектами малого и среднего бизнеса». В указанном докладе утверждалось, что 30% рабочей силы на крупных предприятиях Беларуси является избыточной. В связи с этим нельзя не поставить вопросы о разработке программы кадровой реструктуризации крупных предприятий и степени готовности их руководителей и работников к такого рода преобразованиям.

Также существует проблема серьезных различий в подходах учета вклада в экономику сектора МСП в Беларуси и развитых в экономическом отношении странах. Критерии отнесения к субъектам МСП, на первый взгляд, представляются схожими. Например, и в ЕС, и в Беларуси к таковым относятся ИП и предприятия с численностью занятых до 250 человек. Но и здесь имеют место

особенности, которые невозможно обойти вниманием. Во-первых, в Беларуси нет ограничений по балансовой стоимости активов и товарообороту МСП, как это предусмотрено в развитых странах. Во-вторых, нет лимитов по участию в капитале предприятия сторонних организаций (общепринятая практика – не более 25%). И наконец, учет в показателях развития МСП государственных малых и средних предприятий является отечественным изобретением. Последнее принципиально важно, поскольку если в общем количестве МСП число госпредприятий не превышает 5%, то в экспорте калийных удобрений и внешнеторговом обороте нефтепродуктов показатели работы МСП исчисляются миллиардами долларов. Это, вероятнее всего, говорит о том, что основная внешнеэкономическая деятельность отечественных гигантов нефтепереработки и добычи полезных ископаемых ведется не через головные крупные предприятия, а посредством дочерних структур с численностью занятых до 250 человек. В этой связи можно предположить и существенное увеличение вклада МСП в ВВП по итогам 2012 г. в силу учета в статистике МСП внешнеторговых операций по статьям, связанным с экспортом продукции нефтехимической промышленности.

В Республике Беларусь, как и за рубежом, показатели производительности труда в секторе МСП существенно ниже, чем у крупных предприятий. Так, по итогам 2010 г., валовая добавленная стоимость в расчете на одного занятого в крупном бизнесе более чем в 1,5 раза превышала аналогичный показатель МСП: 40,6 против 26,1 млн руб (рис. 1). Аналогичным образом средняя производительность труда в расчете на одного занятого в крупном бизнесе по 27 странам ЕС превышает аналогичный показатель МСП в 1,4 раза [8]. Это, прежде всего, обусловлено эффектом масштаба, который не может быть задействован в полной мере на МСП. Конкуренцию крупному

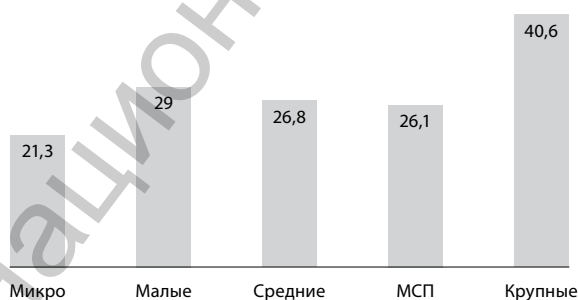
бизнесу МСП способны составить в создании инновационной продукции (работа небольших творческих коллективов), ряде видов деятельности сферы услуг (например, торговля, общепит), для которых характерны высокая трудоемкость и небольшой, минимально эффективный размер предприятия [9].

После внесения изменений и дополнений в нормативные правовые акты с целью приведения критериев субъектов МСП в соответствие с мировым опытом в этом вопросе необходимо четко установить приоритеты в политике государственной поддержки МСП. Приемлемой представляется имеющаяся в ПСЭР формулировка: «Основной целью государственной политики поддержки предпринимательства является создание наиболее благоприятных условий для его развития». Это соответствует мировому опыту в части наполнения разделов по развитию МСП, соответствующих прогнозных документов. Установление конкретных показателей за рубежом не практикуется по причине ограниченных возможностей влияния государства на малый и средний бизнес частной формы собственности. Ориентиром проводимой политики поддержки МСП в Беларуси может быть продолжение работы по улучшению позиции страны в ведущих мировых рейтингах (например, «Ведение бизнеса» Всемирного Банка). ■

### Литература

1. Беларусь и рынок. 2013, №11.
2. Шумпетер Й.А. Капитализм, социализм и демократия. – М., 1995.
3. Классики менеджмента. – СПб., 2001.
4. Юданов А. Гени национального бизнеса // Эксперт. – 2007, №16.
5. Электронный ресурс: www.america.gov
6. Деловая среда в Беларуси – 2006. – Группа Всемирного банка в Беларуси.
7. Зойдов К.Х., Моргунов Е.В., Биджамова К.В. Особенности эволюции малого и среднего инновационного предпринимательства кризисной экономики в постсоветском пространстве. – М., 2009.
8. Eurostat, Enterprise size class analysis of key indicators, non-financial business economy, EU-27. – 2008.
9. Eurostat, Business economy overview, Enterprise demography and size-class analysis, Table 1.13 Employment and apparent labour productivity, non-financial business economy, EU-25. – 2003.
10. Расчеты автора, по данным сборника «Малое и среднее предпринимательство в Республике Беларусь», 2011.

Рис. 1. ВДС в 2010 г., на одного занятого на предприятиях различных размерных классов, млн руб. [10]



# Финансирование инновационной деятельности в промышленности Украины

УДК 338.24.021.8; 338.242.2

Статистический учет инновационной деятельности, методологически согласованный с ключевыми положениями и требованиями соответствующих международных пособий, в Украине осуществляется с 1998 г. За прошедшее время его удалось в достаточной мере адаптировать и систематически реализовать только к объектам секций С, D и E классификации видов экономической деятельности Украины (далее КВЭД) – добывающей и обрабатывающей промышленности, производству и распределению электроэнергии, газа и воды. Дальнейший анализ данных, получаемых с использованием формы государственной отчетности №1-инновация, связан именно с этими объектами. В 2009 и 2011 гг. были произведены попытки расширения подхода и на некоторые другие секции КВЭД – оптовую торговлю, деятельность транспорта и связи, финансовую деятельность, деятельность в сфере информатизации, деятельность в сферах инжиниринга, геологии и геодезии, технические испытания. Однако результаты статистических обследований расходов предприятий на инновационную деятельность (в терминах украинской статистики – инновационных затрат) в настоящее время не комплиментарны получаемым традиционным путем.

Нужно отметить, что существуют трудности с применением универсальных признаков инновационной деятельности к конкретным производствам, обусловленные характером деятельности. Поэтому оценки со стороны респондентов связаны с субъективным восприятием и на практике чреваты ошибками наблюдения и квалификации. Это становится особенно заметным на уровне структурных разделов КВЭД, индикатором чего, в частности, является низкая инерционность значений финансовых показателей.

На рис. 1 графически представлена динамика инновационных затрат промышленных предприятий при их исчислении в текущих и постоянных ценах. В текущих ценах совокупный объем инновационных затрат за 1998–2011 гг. вырос в 12,191 раза

(с 1175,8 до 14 333,9 млн грн) при общем тренде к увеличению со средним темпом прироста 21,2%. Однако при пересчете в постоянные цены и оперировании граничными значениями интервала увеличение составило только 1,591 раза (с 535,09 до 851,33 млн грн) при среднем приросте 3,64%.

Отметим и сложную форму изменения этого показателя: если на протяжении 1999–2007 гг. затраты увеличились в 2,944 раза с достаточным высоким средним приростом в 14,5%, то впоследствии (в 2008–2010 гг.) тенденция резко изменила направленность. При этом уменьшение объема инновационных затрат в постоянных ценах началось уже в 2008 г. – начальном периоде финансово-экономического кризиса, когда цепной отрицательный прирост достиг 14,0% (и это несмотря на то, что в текущих ценах прирост их объема составил 10,8%). Максимальная их величина в рассматриваемом периоде была достигнута в 2007 г. и составила 1234,12 млн грн в постоянных ценах 1995 г. или 4863,38 млн долл. в ППС, а минимум наблюдался в крайне проблемном для финансовой системы страны 1999 г. – 419,15 млн грн или 1342,57 млн долл. в ППС. Таким образом, реальный разброс значений на всем интервале наблюдения составил 2,94 раза в национальной валюте и 3,60 раза в долларах в ППС. Несмотря на соображения о примате международной сопоставимости национальных процессов, нельзя не отметить, что применение метода пересчета в условно международную валюту в украинских условиях завышает оценку масштаба колебаний уровня финансирования. Хотя при этом зависимости значений по обоим показателям демонстрируют высокую меру коррелированности ( $r=0,980$ ), то есть общая картина динамики в случае замены существенно не искажается.

Важно признать, что принимаемые решения в первом десятилетии XXI столетия в сфере инновационного развития украинской экономики не позволили в достаточной мере создать условия для защиты национальной промышленности от влияния кризисных явлений. Так, ВВП Украины в 2009 и 2010 гг. оказался соответственно на 39,03 и 16,72%



**Игорь Булкин,**  
старший научный сотрудник Центра исследований научно-технического потенциала и истории науки НАН Украины, кандидат экономических наук



**Владимир Денисюк,**  
старший научный сотрудник Центра исследований научно-технического потенциала и истории науки НАН Украины, кандидат технических наук

ниже в сравнении со значениями 2008 г., а уровень объема затрат в 2010 г. вплотную приблизился к значению 2001 г. (552,42 и 520,22 млн грн в постоянных ценах 1995 г. соответственно), то есть разница составила всего лишь 6,2%.

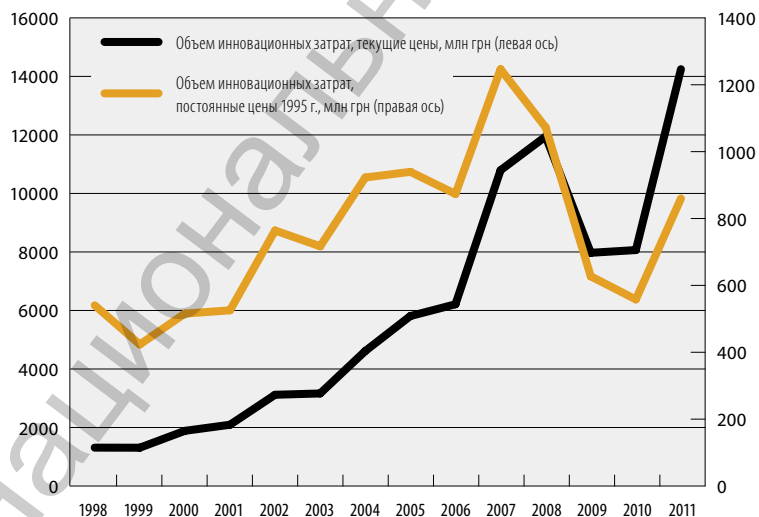
Сравнение динамики затрат в постоянных и текущих ценах, а также полиномиальных трендов, описывающих эти зависимости, позволяет определить и наилучшие для инновационной системы годы с точки зрения интенсивности их прироста. Это 2002 и 2007 гг., когда цепные приросты в постоянных ценах составили 45,4 и 42,7% соответственно.

Увеличение меры расхождения траекторий в 2008–2010 гг. при превышении второй траектории иллюстрирует противоположные, кризисные явления. В аспекте динамики влияние первой волны Мирового финансового кризиса проявилось в том, что уровень финансирования в 2009 г. сократился по сравнению с 2007 г. в текущих ценах на 26,5%, в постоянных ценах – на 48,8%, в пересчете на международный доллар в ППС – на 47,4%.

В 2010 г. соответствующие значения составили 25,6, 55,7 и 53,5%, то есть негативные явления в течение двух лет преодолены так и не были, они лишь затормозились. В 2011 г. в тренде финансирования инновационной деятельности произошло весьма парадоксальное, на первый взгляд, изменение: в посткризисной стагнирующей экономике был зарегистрирован рекордный за весь период наблюдения объем инновационных затрат в текущих ценах. Однако при исчислении значения показателя в постоянных ценах рекордное значение 2007 г. все же устояло, превосходящими уровень 2011 г. оказались и объемы вложений в 2004–2008 гг. Значения показателей роста затрат продемонстрировали нехарактерную для экономики Украины эластичность. Если в текущих ценах цепной рост в 2010–2011 гг., составивший 1,782 раза, имеет аналог в 2006–2007 гг. (1,757 раза), то в постоянных ценах он оказался уникальным – 1,541 раза, и это после серии отрицательных предшествующих значений в 0,860 (2007–2008 гг.), 0,585 (2008–2009 гг.) и 0,890

Рис. 1. Динамика уровня инновационных затрат в промышленности Украины

Источник: авторский расчет на основе Базы данных Государственной службы статистики Украины



(2009–2010 гг.) раза. Близкими по масштабу являются изменения в 2001–2002 гг. и в 2006–2007 гг. Возможное объяснение прецедента опирается на то обстоятельство, что прирост с уменьшенной базы обеспечить сравнительно легче, нежели интенсифицировать долгосрочное поступательное развитие (так называемый феномен дозагрузки экономики). Однако в украинской экономике в 2010–2011 гг., на наш взгляд, так и не появились весомые проинновационные по характеру факторы развития, действующие на уровне всей промышленности, что требует рассмотрения ситуации на уровне ее структурных элементов.

На рис. 2 интенсивность инновационных затрат соотнесена с объемом реализованной продукции. При этом мы исходили из нулевой гипотезы: соотносятся данные одних и тех же лет без учета временного лага между осуществлением вложений в инновации и получением от них экономической отдачи (величина лага, безусловно, отлична от нуля, но ее обоснованные оценки на макроуровне в научной литературе отсутствуют). Параллельное рассмотрение рис. 1 и 2 позволяет обнаружить синхронность динамики объема инновационных затрат в постоянных ценах с их долей в конечной продукции на интервале 2003–2011 гг. ( $r=0,951$ ). В 2010 г. после трех лет снижения величина доли упала до 0,915% – наихудшего значения на всем временном интервале. Это свидетельствует о том, что в этот период инновационные затраты в стране выступили скорее статьей экономии предприятий при решении задач стабилизации их финансового положения, а не рычагом модернизационного влияния. Противоположная ситуация имела место в 1999–2002 гг., когда очень существенный прирост доли (до 1,678% или на 0,587 п. п.) сопровождался оживлением промышленного производства (рост которого в постоянных ценах составил 17,2%), то есть вложения в инновационную деятельность осуществлялись в опережающем режиме. В дальнейшем, ввиду резкого роста объема конечной продукции (на 45,2% за 2 года), доля инновационных затрат «просела» до 1,3–1,5%. Тем не менее, благодаря интенсификации финансирования в 2007 г. удалось достичь пикового значения показателя (1,811%). Этот факт особенно важен тем, что в 2003–2007 гг. произошло увеличение объема реализованной продукции в 1,278 раза в постоянных ценах, то есть рекорд вложений в инновации состоялся относительно максимальной по уровню базы, что наиболее сложно и поэтому ценно.

В 2011 г. цепное увеличение выпуска промышленной продукции составило 7,6%, однако в отличие от предшествующего года при этом также возросла и доля в ней инновационных затрат, причем прирост составил 0,375 п. п. Исторические аналоги изменения подобного масштаба имели место только в 2002 и 2007 гг., когда были достигнуты годовые приросты соответственно на 0,384 и 0,466 п. п. На первый взгляд, это, безусловно, положительный результат, поскольку по формальным признакам произошло

соединение количественного (рост объема реализации) и качественного развития (рост инновационных затрат обогнал темпы восстановления промышленного сектора). Однако не будем забывать, что речь идет о характеристиках по промышленности в целом. К тому же уровню 2011 г. уступали лишь значения доли затрат в послекризисные 1999, 2009 и 2010 гг., то есть позитивность изменений следует трактовать с осторожностью.

Поскольку инновационные затраты по своей природе являясь элементом добавленной стоимости, их оправданно сопоставить и с соответствующим агрегатом иерархически более высокого уровня – валовым внутренним продуктом. Исторический максимум в соотношении объемов инновационных затрат в промышленности и ВВП был установлен также в уже неоднократно упомянутом 2007 г. – 1,501%, а минимум – 0,735% ВВП – был достигнут 3 года спустя. Незначительные отклонения траекторий показателей долей инновационных затрат в реализованной продукции и ВВП между собой ( $r=0,949$ ) обусловлены постепенным уменьшением доли промышленного производства в ВВП Украины, а также колебаниями доли добавленной стоимости в структуре промышленного выпуска.

Однако главным, что отражает рис. 2, являются аномально резкие колебания доли затрат национальных субъектов хозяйствования в затратах в 2009–2011 гг. Так, сокращение доли в 2009–2010 гг. составило более 29 п. п., что позволяет по-новому охарактеризовать масштабы кризиса в инновационной сфере, если построить рассуждение именно в плоскости национальной политики. Если учесть, что доля национальных источников в 2007 г. превышала 97% (то есть почти все финансирование производилось из национальных источников), то снижение значений долей инновационных затрат национальных субъектов относительно объемов промышленной продукции и ВВП в 2008–2010 гг. составило соответственно 1,112 и 0,941 п. п. – то есть почти две трети от значений 2007 г. С точки зрения внешнего наблюдателя глубина кризиса была заретуширована позитивным приростом в 2010 г. объемов промышленной реализации и ВВП, но в инновационном аспекте он оказался сопоставимым с трендами процессов в середине 1990-х гг. (более точная оценка невозможна по причине отсутствия учета инновационных затрат в этот период).

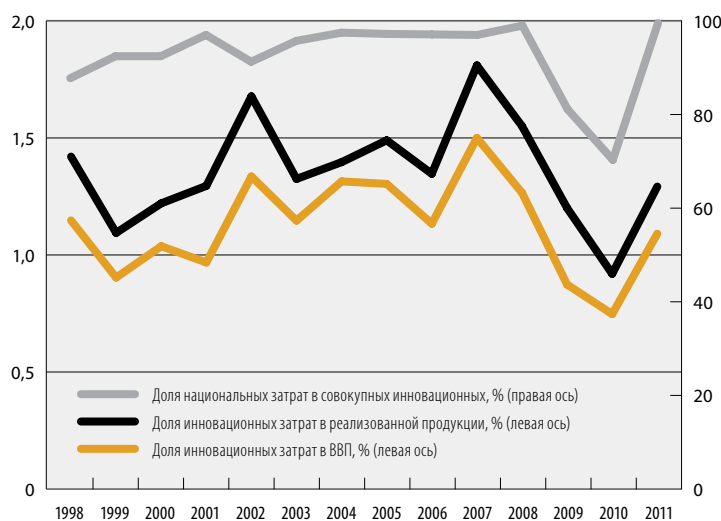
Уникальность ситуации в 2010 г. состояла и в том, что совокупный объем инновационных затрат (то есть без учета признака происхождения источников их финансирования) уступил уровню финансирования технологически связанной с ней (но далеко не тождественной, хотя и широко применяемой для характеристики инноваций) научно-технической деятельности. В 2004–2009 гг., несмотря на различную динамику изменения ВВП, инновационные затраты в промышленности всегда превышали совокупные научно-технические расходы (причем в случае последних принимались в рассмотрение

не только расходы по «промышленным» секциям классификации, а по всем учитываемым структурным элементам КВЭД). Таким образом, уровень финансирования инновационной деятельности в Украине оказался более чувствительным к экономическим осложнениям последних лет (в том числе и последствиям вступления в ВТО) в сравнении с научно-технической, в отношении которой сохраняется потенциальная возможность активизации прямой бюджетной поддержки.

Изменения, которые произошли в 2011 г., оказались непростыми для интерпретации. И сложность здесь не только в масштабе неожиданно высокого положительного прироста доли инновационных затрат в реализованной продукции и ВВП (соответственно на 0,375 и на 0,354 п. п.). Вопрос имеет верификационный характер и касается происхождения информационной базы, отражающей источники финансирования инноваций. В частности, на наш взгляд, в стране отсутствуют значимые основания для радикального сокращения доли иностранных источников в финансировании инноваций – факта, вытекающего из обработки данных Государственной службы статистики Украины. Если в 2010 г. объем иностранных капиталовложений в текущих ценах достигал 2411,4 млн грн (исторический максимум и в текущих, и в постоянных ценах), то в 2011 г. они сократились до 56,9 млн грн, а падение при расчете в постоянных ценах составило 48,5 раза. При этом почти полная ликвидация иностранных поступлений на уровне промышленности в целом была с перекрытием компенсирована из национальных источников, доля которых достигла рекордных 99,6%. Принимая во внимание поступательное увеличение иностранного финансирования в 2001–2010 гг., ситуация в 2011 г. может быть объясненной проявлением дефекта системы учета инновационной деятельности в аспекте обеспечения достоверности первичных данных. Так, в 2009–2011 гг. в разрезе финансирования инноваций за счет собственных средств предприятий наблюдалось поступательное снижение доли источника с 65,02 до 52,92%, анало-

Рис. 2. Динамика избранных параметров инновационных затрат в промышленности относительно ВВП и объема реализованной продукции

Источник: авторский расчет на основе Базы данных Государственной службы статистики Украины



гичные по направленности процессы, но в меньшем масштабе, происходили с финансированием за счет средств государственного бюджета и отечественных инвесторов. Однако при этом в 2010–2011 гг. произошел неожиданный «всплеск» роли банковского кредитования – с 7,78 до рекордных 38,30% (превысив уровень 2008 г. на 4,58 п. п.), а также «других» источников – с 1,34 до 6,94%. Таким образом, в структуре финансирования эти источники практически скомпенсировали падение роли иностранных вложений с 29,97 до 0,40%. Мы не являемся противниками привлечения кредитных средств (хотя в свете событий конца 2008 г. полагаем избыточной их величину структурной доли), однако произошедшее замещение не объясняет причину фактически бегства иностранного капитала из инновационной сферы. Отметим, что в статистике научно-технической деятельности ничего подобного с интенсивностью иностранных поступлений не произошло: естественная инерционность процессов в крупной социальной системе нашла свое корректное отражение и в информационной проекции.

Исследование инновационных затрат на уровне промышленности в целом имеет естественные ограничения, связанные с процедурами обобщения и усреднения информации. Поэтому обратим внимание на тенденции на уровне структурных элементов промышленности, учитываемых КВЭД, для чего ограничим временной интервал до 2001–2011 гг. (раньше в Украине для отражения структуры экономики с 1978 г. применялся Общий классификатор отраслей народного хозяйства с совершенно отличной организацией) и сфокусируемся на рассмотрении процессов в призме секций КВЭД (рис. 3).

Главной причиной, стимулировавшей резкое увеличение инновационных затрат в 2011 г., стало начало строительства экспериментальных установок ветряной энергетики в АР Крым. Именно благодаря этому вклад производства электроэнергии, газа и воды (секции Е) достиг 5,03 млрд грн и в постоянных ценах превзошел уровень предыдущего года в 44,6 раза! Дополняя оценку его масштаба, учтем, что

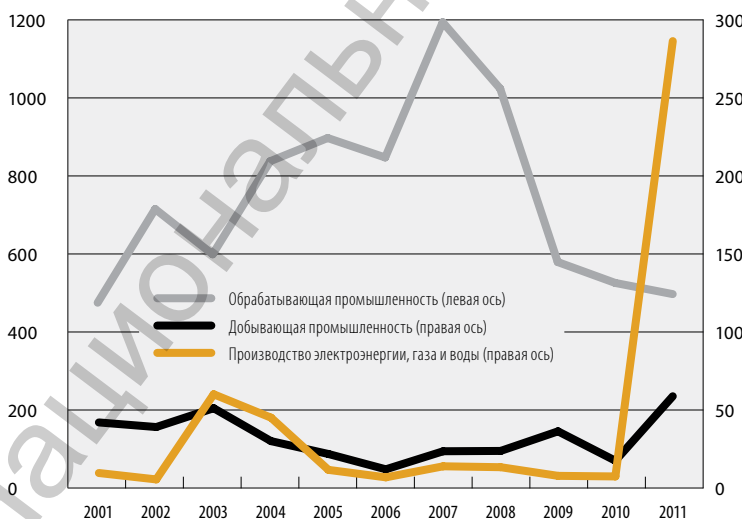
совокупный прирост объема вложений в 2010–2011 гг. составил 6,29 млрд грн, из которого 4,93 млрд грн было произведено за счет секции Е, 0,74 млрд грн – добывающей промышленности (секции С) и только 0,62 млрд грн – обрабатывающей промышленности (секции D) со всем многообразием массива ее структурных элементов. То есть при элиминировании «скачков» в секциях С и Е прирост объема инновационных затрат должен был составить всего лишь 7,66% в текущих ценах, а в постоянных он оказался бы отрицательным, равнясь -5,84%.

Не отрицая полезность решения энергетических проблем страны и перспективы развития нетрадиционного (для индустриальной эпохи) направления энергетики, считаем необходимым пересмотреть сомнительную практику отнесения инвестиций по крупным проектам капитального строительства на инновационные затраты. В противном случае любые нетипичные вложения (а в отечественной практике это первый прецедент такого рода) будут раздувать объем инновационной активности – в прямой зависимости от настойчивости и ангажированности лиц, предоставляющих первичную отчетность. Тем более что до 2007 г. в Украине при исчислении объема затрат учитывались только те инвестиции предприятий в приобретение средств производства, которые были связаны с осуществлением инноваций. Позднее это условие было снято, поэтому инновационными стали признаваться все затраты предприятий по приобретению основных фондов и программного обеспечения. Исторически в секции Е присутствовала выраженная дискретность характера вложений в инновационную деятельность: после «всплеска» значений обычно следовали несколько лет с объемами затрат меньшими его в несколько раз. Более того, наблюдались колебания с порядковым разбросом значений в постоянных ценах (до 13,1 раза в 2002–2003 гг.), однако рост в 2010–2011 гг. стал уникальным явлением среди всех секций промышленности. Отметим и крайнюю нетипичность превышения объема цепного прироста в секции С над приростом в обрабатывающей промышленности, которое также было обеспечено за счет ускоренного обновления средств производства (прежде всего в Донецкой области), доля которого превысила 83% от совокупных инновационных затрат по добывающей промышленности (а в добыче угля дошла до уровня 91,6%). При использовании «старого» порядка расчета объема инновационных затрат прецедент столь бурного характера динамики скорее всего бы не состоялся.

При рассмотрении параметрического ряда без учета особенностей 2011 г. получались совершенно другие выводы: анализ динамики структурных сдвигов в разрезе секций КВЭД свидетельствовал об абсолютном доминировании обрабатывающей промышленности, суммарная доля которой колебалась в диапазоне 84,1% (2003 г.) – 98,0% (2006 г.). То есть, с одной стороны, ошибка от замены основного объекта анализа обрабатывающей промышленно-

Рис. 3. Динамика уровня инновационных затрат по секциям промышленности, постоянные цены 1995 г., млн грн

Источник: авторский расчет на основе Базы данных Государственной службы статистики Украины



стью вплоть до 2011 г. не являлась слишком принципиальной. С другой стороны, развитие добывающей промышленности и производства электроэнергии, газа и воды долгое время осуществлялось на минимальном уровне инновационной обеспеченности: в частности, доля инновационных затрат в объеме реализованной продукции по секции С только однажды достигла уровня в 1%, а максимум по второй составил только 0,67% (в обоих случаях – в 2003 г.). Для сравнения: в обрабатывающей промышленности значение показателя в фармацевтическом производстве в том же году продемонстрировало 6,11%, а в создании авиакосмической техники – 12,61%. Поэтому исключение из рассмотрения секций С и Е и связанной с их развитием проблематики содействовало бы закреплению негативной тенденции. События 2011 г. подтвердили правомерность этого тезиса: если в 2010 г. уровень затрат в добывающей промышленности в постоянных ценах составлял лишь 40,3% от уровня 2001 г., то в 2011 г. он вырос уже до 140,9%, то есть и этой секции свойственна импульсно-дискретная модель вложений в инновационную деятельность, но с более умеренными (в сравнении с секцией Е) масштабами колебаний. Доля инновационных затрат в объеме реализованной продукции в секции Е выросла за год с 0,07 до 2,60%, а секции С – с 0,26 до 0,77%. Именно этим объектам экономика в 2011 г. была обязана общим повышением доли инновационных затрат до уровня 1,29%, вплотную приблизившись к уровню 2003 г. Тем не менее, мы считаем должным указать на ограниченность потенциала роста значения, поскольку в 2012 г. с объемом реализации уже будут соотноситься инновационные затраты, лишённые «начинки» в лице крупных разовых капиталовложений, а значит количественно меньшие.

Характеризуя тенденции финансирования инновационной деятельности в секции D, обратим внимание на несколько моментов. В 2001–2007 гг. украинская обрабатывающая промышленность продемонстрировала достаточно интенсивное развитие: в частности, ее объем реализованной продукции вырос в постоянных ценах в 1,778 раза, опередив соответствующее изменение ВВП (в 1,557 раза), добывающей промышленности (в 1,158 раза) и производства электроэнергии, газа и воды (1,683 раза). Впоследствии, под влиянием сокращения спроса, базовый индекс роста в 2011 г. составил только 1,590 к уровню 2001 г. (по промышленности в целом – 1,640), то есть сокращение производства в обрабатывающей промышленности в 2008–2011 гг. (на 14,85% относительно уровня 2007 г.) оказалось большим, чем в секциях С и Е, в которых докризисный уровень к 2011 г. был уже почти восстановлен.

С точки зрения доли инновационных затрат в объеме промышленной реализации уровень секции D в 1,170–1,344 раза превышал среднее значение по промышленности в целом, причем это происходило на всем временном интервале наблюдения, за исключением, опять же, ситуации в 2011 г., когда

он уступил среднему на 18,2% (то есть динамика по этой секции КВЭД ранее определяла общее значение по всей промышленности). Однако в 2007–2011 гг. произошло радикальное сокращение объема затрат в 2,425 раза в постоянных ценах, в результате чего к концу периода тренды по промышленности в целом и по секции D приобрели противоположную направленность. Именно обрабатывающая промышленность на уровне секций КВЕД стала проблемным объектом инновационной политики, причем кризис в ней длится уже на протяжении 4 лет, а процесс сокращения инновационных затрат в 2010–2011 гг. лишь снизил свои темпы (до -5,5%). С феноменологической точки зрения при анализе секции отсутствует принципиальное расхождение между экономической реальностью и ее статистическим отражением: динамика процесса вполне инерционна. Характеризуя проблемность положения, обратим внимание и на то, что в 2011 г. объем реализованной продукции обрабатывающей промышленности увеличился в сравнении с 2009 г. на 23,2% в постоянных ценах, то есть рост произошел благодаря действию преимущественно неинновационных факторов. Укрепление такой модели экономического роста снижает актуальность наращивания вложений в технологические инновации.

Таким образом, можно сделать ряд выводов. Интенсивность инновационной деятельности в украинской промышленности оказалась необычайно чувствительной к влиянию Мирового финансового кризиса, причем масштабы ее сокращения в 2008–2010 гг. оказались сопоставимыми с негативными событиями середины 1990-х гг. Обрабатывающая промышленность в целом (именно в целом, так как на более низких уровнях агрегации проявляются индивидуальные особенности входящих в нее объектов, а значит и расхождения в динамике) в 2006–2011 гг. уже не выступает приоритетом в активизации инновационной деятельности и в решении задач масштабного технологического перевооружения отечественного производства, что иллюстрирует сокращение в этот период доли секции D в общей структуре промышленности в аспекте инновационных затрат почти на 40 п. п. (с 98 до 58,01%). Выявленный характер отличий в динамике объемов финансирования промышленности, рассчитываемых в постоянных и текущих ценах, свидетельствует об актуальности проведения указанных сравнительных расчетов для повышения объективности оценок интенсивности инновационных процессов. ■

# Модернизация как национальный проект Республики Беларусь

Модернизацию национальной экономики нельзя сводить исключительно к задачам технико-технологического обновления конкретных отечественных организаций. Достижение глобальной конкурентоспособности немислимо без создания для наших предприятий тех же условий хозяйствования, что и у зарубежных конкурентов. Это, в свою очередь, задача уже для всей страны, включая отечественную кредитно-денежную, банковскую системы.

**К**ак известно, побеждать конкурентов можно по-разному. С одной стороны, и это очевидный подход, нужно научиться работать лучше, качественнее, эффективнее. С другой стороны, что, кстати говоря, требует гораздо меньше сил и затрат, можно направить конкурентов по ложному следу, порой самоубийственному пути развития. Именно это, например, было сделано с Советским Союзом: ему извне была навязана конкурентно-рыночная дезинтеграция народно-хозяйственного комплекса, в то время как ведущие западные страны избрали диаметрально противоположную, интеграционную (например, в рамках того же



**Валерий Байнев,** профессор кафедры менеджмента Белорусского государственного университета, доктор экономических наук, профессор

Евросоюза) доктрину развития, о чем мы уже писали на страницах журнала [1]. Подобной системой наукообразных взглядов является концепция перехода к постиндустриальному обществу, который нередко истолковывают лишь как тенденцию резкого падения роли промышленности и индустрии на фоне возрастания значимости сферы услуг. Вместе с тем непредвзятый анализ показывает, что нынешние кризисные процессы в мировой экономике во многом обусловлены происходящей в развитых странах сменой технологических укладов. По мнению советника российского президента академика Сергея Глазьева, в становление нового, шестого по счету, технологического уклада лидеры мировой экономики уже вложили до 80% всех своих антикризисных денег, что эквивалентно триллионам долларов, в том числе изъятых из прочих сфер экономики. Этот, во многом закономерно болезненный процесс развития шестого технологического уклада (ядро которого составляют нано-, био-, информационные, коммуникационные и другие высокие промышленные технологии, требующие колоссальных инвестиций), собственно, и воспринимается как глобальный кризис.

Данный комплекс высокотехнологичных промышленных от-

раслей растет с темпом 35% в год, а к концу десятилетия он выйдет на долговременное устойчивое развитие с годовым показателем 20–25%. Иными словами, мир вступает не в постиндустриальную, а в неоиндустриальную эпоху. Это объективно обуславливает злободневность модернизации национальных экономик стран, рассчитывающих остаться в когорте технологически развитых держав.

В Беларуси, которая в отличие от многих соседей сохранила доставшийся в наследство от СССР промышленный комплекс, хорошо понимают значение этих глобальных тенденций. В Послании Президента белорусскому народу и Национальному собранию сказано: «Нынешний этап социально-экономического развития особый. Он требует ускоренных темпов этого процесса, процесса модернизации. Дело в том, что происходящая в настоящее время смена доминирующих технологических укладов открывает «окно возможностей» для успешного выхода на новую волну экономического роста... И мы должны таким опытом воспользоваться». Как результат, модернизация белорусской экономики обозначена в Послании в качестве одного из трех национальных проектов, призванных обновить страну и обеспечить ей путь к успеху и процветанию.



Вместе с тем важно обратить внимание на следующее принципиальное обстоятельство – придание модернизации статуса нацпроекта обязывает к активному участию в нем всей страны, а не только конкретных предприятий. Иными словами, теперь мы не просто должны требовать от отечественных производственных организаций мировой конкурентоспособности, но и обязаны создать им условия хозяйствования, не менее комфортные, чем те, в которых работают их зарубежные конкуренты. Среди объективных факторов – худшие природно-климатические условия, чего достаточно для того, чтобы даже западные корпорации с их технологиями, приди они в Беларусь, Россию, Украину, сделались принципиально неконкурентоспособными [2]. Эта особенность серьезно обесценивает концепцию свободной рыночной экономики, при этом ситуация усугубляется тем, что некоторые западные ТНК имеют финансовые обороты, в разы превосходящие ВВП всей Беларуси. На наш взгляд, эти факты исчерпывающе объясняют принципиальную позицию белорусского руководства, которое ограничивает рыночную стихию и тем самым не отдает отечественные предприятия на избиение западным мегакорпорациям. В этих условиях исключительно важно оставаться принципиальными до конца и не подставить народное хозяйство под секиру приватизации для измельчающего расчленения. Нужно всемерно укреплять интегрирующую роль государства, превращая всю страну в подобие единой ТНК – пусть и не столь экономически мощной, как, положим, General Motors, однако способной хоть как-то соперничать с мегафирмами [3].

К сожалению, условия хозяйствования в постсоветских странах, включая Беларусь, усугубляются и некоторыми рукотворными факторами. Сегодня ведущие западные корпорации, в отличие от субъектов хозяйствования стран бывшего СССР, не испытывают недостат-

ка в деньгах для осуществления технико-технологической модернизации. Так, в программе «Петербургского международного экономического форума – 2013» по существу этой проблемы было сказано, что «международные корпорации из списка S&P 500 имеют сегодня резерв финансовых средств в размере 1,2 трлн долл., а для Европы соответствующий показатель составляет более 3 трлн долл., процентные ставки на рекордно низком уровне».

Действительно, в рамках борьбы с кризисом ставка рефинансирования снижена в США с 6 до 0,25%, в ЕС – с 4 до 0,75%, в Японии – до 0,1%. Как отмечают специалисты, денежные власти западных стран используют беспрецедентные, ранее не применявшиеся меры борьбы с кризисом. Они обеспечивают масштабные поступления ликвидности в свою экономику (в основном за счет работы «печатного станка»), а их цена в 2–5 раз ниже инфляции, то есть организации кредитуются под отрицательные реальные процентные ставки [4].

Российские, украинские, белорусские предприятия традиционно испытывают хронический дефицит финансовых средств не только для нужд модернизации, но и для текущей деятельности. Наши денежные власти, в кризисные годыкратно поднявшие ставку рефинансирования и поддерживающие ее на уровне, заметно превышающем рентабельность производственных предприятий, опыт технологически развитых стран не применяют.

В связи с этим вполне понятна тревога экономистов по поводу принципиальной невозможности создания для отечественных предприятий тех же условий, что и у их зарубежных конкурентов. Так, Сергей Глазьев заявил, что «если не будет создана своя схема денежного предложения под низкий процент долгосрочных кредитов, то наши предприятия станут неконкурентоспособны, потому что сегодня на Западе и Востоке – в Китае, Японии – нет проблемы получения предприя-

ями дешевых денег на длительные сроки» [5]. Традиционные ссылки на инфляцию, которая якобы не позволяет обеспечить поступление необходимых финансовых ресурсов в национальную экономику и тем самым снизить ставку рефинансирования, сегодня не выдерживают критики. В последние годы появились научные исследования, свидетельствующие, что антиинфляционные меры, предпринимаемые нашими денежными властями, не только не подавляют рост цен, но наоборот, стимулируют инфляцию.

Так, тщетно реализуемое в постсоветских странах на протяжении вот уже двух десятилетий сжатие национальной денежной массы по рекомендациям МВФ и других аналогичных организаций способствует росту цен [6]. Наши банкиры, традиционно ссылающиеся на высокую инфляцию как на причину большого ссудного процента, лукавят, ибо на практике все происходит с точностью до наоборот [7]. Непомерно высокий ссудный процент, лежащий в основе доходов банкиров, многократно входя в себестоимость и, соответственно, в цену конечной продукции, является первоисточником роста цен.

1 марта 2013 г. на заседании Совета Министров Президент, говоря о проблеме финансирования модернизации, жестко потребовал: «На сегодняшний день ставки по кредитам в белорусских рублях являются неподъемными для предприятий. В то же время все видят, что банки в этой ситуации далеко не бедствуют. Пришла пора повернуть банковскую систему лицом к экономике» [8]. Так, в 2012 г. около 130 тыс. зарегистрированных в Беларуси организаций заработали в общей сложности 73,4 трлн руб. чистой прибыли, в то время как 32 белорусских банка (0,025% от общей численности организаций) получили 5,4 трлн руб. (7,4% всей чистой прибыли), что в среднем едва ли не в 300 раз превышает аналогичный показатель небанковской организации. И это при том, что банкам

Таблица 1. Кописанию «эффекта рыночной дискриминации производителя»

Источник: [9, с. 53].

Субъект хозяйствования	Длительность оборота оборотных средств, дни	Норма прибыли, %	Инфляция, % в год	Стоимость кредита, % в год	Реальная прибыль через 120 дней, %
Промышленное предприятие	120	10	12	20	-0,8
Торгово-посредническая фирма	30	10	12	20	+34,2

нет особой нужды заботиться о росте цен на сырье и энергоресурсы, обслуживать и обновлять десятки наименований сложного технологического оборудования, решать бессчетные проблемы многочисленного, представленного сотнями разных профессий персонала и т.п.

Столь впечатляющие результаты обусловлены монополией банков на управление деньгами всей страны, позволяющей банкам присваивать специфический доход – банковскую ренту [7]. Благодаря этим преимуществам даже в кризисный 2011 г., когда заметно «буксовала» национальная экономика, совокупная прибыль белорусских банков выросла почти на 75%.

Итак, придание модернизации статуса национального проекта заставляет нас по-новому взглянуть на многие устоявшиеся и, казалось бы, очевидные вещи. Прежде всего, необходимо критически переосмыслить базовые принципы монетарной, кредитно-денежной, антиинфляционной, промышленной политики, которые должны реализовываться не по рецептам западных конкурентов. В частности, требует изучения и решения проблема вопиющих хронических отклонений ключевых параметров функционирования нашей кредитно-денежной сферы от общепринятых в развитых странах норм. Имеются в видукратно заниженные коэффициент монетизации экономики, обменный курс национальной валюты, а также непомерно высокая стоимость кредитных ресурсов, о чем периодически остро ставился вопрос как в зарубежных, так и отечественных публикациях, в том числе на страницах журнала [4–7, 9, 10].

Еще одной фундаментальной проблемой функционирования белорусской банковской системы, также лишаящей страну возможностей для полноценной модернизации, является «вымывание» при посредничестве банков оборотных средств производственных предприятий в сферу обмена. Данный «эффект рыночной дискриминации производителя», детально изученный белорусским экономистом Вячеславом Винником, наглядно проиллюстрирован таблицей 1. Из ее данных, в частности, видно, что при прочих равных условиях торгово-посреднические фирмы в условиях свободного рынка имеют существенно более высокую прибыль, что обеспечивает им преимущества при доступе к дорогостоящим кредитам и переоцененной валюте. Благодаря этой особенности либеральная банковская система выполняет функции своеобразного «насоса», методично выкачивающего оборотные средства производственных организаций и зарабатываемую ими валюту в сферу обмена.

По мнению Вячеслава Винника, решение данной проблемы возможно на пути организации двух своеобразных рыночных площадок, одна из которых объединит производителей, реализующих продукты своего труда и интеллекта. Другая же площадка должна интегрировать тех, кто научились только тратить валюту на ввоз импорта и распространение результатов чужого труда и интеллекта внутри страны.

Стати, аналогичная схема, подразумевающая наличие двух специализированных банковских подсистем, целенаправленно ограничивающих описанное «вымывание» ресурсов и тем самым

обеспечивающих их концентрацию на модернизации производственного сектора экономики, использована США и Германией для выхода из Великой депрессии, послевоенной Японией, современным Китаем. Думается, белорусский Банк развития должен учесть их опыт и стать той самой «рыночной площадкой», которая объединит и защитит тех, кто зарабатывает своим трудом и интеллектом и чье обновление для страны необходимо в первую очередь.

В любом случае, двум отечественным институтам экономики за двадцатилетие неутомимой, однако почти безрезультатной борьбы с инфляцией по западным типовым монетаристским рецептам необходимо всерьез задуматься над этими проблемами и способами их решения. Без этого, в общем-то, новая для нас и безусловно прогрессивная идея модернизации обречена на ту же судьбу, что и длящаяся на постсоветском пространстве вот уже два десятилетия разговоры об инновациях, инновационных системах, инновационном менеджменте, инновационном прорыве. ■

## Литература

1. Байнев В.Ф. Интеграция вместо конкуренции // Наука и инновации. 2010, №5 (87).
2. Паршев А.П. Почему Россия не Америка. – М., 2001.
3. Кизима С.ТНК «Беларусь» // Белорусская думка. 2009, №8.
4. Ершов М. Условия финансово-кредитной конкурентоспособности России после вступления в ВТО // Экономист. 2013, №5.
5. Стрельцова О. Начало пути // Сайт газеты «Завтра». 2013, №6. Электронный ресурс: <http://zavtra.ru/content/view/full/nachalo-puti-2013-02-06-000000/>.
6. Глазьев С. О практической количественной теории денег, или Сколько стоит догматизм денежных властей // Вопросы экономики. 2008, №7.
7. Катаронов В.Ю. О проценте ссудном, подсудном, безрассудном. Хрестоматия проблем «денежной цивилизации». – М., 2011.
8. Заседание Совета Министров «Об итогах социально-экономического развития Республики Беларусь за 2012 год и задачах на 2013 год». Электронный ресурс: <http://president.gov.by/press142646.html#doc>.
9. Белорусский путь / под ред. О.В. Пролесковского и Л.Е. Криштоповича. – Мн., 2012.
10. Байнев В.Ф. Красный свет для инноваций // Наука и инновации. 2011, №6.

# «Зеленый» сценарий модернизации

«Зеленая» стратегия, о которой все чаще говорят и политики, и экономисты заключается в том, чтобы повернуть промышленность, что называется, лицом к природе. И в соответствии с этим найти новые подходы и инструменты для привлечения инвестиций в более чистые производства, модернизацию, создание и мультипликацию экологических технологий, обучение и подготовку специалистов. О том, как этот процесс осуществляется в Польше, наш разговор с Игорем МИТРОЧУКОМ, профессором Академии Леона Казьминского (Варшава).



– «Зеленая» промышленность – это стратегия, которая концентрирует внимание всех государств на трех главных направлениях. Во-первых, ресурсоэффективность и более чистые производства, что обусловлено ограниченными жизнеобеспечивающими возможностями мировой экосистемы, в то время как потребности людей, живущих на планете, растут. В среднем каждому ее жителю необходимо в три раза больше ресурсов, чем она может дать. Во-вторых, деятельность человека все больше ведет к

тотальному загрязнению биосферы. Поэтому так актуально создание механизмов стимулирования инвестиций в разработку и использование экологически чистых технологий. Тут важна политическая и финансовая поддержка государственного и частного секторов – тех, кто развивает высокотехнологичный сегмент производства товаров и услуг, выводит на рынок инновационные природоохранные технологии, в том числе по переработке высокотоксичных отходов. И в-третьих, включение в этот процесс высококвалифицированных кадров,

экспертов, которые занимаются формированием системы экологического образования и воспитания молодежи. На самом деле существующая ныне модель развития «Прибыль любой ценой, а после нас хоть потоп» порочна. Назрела острая потребность в смене парадигмы, которая строилась бы на понимании экологических пределов устойчивого функционирования системы «природа – общество» и принятии соответствующих ограничений в освоении человеком богатств Земли.

**– Однако масштабы «зеленого» сектора мировой экономики сравнительно невелики.**

– Да, пока это так, но для него характерны исключительно быстрые темпы развития. В США «зеленая» экономика дает продукции и услуг более чем на 600 млрд долл., то есть 4,2% ВВП, при количестве занятых в ней 3 млн чел., в Японии – соответственно 3,4% и примерно 1,5 млн чел., в странах ЕС в целом – 2,5% совокупного ВВП и свыше 3,4 млн чел. В отдельных странах эти показатели еще выше, в Германии – порядка 4,8%, плюс к этому их мировое лидерство в экспорте экологически чистых товаров и услуг, в частности, им принадлежит более 12% мировой торговли оборудованием по сохранению климата.

Так что перспективы «зеленого» роста практически всех отраслей экономики, в том числе и в

Польше, высоки, особенно если учесть тот факт, что этот процесс набирает обороты в энергетике, прежде всего альтернативной. Что касается ближайшего десятилетия, то его значение еще больше усилится.

**– В качестве фундамента этого движения выступает модернизация экономики, и особенно ее энергетического базиса. Чем это обусловлено?**

– На протяжении всей новейшей истории энергетика играет стратегическую роль в обеспечении безопасности государств на всех уровнях: национальном, региональном и международном. Не последнее место занимает и фактор глобального изменения климата, обусловленный ростом концентрации в атмосфере парниковых газов, что международным климатологическим сообществом напрямую связывается с техногенными выбросами, в первую очередь объектов энергетики. Так что приоритет однозначно будет за технологической модернизацией, и прежде всего – в реальном секторе экономики, где должно произойти снижение энергоемкости производств.

**– Многие страны надеются, что через модернизацию они смогут осуществить переход экономики к новому технологическому укладу, который наряду с повышением эффективности производств и конкурентоспособности обеспечит улучшение среды проживания. Насколько оправданы такие ожидания?**

– Модернизация – это обновление. И шестой технологический уклад, к которому стремятся многие, означает вхождение в эпоху экологически чистой энергии и стремительного роста энергоэффективности производств. В этом процессе огромна роль социально-политического фактора, связанного с отношением общества и государства к такому глобальному изменению. Многое также зависит от скорости модернизации. Не секрет, что любые перемены – всегда сложный и длительный процесс. Для того чтобы их осуществить и привести экономику к новому укладу, государствам следует принимать во внимание особенности технологического развития, доминирующего у них, и направлять усилия на те сферы, которые приведут к активному развитию технологий нового уровня. Не все так просто. Польша уже вступила на этот путь, придерживаясь конкретных директив ЕС, которые содержат как эффективные экономические механизмы воздействия на использование экологических инновационных технологий, так и методы материального стимулирования и даже принуждения.

**– Что в этой части предпринимается польским правительством?**

– Скажу только о работе Министерства окружающей среды Польши, при котором действует Фонд защиты окружающей среды, аккумулирующий средства на поддержку экологических программ, на улучшение среды обитания. Пред-

приятия, использующие инновационные, экологические технологии, получают субсидии со стороны государства на то, чтобы заниматься ими. Размеры поддержки зависят от вида производств и прочих требований и не могут превышать 30% от стоимости проекта, остальные средства предприятие обязано вложить само. Объем такой финансовой помощи колеблется в пределах от 100 тыс. до 12 млн евро. Однако государство намерено оказывать больше влияния на внедрение технологий, повышающих эффективность их деятельности и, соответственно, выгоду для потребителей и общества в целом. Прорабатываются такие рыночные механизмы, которые позволят перейти от простых субсидий предприятиям в виде грантовой помощи к льготному кредитованию высокотехнологичных производств, а также процедурам взысканий к тем, кто не проводит перемен и не использует экологические подходы в своей работе.

Также Министерство окружающей среды Польши ведет специальный проект Greenvo – акселератор зеленых технологий. Он направлен на поддержку, в том числе и на международной арене, польских предпринимателей, способствующих охране окружающей среды. Министерство заботится о том, чтобы количество фирм, идущих в направлении качественно нового экономического роста, который соединяет охрану природных ресурсов и формирование экологического подхода, увеличивалось. Важно, что в основе их работы лежат наукоемкие разработки, поскольку именно они будут определять конкурентоспособность экономики.

**– Как вы считаете, достаточно ли у бизнеса средств на проведение масштабной технологической модернизации?**

– Есть понимание того, что как раз средств и не хватает, именно поэтому рассматривается возможность изменения процедуры грантовых субсидий на кредитные. Также правительство надеется, что таким образом подтолкнет процесс проведения модернизации не за счет покупки заимствованных технологий, а внедрения собственных. И это, по его мнению, изменения первого типа. Оно рассчитывает, что предлагаемая модель содействия «зеленым» инновациям даст свои результаты, ведь принцип экономической выгоды для бизнеса важнейший, и ему решать, как удержаться на рынке – с помощью своих наработок или все-таки заимствованных.

**– На кого в таком случае может опереться бизнес, кто выступает для него поставщиком новых технических решений?**

– В Польше много вузов, исследовательских институтов, малых и средних фирм, создающих инновации. В свое время научная деятельность как бы подразделилась на два направления, что стало основой для формирования двух фондов – «Народного центра исследований и развития технологий», который занимается финансированием фунда-

ментальных исследований, и «Центра внедрения», поддерживающего связи бизнеса и науки. Особенность последнего в том, что средства, выделяемые им, идут только на программы, предусматривающие внедрение новшеств, и только тем, у которых есть сложившийся консорциум бизнеса и научной организации. Ни руководство компании, ни научный институт по отдельности не могут претендовать на деньги Центра, а лишь в рамках совместной работы.

Сегодня в области защиты окружающей среды готовится новая стратегическая программа исследований, которая затронет ряд направлений, прежде всего производство сельскохозяйственной продукции, лесное хозяйство. Эта работа инициирована государством. В ее проработку вовлечены эксперты со всей Польши, представители бизнеса, министерств и науки.

**– Надо понимать, что особых преференций на развитие эконноваций со стороны государства нет, или все-таки есть способы поддержки бизнеса, развивающего их и мультиплицирующих свой опыт?**

– Польша – одна из крупнейших стран – участниц Европейского союза, которая в последние 20 лет успешно занимается формированием экономики, основанной на знаниях и инновациях. Она приложила много усилий для создания институциональных основ, поддерживающих эконномику, и стремится свой опыт и ноу-хау передать другим странам. Поэтому у нас много программ, направленных на укрепление международных контактов и обменов экологически чистыми технологиями. Проект Greeneco, о котором я уже упоминал, как раз один них. Вот яркий пример. Получив признание со стороны польского потребителя, компания «Izodom», разработавшая уникальную систему пассивного дома, за 10 лет освоила 28 рынков. Ею построено 17 тыс. домов в Германии, Франции, России и др., 3 тыс. вилл в Арабских Эмиратах, возведен королевский дворец в Марокко. Есть особые программы по финансированию частного бизнеса за пределами Польши – это африканские государства, страны Юго-Восточной Азии и другие регионы. В чем выражается данная поддержка? Государство берет на себя функцию связующего звена, когда на уровне правительств заключаются договоры межгосударственного сотрудничества, что открывает двери бизнесу, готовому к этой работе. Пример, который я привел, как раз и отражает успешную практику эффективного частно-государственного партнерства. В целом государство стремится не только дать всем гранты, а научить бизнес заботиться о себе, что очень актуально для нашей страны, ведь 98% предприятий Польши – небольшие частные и чаще всего семейные компании. В современной экономике выгодно иметь бизнес-прослойку в виде такого пирога из малых и средних фирм, которые находятся в постоянном движении, мобильности и развитии. На этот процесс у нас нацелены проекты

по подготовке предпринимателей. Есть программы, оказывающие им поддержку только при условии обязательного прохождения курсов по ведению бизнеса за рубежом. Такие, к примеру, открыты при Центре внедрения, где учат азам работы на том или ином внешнем рынке. Много обучающих программ по работе в США, с бизнес-ангелами и пр.

**– Модернизация экономики влечет за собой создание новых рабочих мест, а значит, растут потребности в профессиональных кадрах должной квалификации. Как влияет открытость польского рынка труда на этот процесс?**

– В Польше, как, впрочем, и во многих странах, произошел перекоп в подготовке специалистов. У нас катастрофически не хватает инженерных и научных работников, зато в избытке экономистов и юристов. Seriously пострадала школа среднего специального профессионального образования. Все хотели быть врачами, адвокатами, а в рабочие никто не стремился. В результате квалифицированный токарь или слесарь получает больше денег, чем академик. Seriously сказывается и открытость рынка труда, мобильность населения и кадров. В то время как наши молодые люди пытаются найти себе работу в соседних странах ЕС, мы стремимся свой кадровый голод «утолить» за счет привлечения к нам в вузы, на работу молодых людей из Украины и других государств-соседей. Хотя такая практика пока не велика и не носит системного характера. Так что эта ситуация требует своего разрешения. Правительство озабочено созданием программ, повышающих престиж профессий рабочего и учебного и главное – заинтересованности молодежи в инженерных специальностях, в занятиях наукой. Хотя это процесс довольно длительный. Некоторые страны предпринимают попытки защитить свои рынки. Насколько эффективна такая политика, оценить трудно. Польша придерживается позиций открытости и поэтому каких-либо ограничений в плане перемещения трудовых ресурсов не имеет. Задача, которая стоит перед правительством, – создать систему согласованности действий образовательных учреждений и бизнес-сообщества для более активного участия объединений работодателей в разработке профессиональных стандартов, формирования не только заказа на кадры, а в целом на организацию комплексного подхода к системе подготовки специалистов. ■

# Процессы трансформации политики импортозамещения в Беларуси



**Евгений Червинский,**  
научный сотрудник  
Института экономики  
НАН Беларуси

Наиболее последовательно данная экономическая стратегия применялась в 40-60-х гг. XX в. в странах Латинской Америки и впоследствии в 60-70-х гг. в Юго-Восточной Азии. В настоящее время наблюдается рост интереса к ней со стороны государств с транзитивной экономикой, прежде всего постсоветских, и связан он с возникшими проблемами конкурентоспособности национальной продукции и сбалансированности внешней торговли в условиях либерализации рынков и преобразования экономических систем. Во многих развитых странах механизмы импортозамещения были адаптированы для решения смежных задач в экономике, таких, например, как региональное импортозамещение в США, концепция, предложенная американским ученым Дж. Якобс, предполагающая ориентацию муниципальных расходов в пользу региональных производителей, стимулирование выпуска ими товаров, которые ранее ввозились из других регионов, а также организацию производственно-бытовых цепочек между региональными производителями, поставщиками и потребителями [16].

Политика импортозамещения, реализуемая в нашей стране, – один из основных факторов изменений в национальной экономике, важный компонент стимулирования освоения инновационной продукции, увеличения доли отечественных товаров на внутреннем рынке, а также обеспечения сбалансированности внешнеторговых потоков. Несмотря на достаточно широкое использование импортозамещения в экономической практике, теоретическая разработка механизмов ее проведения, соответствующего методологического и понятийного аппарата не является завершенной, а имеющийся иностранный опыт требует адаптации к белорусским условиям.

Отличия в существующей и прошлой практике импортозамещения достаточно серьезны. Так, если латиноамериканские и азиатские страны в прошлом веке ставили целью индустриализацию и преодоление отставания от экономически развитых государств, то сейчас с его помощью решаются более локальные задачи, в первую очередь улучшение сальдо торгового баланса и защита от импорта в связи со снижением конкурентоспособности национальной промышленности и сельского хозяйства. Данное обстоятельство определило и место импортозамещения в системе экономической политики. Если ранее оно являлось доминирующим компонентом на определенном этапе развития стран, то теперь выступает как вспомогательный механизм диверсификации производства и оптимизации внешнеторговых отношений.

Разнятся и условия реализации данной стратегии. Аграрная

ориентация экономик и практическое отсутствие промышленной составляющей в странах Латинской Америки и Юго-Восточной Азии в 40-70-х гг. прошлого века обусловили последовательное проведение в них первой и второй фазы импортозамещения. На начальных этапах создавались трудоемкие предприятия в сфере легкой и пищевой промышленности, затем капиталоемкие машиностроительные производства. Поскольку страны с переходной экономикой, в частности Республика Беларусь, в большинстве своем обладают достаточно развитой промышленностью, то объективных предпосылок к последовательному прохождению первой и второй фаз у них нет. Выпуск новой продукции в большей степени определяется имеющимися конкурентными преимуществами, а также объемами внутреннего спроса и закупаемого импорта. Например, в Республике Казахстан, облада-

ющей значительными залежами природных ископаемых и богатыми традициями хлопководства, приоритетными направлениями импортозамещения выступают легкая и обрабатывающие отрасли промышленности. Для государств с транзитивной экономикой характерно одновременное освоение продукции различной трудо-, капитал- и наукоемкости.

Большинство механизмов, применяемых для обеспечения импортозамещения, могут быть отнесены к одной из двух групп – стимулирующие развитие национальных предприятий или ограничивающие импорт, и в странах Латинской Америки и Юго-Восточной Азии активно использовались оба вида. Для роста промышленности применялись льготное кредитование и налогообложение импортозамещающих производств. В ряде случаев для повышения привлекательности освоения импортозамещающей продукции повышались внутренние цены либо завывшался курс национальной валюты. Для ограничения импорта вводились как тарифные, так и нетарифные барьеры, включая квотирование, разрешительные и запретительные списки для ввозимых товаров, использовалось занижение и множественность курсов национальной валюты.

Хотя в связи с либерализацией условий международной торговли возможности применения ограничительных мер значительно сократились и преобладающими инструментами политики импортозамещения стали стимулирующие, существует немало общих закономерностей, характерных как для предыдущей, так и существующей практики. Это, прежде всего, определяющая роль государства в проведении политики импортозамещения, поскольку для большинства предприятий выпуск импортозамещающих товаров в производственном и финансовом отношении ничем не предпочтительнее изготовления товаров, не обладающих этим свойством. Более того, эти предприятия вынуждены

конкурировать с уже существующими аналогами. Поэтому именно на органах государственного управления лежит основная обязанность по разработке механизмов политики импортозамещения, в том числе решение задачи развития внутренних и внешних источников ее финансирования.

Практика показала, что с позиций обеспечения конкурентоспособности создаваемых производств преимущество имеет вертикальная стратегия импортозамещения, направленная на удовлетворение промежуточного спроса национальных предприятий, по сравнению с горизонтальной, ориентированной на замещение максимальной товарной номенклатуры. Благоприятствуют проведению импортозамещения большая емкость внутреннего рынка, обширные запасы природных ресурсов, возможность обеспечивать инвестиции в промышленность за счет сырьевого экспорта, осложняют – маленький внутренний рынок и бедность природных ископаемых. При этом указанные условия не являются ни необходимыми, ни достаточными для успешного решения задач импортозамещения. Напротив, ключевым элементом успеха выступают обеспечение конкурентоспособности национальных товаров, переориентация созданных промышленных отраслей с внутреннего на внешние рынки, эффективное включение в мировое разделение труда.

Для Беларуси проведение политики импортозамещения было связано с ухудшением торгового баланса во второй половине 90-х гг. прошлого века.

Непосредственная работа велась в первую очередь путем

выполнения импортозамещающих проектов. В 1999 г. и 2000 г. они были объединены в годовые государственные программы импортозамещения, а впоследствии перешли к практике пятилетних программ, которые реализовывались в 2001–2005 гг. и 2006–2010 гг. и дополнялись соответствующими отраслевыми и региональными программами (табл. 1).

Всего же за 2001–2010 гг. в их рамках было реализовано около 1,5 тыс. импортозамещающих проектов и произведено импортозамещающей продукции на сумму 14 млрд долл. [6].

В то же время большинство крупных проектов выполнялись по другим программам, в частности по Государственной программе инновационного развития, Государственной целевой программе развития автотранстроения и комбайнстроения. Сложившаяся ситуация привела к тому, что непосредственно импортозамещающие программы охватывали лишь небольшую часть соответствующей продукции, осваиваемой в стране. Также не учитывались импортируемые товары, аналоги которых в Беларуси не выпускались.

Для устранения этих противоречий в 2008 г. в Национальной академии наук была разработана Схема работ по замещению импортируемых в страну товаров (далее – Схема), согласно которой из их общего объема выделены три группы:

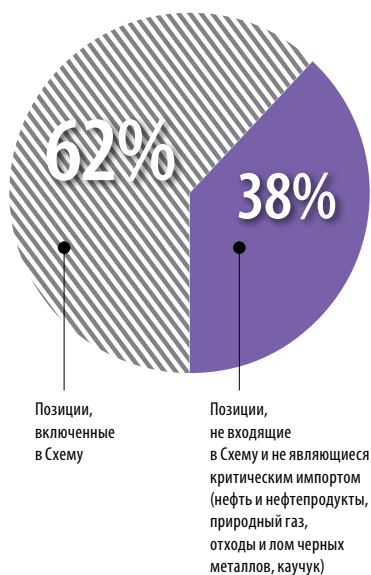
- первая – продукция, выпускаемая в республике не в достаточном количестве, либо потребительские свойства которой значительно уступают импортным;
- вторая – товары, изготовление которых планируется или

Таблица 1. Результаты импортозамещающих проектов государственной, отраслевых и региональных программ импортозамещения в 2006–2010 гг.

Источник: данные Министерства экономики Республики Беларусь [6].

	2006	2007	2008	2009	2010
Направлено средств (млрд руб.)	2 093,8	1 330,8	2 280,8	1 127,9	1 106,4
Произведено импортозамещающей продукции (млн долл.)	2 027,9	1 510,3	2 224,2	2 444,1	3 557,5
в том числе на экспорт	502,7	435,8	697,1	829,4	1 086,8
Условная экономия валютных средств (млн долл.)	216,9	260,6	814,8	1 047,5	1 277,8
Выполнялось проектов	564	558	511	388	468
Завершено проектов	204	191	331	200	328

Рис. 1. Охват Схемой работ по замещению импортируемых в страну товаров номенклатуры импорта в Республику Беларусь в 2012 г. за исключением товаров, относящихся к «критическому импорту»



осваивается в рамках выполнения Государственной, отраслевых и региональных программ импортозамещения;

■ третья – продукт, не производимый в Беларуси, поскольку его импортозамещение экономически нецелесообразно либо невозможно в силу объективных причин.

Внедрение данного подхода позволило значительно увеличить охват номенклатуры импорта и упорядочить работу по обеспечению импортозамещения (рис. 1).

В порядок работы государственных органов по импортозамещению на период 2011-2015 гг. были внесены изменения, одобренные Правительством Республики Беларусь на Комиссии по повышению конкурентоспособности экономики (согласно протоколу от 10 ноября 2010 г. №30). За основу также была принята Схема работ. Новые программы действий в рамках Схемы состоят из четырех разделов: три первых включают мероприятия по сокращению импорта по аналогии с тремя группами

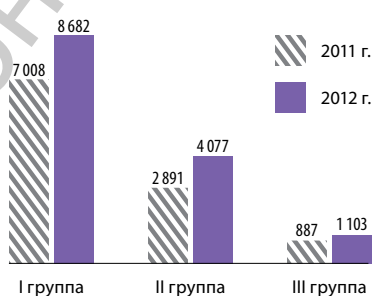


Рис. 2. Производство импортозамещающей продукции по группам Схемы, млн долл.

Схемы работ, четвертый – меры по снижению импортной составляющей в отечественной продукции. Поскольку в 2010 г. была завершена Государственная программа импортозамещения, во вторую группу включаются товары, производимые в рамках действующих государственных, научно-технических, отраслевых и региональных программ, отдельных мероприятий и планов органов государственного управления, имеющих импортозамещающую направленность.

По каждому из разделов Программы действий по импортозамещению определены соответствующие критерии оценки эффективности осуществляемых работ, а именно:

- по разделу 1: сокращение отрицательного сальдо внешней торговли в целом по республике по закрепленным товарным позициям;
- по разделу 2: обеспечение стоимостного роста объемов импортозамещающих товаров;
- по разделу 3: количество товарных позиций, по которым принято решение об освоении производства;
- по разделу 4: снижение импортной составляющей в выпускаемой продукции.

Проведенные изменения позитивно сказались на результатах работ по импортозамещению. Так, в 2012 г. за счет реализации Схемы был обеспечен выпуск товаров по трем группам на общую сумму 14 млрд долл., что составило 129,4% к аналогичному периоду 2011 г. (рис. 2).

Удалось обеспечить выполнение в прошлом году критериев эффективности по каждой из товарных групп Схемы. Так, по позициям первой группы сальдо внешней торговли имело положительную величину и составило 271,9 млн долл. Отметим, что в 2012 г. была принята новая редакция единой Товарной номенклатуры внешнеэкономической деятельности Таможенного союза [11], поэтому многие позиции, закрепленные в Схеме в 2012 г., не сопоставимы с учитываемыми ранее.

В связи с этим привести сравнительную оценку динамики выполнения критериев эффективности и сопоставить полученные результаты с показателями, достигнутыми в предыдущие годы, представляется проблематичным. Косвенно можно оценить результативность работы, сопоставив объемы выпуска импортозамещающей продукции в рамках данной группы. За 2012 г. они выросли в 1,2 раза с 7 до 8,7 млрд долл. Критерий эффективности был выполнен и для второй группы Схемы, производство увеличилось в 1,4 раза – с 2,9 до 4,1 млрд долл. за аналогичный период. В третьей группе, куда включены 744 позиции товаров, импортируемых в Беларусь, но выпуск которых пока экономически нецелесообразен, прорабатывается возможность освоения продукции по 252 позициям.

Политика импортозамещения в нашей стране предполагает, в первую очередь, использование инструментов, стимулирующих производственную активность предприятий, что в целом соответствует опыту других государств с транзитивной экономикой, однако существующие особенности, в частности высокая доля госсектора в промышленности, позволили использовать также и инструменты по ограничению импорта. Существующие подходы могут быть систематизированы в следующем виде.

#### Административные механизмы:

■ *долгосрочные* – прежде всего программные документы, в том числе Схема работ по замещению импортируемых в страну товаров, а также отраслевые и региональные программы, включающие проекты импортозамещающей направленности, например Государственная программа по развитию импортозамещающих производств фармацевтических субстанций, готовых лекарственных и диагностических средств [7] и Государственная программа инновационного развития [8];

■ *оперативные* – в частности сформированный Министерством торговли перечень потребительских товаров, рекомендуемых



для освоения их предприятиями промышленности республики и поставки на внутренний рынок; доведение целевых показателей по внешней торговле до министерств, концернов, облисполкомов, Минского горисполкома, а также подчиненных им предприятий и организаций.

**Правовые нормы белорусского налогового законодательства**, в том числе налоговые льготы для производителей импортозамещающей продукции, являющихся резидентами СЭЗ. Предусмотрено снижение до 10% налога на добавленную стоимость на оборот с реализуемых в нашей стране товаров, которые произведены на территории СЭЗ и включены в список импортозамещающих, ставка налога на прибыль уменьшена на 50% и не может быть более 12% [5]. Льготы по уплате налога на прибыль также предоставляются организациям, реализующим высокотехнологичную импортозамещающую продукцию (работы, услуги), собственного производства [5].

Для стимулирования создания новых производств, в том числе импортозамещающих, в Налоговом кодексе Республики Беларусь предусмотрена возможность освобождения от уплаты НДС при реализации научно-исследовательских, опытно-конструкторских, опытно-технологических работ, зарегистрированных в Государственном реестре, а также при реализации имущественных прав на объекты промышленной собственности.

Кроме этого освобождаются от уплаты НДС при ввозе в республику:

- оборудование и приборы, материалы и комплектующие изделия, предназначенные для научно-исследовательских целей, ввезенные отечественными резидентами;
- технологическое оборудование и запасные части к нему, предназначенные для реализации инвестиционных проектов, финансируемых за счет внешних государственных займов (кредитов);
- оборудование и запасные части к нему для объектов,

связанных с осуществлением инвестиционных проектов, реализуемых в рамках договоров между инвестором и Республикой Беларусь [5].

**Тарифные и нетарифные ограничения импорта.** Однако их применение в большинстве случаев определяется финансовой целесообразностью и международными соглашениями, а не предпосылками политики импортозамещения.

**Прочие.** К ним можно отнести, например, меры по изменению требований к проектно-сметной документации, ужесточение норм расхода сырья, материалов и энергетических ресурсов в строительстве, направленные на снижение материал-, энерго- и импортоемкости, [10]. Это также изменения в системе госрегулирования в области оплаты труда, позволяющие привязывать величину заработной платы работников к показателям эффективности работы предприятий, в частности выполнению заданий по внешнеэкономической деятельности [9].

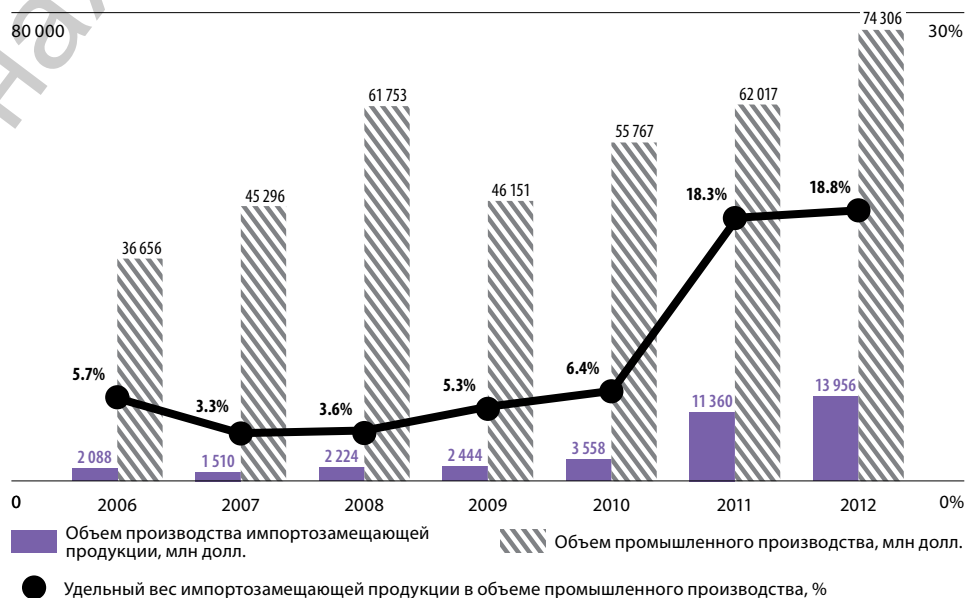
Таким образом, Беларусь обладает достаточно развитой системой стимулирования освоения и производства импортозамещающей продукции, обеспечивающей наращивание ее выпуска (рис. 3).

Однако в современных условиях недостаточно произвести товар, нужно суметь его продать,

потребитель, даже при наличии выбора, может не купить отечественный аналог, отдав предпочтение иностранному. И в этом отношении острой является проблема обеспечения спроса на белорусскую импортозамещающую продукцию, которая не всегда конкурентоспособна по сравнению с зарубежными субститутами. На наш взгляд, решение этой задачи – наиболее важный аспект повышения результативности политики импортозамещения в Республике Беларусь на современном этапе.

При этом функция реализации товаров и обеспечения их конкурентоспособности является сферой ответственности предприятий. В ситуации высокой конкуренции, помимо качественно-ценовых характеристик крайне важна эффективная маркетинговая политика белорусских производителей, без которой нельзя рассчитывать на положительный результат в продвижении импортозамещающей продукции. Рост интереса к ней способны обеспечить грамотное применение таких маркетинговых инструментов, как изучение потребностей и спроса, реклама, гибкая ценовая политика, связь с потребителями и общественностью. Значимость этих методов не вызывает сомнения, и следует признать, что в зарубежной теории и практике

Рис. 3. Доля импортозамещающей продукции в объеме промышленного производства



они представлены гораздо шире, чем в отечественной.

Для более эффективного продвижения импортозамещающей продукции субъектам хозяйствования необходимо повышать уровень компетенции специалистов своих маркетинговых служб, материально поощрять сотрудников, имеющих соответствующую профессиональную подготовку или прошедших переподготовку, а также тех, чья маркетинговая деятельность положительно сказывается на торговых показателях предприятия.

Вместе с тем белорусские производители не всегда обладают необходимыми финансовыми и техническими ресурсами, чтобы самостоятельно обеспечить поступательное развитие маркетингового направления. Поэтому целесообразно на уровне государства сформировать инфраструктуру, обеспечивающую поддержку маркетинговой политики организаций, включающую информационно-аналитические подразделения, занимающиеся анализом спроса и предложения на внутреннем и внешних рынках с разработкой стратегий по продвижению продукции, торгово-логистические центры, систему точек розничной торговли в отечественных магазинах и крупных торговых комплексах. Внедрение современных коммуникационных и информационных технологий будет способствовать повышению эффективности функционирования товаропроводящих сетей.

Отметим, что для реализации политики импортозамещения в Республике Беларусь сформирована развитая система экономических, управленческих и нормативно-правовых механизмов, обеспечивающая, в первую очередь, стимулирование освоения и производства импортозамещающей продукции. Ее совершенствование должно быть направлено на развитие маркетинговых механизмов стимулирования спроса, что позволит обеспечить конкурентоспособность белорусской импортозамещающей продукции в средне- и долгосрочной перспективе. ■

### Summary

Article focuses on international and Belarusian practice of import substitution. It examines the regularities and differences past and present approaches in this field, changing in the Belarusian economic policy, legislation and instruments of import substitution.

### Литература

1. Импортзамещение – важнейший государственный приоритет: материалы постоянно действующего семинара руководящих работников республиканских и местных государственных органов (Минск 15–16 декабря 2011 г.) / Администрация Президента Республики Беларусь; ред. совет: А.Н. Тур (председатель) [и др.]. – Мн., 2012.
2. Кадочников П.А. Анализ импортзамещения в России после кризиса 1998 года / П.А. Кадочников. – М., 2006.
3. Киреев А.П. Международная экономика: учеб. пособие для вузов: в 2 ч. – Ч. 1: Международная микроэкономика: движение товаров и факторов производства. – М., 1997.
4. Ломакин В.К. Мировая экономика: учебник для вузов / В.К. Ломакин. – 2-е изд., перераб. и доп. – М., 2004.
5. Налоговый кодекс Республики Беларусь (Общая и Особенная части): с изменениями и дополнениями на 1 января 2012 г. – Мн., 2012.
6. Отчеты о ходе реализации проектов Государственной, отраслевых и региональных программ импортзамещения в 2001–2010 гг. Министерства экономики Республики Беларусь.
7. О Государственной программе по развитию импортзамещающих производств фармацевтических субстанций, готовых лекарственных и диагностических средств в Республике Беларусь на 2010–2014 годы и на период до 2020 года: постановление Совета Министров Республики Беларусь от 02.12.2009 г. №1566 // Нац. реестр правовых документов Республики Беларусь. 2009. №292. 5/30834.
8. О Государственной программе инновационного развития Республики Беларусь на 2011–2015 годы: постановление Совета Министров Республики Беларусь от 26.05.2011 г. №669 // Нац. реестр правовых документов Республики Беларусь. 2011. №64. 5/33864.
9. О некоторых вопросах стимулирования реализации продукции, товаров (работ, услуг): Указ Президента Республики Беларусь от 23.12.2009 г. №49 // Нац. реестр правовых документов Республики Беларусь. – 2009, №27. 1/10428.
10. О некоторых мерах по повышению требований к проектной документации в части снижения материало-, энерго- и импортоемкости проектных решений: постановление Совета Министров Республики Беларусь от 01.03.2012 г. №195 // Нац. реестр правовых документов Республики Беларусь. – 2012, №30. 5/35354.
11. О новой редакции единой Товарной номенклатуры внешнеэкономической деятельности Таможенного союза и Единого таможенного тарифа Таможенного союза: решение Комиссии Таможенного союза от 18.11.2011 г. №850.
12. Пузановский А.Г. Государственное регулирование в условиях модернизации азиатских стран / А.Г. Пузановский, А.П. Морозов. Кострома, 2002.
13. Червинский Е.А. Мировая практика реализации политики импортзамещения: опыт Латинской Америки и Юго-Восточной Азии / Е.А. Червинский // Эконом. бюллетень НИИИ Министерства экономики Республики Беларусь. – 2012, №1. С. 76–87.
14. Червинский Е.А. Структурные особенности импортзамещения в Беларуси / Е.А. Червинский // Наука и инновации. 2009. №12. С. 56–59.
15. Ширли В.Ю.Г. Экономическая политика Тайваня / В.Ю.Г. Ширли; пер. Л.Л. Тодорова; под ред. Л.А. Фридмана. – М., 1999.
16. Jacobs J. The Economy of Cities / J. Jacobs. – Vintage, 1970.
17. Prebisch R. Power principle and the ethics of development / R. Prebisch. – Buenos Aires: IDB-INTAL, 2006.

## Основные тенденции мировой торговли

Секретариатом Всемирной торговой организации опубликованы два основополагающих документа – Годовой доклад и Доклад о мировой торговле, содержащих подробную и объективную информацию о тенденциях развития мировых экономических связей и о деятельности организации. Большое внимание в докладе уделено расширению членства в ВТО. Число стран – ее членов на конец прошлого года достигло 157 и охватывает 97% мировой торговли. В 2012 г. наряду с Российской Федерацией к ВТО присоединились Черногория, Самоа и Вануату, в феврале и марте 2013-го – Лаос и Таджикистан, потенциальными участниками планируют стать еще 24 государства, в том числе Азербайджан, Беларусь, Казахстан и Узбекистан.

В Годовом докладе отмечается активизация деятельности ВТО по урегулированию торговых споров. Количество обращений с просьбами о консультациях возросло в прошлом году до 27, что в три с лишним раза больше, чем в предыдущем, и является рекордом за последние 10 лет. Это объясняется, по мнению авторов, обострением конкурентной борьбы в условиях сохраняющихся кризисных явлений в мировой экономике. В то же время такой рост может свидетельствовать об усиливающемся доверии к организации.

Доклад о мировой торговле, подготовленный ВТО, носит программный характер, рассматривает основные факторы, определявшие развитие мировой торговли в прошлом, и на основе их анализа делает прогнозы до 2035 г. Среди основных тенденций выделяются относительно высокие темпы роста торговли, примерно вдвое опережающие темпы роста производства, увеличение объема торговли в развивающихся странах, возможность опережения ими развитых государств по темпам роста внешней торговли и валового продукта в 2–3 раза. Сохранится неравномерность развития отдельных стран. Наряду с благоприятными перспективами развития имеет так называемая группа «следующие одиннадцать», в которую входят Бангладеш, Республика Корея, Египет, Индонезия, Иран, Мексика, Нигерия, Пакистан, Филиппины, Турция и Вьетнам.

Среди фундаментальных факторов, которые будут оказывать влияние на развитие мировой торговли и экономики в будущем, в докладе выделены демографические изменения, усиление взаимосвязей между торговой политикой, мероприятиями по охране окружающей среды и социально-экономической политикой.

Ирина ЕМЕЛЬЯНОВИЧ

# Индекс динамики развития ИКТ

УДК 338.23

В последние десятилетия анализу развития сектора информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) были посвящены исследования многих международных и региональных организаций, таких как Международный союз электросвязи (ITU), Конференция ООН по торговле и развитию (UNCTAD), Организация экономического сотрудничества и развития (OECD), Всемирный банк и др. Ими был разработан ряд индексов, аккумулирующих отдельные показатели развития данной отрасли.

В статье изучается накопленный опыт в этой сфере, а также предлагается использовать индекс, отражающий динамичность ИКТ-сектора за определенный промежуток времени (табл. 1).

Агрегированные индексы, приведенные в табл. 2, показывают, что они достаточно полноценно отражают структуру национального сегмента ИКТ, а также позицию того или иного государства в составе мирового рынка. Ранние индексы, такие как Orbicom, ICTOI, включают в себя информацию по обеспеченности потребителей стационарной телефонной связью и персональными компьютерами. Более поздние – ICTDI, DOI – агрегируют в себе также некоторые данные по использованию сети Интернет. Актуальные показатели, например IDI, отражают современные тенденции и потребности: в структуре данных индексов уже присутствует компонент по применению мобильного интернет-соединения.

Изучение рейтинга за определенный период времени дает возможность выявить как лидеров

сферы ИКТ, так и аутсайдеров данного рынка. Важно руководствоваться методологией подсчета каждого индекса, так как один и тот же показатель может входить в его состав в разных единицах измерения (доля, процентное соотношение, количество на определенное число пользователей) и иметь разный вес.

Однако для выбора наиболее эффективной государственной политики в данной области необходим сравнительный анализ непосредственно динамики развития ИКТ-отрасли для определения наиболее результативных подходов, способствующих созданию благоприятной национальной инновационной среды. С этой целью автором предлагается использование индекса динамики развития ИКТ-сферы для каждого государства – ICT DYNAMIC INDEX (ICTDI).

В основе индекса ICTDI лежат 11 показателей развития национальных ИКТ-отраслей, определенных Международным союзом электросвязи и используемых для расчета одного из приведенных индексов – IDI. Данные показатели разделены на три группы,



**Ольга Трясунова,**  
аспирантка кафедры  
теоретической и  
институциональной  
экономики  
экономического  
факультета  
Белорусского  
государственного  
университета

представляемые в конечном итоге в виде трех субиндексов: доступа, использования, навыков. В каждую группу входит ряд индикаторов, имеющих равный вес в рамках своей группы [1]. Индекс динамики развития ИКТ-сферы, как и IDI, представляет собой сумму этих трех субиндексов. Каждый из них имеет свой вес в итоговом индексе, а именно: первый и второй по 0,4 доли общего индекса, а третий – 0,2. Схематично это можно представить следующим образом (табл. 3).

В то же время каждый из показателей, входящий в отдельную группу, имеет свой вес. Так, в первой группе (субиндекс доступа) он составляет 0,2, во второй (субиндекс использования) и третьей (субиндекс навыков) – по 0,33.

Непосредственно в основе предлагаемого индекса динамики развития ИКТ-сферы, в отличие от метода сопоставления фактических и средних величин показателей при расчете индекса IDI, автором предлагается использовать ежегодные темпы роста каждого из 11 показателей. Это позволит привести их к нормальному виду, избежать искажения статистических результатов, а также определить рейтинг всех государств по скорости развития ИКТ-сектора с целью детального исследования складывающейся в их рамках политико-экономической среды, способствующей стремительному росту исследуемой сферы.

Согласно данным, представленным в табл. 4, лидирующие позиции в рейтинге стран по индексу динамики развития ИКТ-сферы принадлежат развивающимся странам. В период с 2007

Индекс	Период	Организации	Кол-во стран
Orbicom Digital Divide Index (DDI, INFOSTATE)	1995–2003	ORBICOM	139
ICT Opportunity Index (ICT OI)	1995–2005	ITU	183
ICT Diffusion Index (ICTDI)	1997–2004	UNCTAD	180
Digital Opportunity Index (DOI)	2004–2006	Digital Opportunity Platform (ITU, UNCTAD, UNESCWA, LBS, LIRNEAsia and LINKAfrica, MIC Korea, KADO)	180 (для 62 стран доступны данные для периода с 2000 г. по 2006 г.)
Digital Access Index (DAI)	2002–2006	ITU	181
The Network Readiness Index	2002–2012	The World Economic Forum, INSEAD	122 (2002) 142 (2012)
ICT Development Index (IDI)	2002–2012	ITU	155
ICT1	2002–2009	UNCTAD	56
ICT2	2002–2009	UNCTAD	56
ICT3	2000–2010	UNCTAD	237
ICT4	2000–2010	UNCTAD	237

Таблица 1.  
Индексы развития ИКТ-сектора (1995–2012 гг.)

Источник:  
Разработано автором на основании [4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13]

по 2011 гг. в первой двадцатке неоднократно занимали высокие позиции Турция, Албания, Македония, Молдова – относительно небольшие по площади государства, чьи экономики направлены на поиск определенной ниши в международном разделении труда и достигли неплохих результатов именно в ИКТ-сфере. Данный факт позволяет выдвинуть гипотезу о проведении в рамках государства целенаправленной политики, в результате которой удалось сделать значительный скачок в той или иной области ИКТ. Как показывает практика, он основан на одновременном стимулировании определенных сегментов экономики. Прежде всего принимаются конкретные меры по реформированию и стимулированию развития сферы образования, законодательства, бизнеса и институциональной инфраструктуры в целом. Значительную роль играет обмен опытом с другими странами, в частности международное сотрудничество.

Рассмотрим ключевые аспекты национальных стратегий по стимулированию развития ИКТ-сферы. Одним из основополагающих направлений является реформирование системы образования. Так, в Македонии реализуется программа E-образования, включающая в себя открытие государственного

университета информационных наук и технологий; обеспечение персональным компьютером каждого учащегося младшей и средней школы; выплата стипендий талантливым студентам ИТ-отделений; предоставление ваучеров на покупку ПК студентам; бесплатные интернет-кафе [5].

В Албании успешно завершён проект E-school (декабрь 2005 – июнь 2009), проводимый в рамках сотрудничества с ООН. Его цель – оснащение школьных учреждений современными компьютерными лабораториями, высокоскоростным оборудованием и надежным интернет-соединением. В Молдове были организованы дополнительные курсы в вузах по подготовке молодых специалистов в ИКТ-сфере [3].

В рамках национальных стратегий по развитию ИКТ-отрасли имело место и реформирование институциональной среды. Так, в упомянутых государствах активно образовывались новые структуры, деятельность которых направлена исключительно на область ИКТ. Так, в Македонии были основаны Министерство информационного общества, Департамент коммуникации Комитета информационных технологий, Агентство электронных коммуникаций, Вещательный Совет Республики Македония [5]. В Албании

в 2007 г была создана ассоциация албанских ИТ-организаций (АИТА), объединяющая около 40 компаний, среди которых как частные, так и неправительственные, институты, специализирующиеся на разработке, производстве ИТ-продукции, а также предоставлении консалтинговых услуг в сфере информационных технологий. В 2006 г. был образован Албанский технологический институт – некоммерческая структура, созданная для разработки новых технологий. Одним из ведущих ведомств в данной сфере является Национальное агентство информационного общества Албании, координирующее всю государственную деятельность в ИКТ-секторе.

Организация по регулированию телекоммуникаций курирует работу фирм в сфере электронных коммуникаций и почтовых услуг. Агентство по разработке, технологии и инновации основано по решению Совета Министров и начало свою деятельность в марте 2010 г. [2]. В Молдове создана ассоциация ИТ-компаний, задача которой – взаимодействие различных участников, усиление конкурентной среды, увеличение ИКТ-рынка, привлечение инвесторов, участие в принятии решений и процессе регулирования развития данной отрасли. В ассоциацию входят частные фирмы, Институт развития информационного общества, Институт математики и компьютерных наук, Ассоциация молдавских программистов [3].

Немаловажная роль отводится и законодательной базе в сфере ИКТ. Среди законопроектов Македонии можно выделить Закон об электронных коммуникациях; Закон о радио и телевидении; Закон об охране авторских прав; Закон о защите промышленной собственности; Закон о защите конкуренции; Закон об электронной коммерции; Закон о защите личной информации [5]. В турецком законодательстве также был принят ряд законопроектов, среди которых Закон о развитии технологических зон, регулирующий

вопросы создания и развития технопарков и других технологических структур с участием вузов, а также Software houses – фирм по разработке ПО, характеризующихся особой структурой и дающих возможность круглосуточного производства ПО. В соответствии с нормами Закона данные компании получили значительные налоговые и инвестиционные преференции от турецкого правительства [12].

Стоит также отметить, что каждое из названных государств наряду с реализуемой национальной стратегией развития ИКТ активно сотрудничает и с международными организациями. Распространенная форма партнерства – участие в так называемых «донорских программах». К примеру, в Албании одним из доноров является Всемирный Банк, реализующий там ряд проектов, нацеленных на достижение европейского уровня экономического и социального развития страны. В 2010 г. Советом директоров была принята стратегия на 2011–2014 гг., направленная на развитие экономики в целом и инноваций в частности. Ее составляющей стала Программа электронного образования, в рамках которой банк выделил 15 млн долл. на внедрение информационно-коммуникационных технологий в школьную программу, обеспечение электронными книгами учащихся, оснащение прочим компьютерным оборудованием школьных лабораторий, а также компьютерную подготовку учителей [2].

Другим значительным по величине донором является Организация Объединенных Наций. Среди последних программ, организованных в рамках сотрудничества ООН и Албании, можно выделить следующие [2]:

- обеспечение ИКТ-приложениями на местного населения для более качественного предоставления услуг (апрель 2010 г. – ноябрь 2011 г.);

- проект e-Accounting (январь 2006 г. – декабрь 2008 г.), целью которого стало техническое оснащение в соответствии с проектом

Индекс	Структура индекса (показатели, используемые для расчета индекса)
Orbicom Digital Divide Index (DDI, INFOSTATE)	<b>Распределение:</b> - запасы факторов производства (ИКТ-капитала и ИКТ-труда) в ИКТ-секторе <b>Использование ИКТ:</b> - объем и интенсивность использования ИКТ частными лицами, бизнесом и правительством.
ICT Opportunity Index (ICT OI)	<b>Распределение:</b> <b>Сети:</b> - количество телефонных линий на 100 человек; - количество пользователей мобильной связи на 100 человек; - пропускная способность международной сети Интернет (Кб/с на одного пользователя). <b>Навыки:</b> - уровень грамотности взрослого населения; - уровень образованности населения (начальное, среднее, высшее). <b>Использование:</b> <b>Потребление:</b> - количество пользователей сети Интернет на 100 человек; - доля домохозяйств с телевидением; - количество ПК на 100 человек. <b>Интенсивность:</b> - количество пользователей широкополосной сети Интернет на 100 человек; - исходящий международный телефонный трафик (мин) на душу населения.
ICT Diffusion Index (ICTDI)	<b>Распространение связи:</b> - количество интернет-хостов на душу населения; - количество ПК на душу населения; - количество отдельных телефонных линий на душу населения; - количество пользователей мобильной связи. <b>Доступ:</b> - количество пользователей сети Интернет; - уровень грамотности взрослого населения; - стоимость местного телефонного звонка; - ВВП на душу населения (ППС, долл.).
Digital Opportunity Index (DOI)	<b>Доступность:</b> - доля населения с доступом к сотовой связи; - стоимость доступа к сети Интернет, % от дохода; - стоимость мобильной связи, % от дохода. <b>Инфраструктура:</b> - доля домохозяйств со стационарной телефонной связью; - доля домохозяйств с ПК; - доля домохозяйств с доступом в сеть Интернет; - количество пользователей мобильной связи на 100 человек; - количество пользователей мобильного интернет-соединения на 100 человек. <b>Использование:</b> - доля населения, использующая Интернет; - доля пользователей фиксированным интернет-соединением по отношению к общему числу пользователей сети Интернет; - доля пользователей мобильным интернет-соединением по отношению к общему числу пользователей мобильной связью.
Digital Access Index (DAI)	<b>Инфраструктура:</b> - количество пользователей фиксированной телефонной связи на 100 человек; - количество пользователей мобильной связи на 100 человек. <b>Доступность:</b> - стоимость доступа к сети Интернет по отношению к доходу на душу населения. <b>Знания:</b> - уровень образования взрослого населения; - уровень школьного образования (младшая, средняя, старшая школа). <b>Качество:</b> - объем широкополосного Интернета на душу населения (Бит) на душу населения; - пользователи широкополосного Интернета на 1000 человек. <b>Использование:</b> - количество пользователей сети Интернет на 100 человек.
The Network Readiness Index	- Среда для развития ИКТ (состояние нац. рынка, политики, регулирующих органов, инфраструк-ры) - Готовность заинтересованных сторон (частных лиц, бизнеса, Правительства) к использованию ИКТ - Использование ИКТ
ICT Development Index (IDI)	<b>Доступ:</b> - количество стационарных телефонных линий на 100 человек; - количество пользователей мобильной связи на 100 человек; - пропускная способность международного интернет-канала (Бит/с) на 1 пользователя; - доля домохозяйств с ПК; - доля домохозяйств с доступом в сеть Интернет. <b>Использование:</b> - доля населения, использующего Интернет; - количество абонентов фиксированного интернет-соединения; - количество абонентов мобильного интернет-соединения; <b>Навыки:</b> - уровень грамотности взрослого населения; - уровень среднего образования; - уровень высшего образования.
ICT1	Доля занятых в ИКТ-сфере по отношению ко всей численности занятых в бизнес-секторе, (%)
ICT2	Доля добавленной стоимости, полученной ИКТ-сектором, по отношению к совокупной добавленной стоимости бизнес-сектора в целом (%)
ICT3	Доля импорта ИКТ-товаров от общего объема импорта
ICT4	Доля экспорта ИКТ-товаров от общего объема экспорта

Таблица 2. Структура индексов развития ИКТ-сектора. Источник: Разработано автором на основании [4, 6 – 11, 13]

нового закона о бухгалтерском учете, а также с международными стандартами;

■ проект e-School (декабрь 2005 г. – июнь 2009 г.), в результате реализации которого начальная и средняя школы были обеспечены современными компьютерными лабораториями, высокоскоростным оборудованием и надежным интернет-соединением.

Стремление государства встать на путь интенсификации ИКТ требует организации строго отлаженной системы развития и управления отраслью. Такая система, как правило, должна включать следующие звенья:

■ внедрение обязательного образования в области ИКТ;

■ организация профильного образования на уровне средней школы;

■ расширение возможностей получения высшего образования в ИКТ-отрасли в вузах;

■ поощрение молодежи, достигающей успехов в этой сфере;

■ функционирование определенного государственного института или ряда институтов, определяющего стратегию и способы развития ИКТ, а также координирующего деятельность всех организаций, задействованных в отрасли;

■ предоставление ряда льгот компаниям, занятых в производстве ИКТ-продуктов и услуг;

■ создание и унифицирование с международным законодательством нормативных актов, регулирующих деятельность в области ИКТ;

■ участие в международных организациях;

■ проведение выставок, семинаров, конференций, способствующих обмену опытом в ИКТ-сфере.

Таким образом, определение индекса динамики развития ИКТ-отрасли имеет немаловажное значение для установления рейтинга стран по скорости развития данной сферы и анализа успешности стратегических подходов, выбранных государствами в данном направлении. ■

Субиндекс доступа	Субиндекс использования	Субиндекс навыков
количество стационарных телефонных линий на 100 человек	доля населения, использующего Интернет	уровень образования взрослого населения
количество пользователей мобильной связи на 100 человек	количество абонентов фиксированного интернет-соединения	уровень среднего образования
пропускная способность международного интернет-канала (бит/с) на одного пользователя	количество абонентов мобильного интернет-соединения	уровень высшего образования
доля домохозяйств с персональным компьютером		
доля домохозяйств с доступом в сеть Интернет		

$$ICT DI = (\text{субиндекс доступа}) * 0,4 + (\text{субиндекс использования}) * 0,4 + (\text{субиндекс навыков}) * 0,2$$

Таблица 3. Структура индекса динамики развития ИКТ-сферы

2011/2010		2010/2008		2008/2007	
Страна	ICT DI	Страна	ICT DI	Страна	ICT DI
Антигуа и Барбуда	3,64	Беларусь	4,92	Македония	12,15
Фиджи	3,08	Кения	4,51	Египет	4,31
Намибия	2,26	Макао	4,17	Нигерия	4,26
Албания	2,15	Молдова	4,05	Эстония	2,25
Сенегал	1,92	Исландия	4,02	Ботсвана	2,11
Зимбабве	1,72	Эквадор	3,47	Марокко	1,98
Азербайджан	1,71	Россия	2,66	Молдова	1,86
Нигерия	1,64	Армения	2,05	Грузия	1,80
Гана	1,62	Македония	1,90	Албания	1,80
Малави	1,61	Перу	1,72	Аргентина	1,67
Иордания	1,59	Турция	1,72	Мавритания	1,65
Руанда	1,57	Босния и Герцеговина	1,64	Филиппины	1,64
Турция	1,53	Камбоджа	1,63	Уругвай	1,62
Эквадор	1,52	Боливия	1,50	Словакия	1,60
Бутан	1,52	Вьетнам	1,46	Индонезия	1,57
Камбоджа	1,50	Фиджи	1,43	Украина	1,57
Свазиленд	1,49	Саудовская Аравия	1,41	Макао	1,52
Бахрейн	1,49	Парагвай	1,37	Мальдивы	1,52
Соломоновы острова	1,49	Ямайка	1,28	Ангола	1,50
Лаос	1,48	Египет	1,19	Шри Ланка	1,50

Таблица 4. Страны-лидеры по индексу динамики развития ИКТ-отрасли

Источник: Рассчитано автором на основе статистических данных из 7, 8, 9

## Литература

1. Измерение информационного общества 2011. МСЗ, Женева, 2011.
2. ICT country profile. Albania 2011. [Electronic resource] // USAID. - Mode of access:
3. ICT country profile. Moldova 2011. [Electronic resource] // USAID. - Mode of access: [http://www.rciproject.com/itprofiles\\_files/ICT\\_Country\\_Profile-Moldova.pdf](http://www.rciproject.com/itprofiles_files/ICT_Country_Profile-Moldova.pdf).
4. Information and communication technology development indices. – Geneva: UN, 2003.
5. Information and communication technology sector in the Republic of Macedonia [Electronic resource] // Invest Macedonia.- Mode of access: [http://www.investmacedonia.com/sites/invest/files/content\\_resources/ICT%20Industry.pdf](http://www.investmacedonia.com/sites/invest/files/content_resources/ICT%20Industry.pdf).
6. Information Economy Report 2010. – Geneva: UNCTAD, 2010.
7. Measuring the Information Society 2010. – Geneva: ITU, 2010.
8. Measuring the Information Society 2011. – Geneva: ITU, 2011.
9. Measuring the Information Society 2012. – Geneva: ITU, 2012.
10. Measuring the Information Society - The ICT Development Index-2009. – Geneva: ITU, 2009.
11. The digital divide report: ICT diffusion index 2005. – Geneva: UNCTAD, 2006.
12. Türkoğlu Y. ICT Sector in Turkey 2010 [Electronic resource] // Y. Türkoğlu. - Mode of access: <http://www.economy.gov.tr/upload/sectoralreports/ICT%20Sector.pdf>.
13. World telecommunication/ICT development report 2006-measuring ICT for social and economic development. – Geneva: ITU, 2006.

## Summary

The article is dedicated to the research of the process of ICT-sphere development within national economics. The author offers and describes how to use ICT Dynamic Index to determine the most efficient national strategy within ICT branch. Based on ICT Dynamic Index country rating, the author investigates national strategies of leader countries and determines the key statements.

# Коммерциализация инноваций

Мировой практикой наработаны различные формы и методы коммерциализации результатов инновационной деятельности (РИД). Наиболее важной из них для промышленных предприятий является использование новшеств, в том числе объектов интеллектуальной собственности, созданных белорусскими авторами, и привлечение зарубежных изобретений и ноу-хау на условиях перекрестного лицензирования для создания новых технологий, материалов, технических средств либо налаживания совместного производства новой продукции.



**Валерий Кудашов,**  
завкафедрой  
экономики и  
управления  
производством  
Минского института  
управления,  
доктор  
экономических наук,  
профессор

Процессу освоения РИД и выхода с новым товаром на рынок в этом случае должны предшествовать оценка стоимости и постановка на бухгалтерский учет объектов интеллектуальной собственности, выполнение конструкторско-технологических работ, изготовление опытного образца-прототипа будущего продукта согласно требованиям конкретного сегмента рынка. При этом важное значение имеет проведение маркетинговых исследований, в результате которых определяется соответствие функциональных и технических параметров, а также цены продукции потребностям покупателей. Ее продвижение на рынок требует широкой рекламы, участия в выставках и ярмарках.

Распространенной формой коммерциализации РИД является торговля лицензиями. В качестве объектов реализации выступают запатентованные изобретения, промышленные образцы, зарегистрированные товарные знаки и знаки обслуживания, топологии интегральных микросхем, селекционные достижения, программы для ЭВМ, ноу-хау и научно-техническая документация, которая может быть передана и в виде сопутствующих лицензий в составе других коммерческих сделок, например, на поставку

технологического оборудования или организацию сборочного производства.

Коммерциализация новых технологий на основе лицензионных соглашений предполагает также готовность предоставить пакет услуг по монтажу, наладке, комплектации технологической линии, обучению персонала. Для научных, проектных организаций, технопарков, малых инновационных фирм, венчурных организаций передача прав и необходимого объема научно-технических знаний по лицензиям – наиболее приемлемая и эффективная форма коммерциализации РИД.

Преимущественное использование лицензионных сделок состоит в формировании долгосрочных партнерских отношений, малых финансовых рисков, регулярных поступлениях (доходах) в виде роялти. Этот рынок развивается весьма динамично.оборот лицензионной торговли в мире вырос с 55,7 млрд долл. в 1990 г. до 150 млрд в 2005 г. и до 375 млрд в 2012 г.

Условиями успешной продажи лицензий, как показывает отечественный и особенно зарубежный опыт, являются:

- *обеспечение правовой охраны объектов промышленной собственности патентами, что позволяет получить монопольное право на коммерциализацию РИД*

на рынках стран патентования. К сожалению, отечественными субъектами хозяйствования, в том числе научными организациями, патентуется за границей 5–7% изобретений от числа запатентованных в нашей стране. Основная причина – отсутствие материальной поддержки этой процедуры как со стороны государства, так и самих предприятий. Если изобретение или промышленный образец не запатентованы, то появляются возможности для беспрепятственного их использования или совершения иных недобросовестных действий другими лицами. Кроме того, недостаточное финансирование привело к тому, что почти 90% патентов, имеющих у белорусских организаций, являются национальными, что не способствует осуществлению их коммерциализации на зарубежных рынках. Эту ситуацию следует исправлять, поскольку патентование изобретений и других объектов промышленной собственности, имеющих наибольший потенциал как с технической, так и с коммерческой точки зрения, будет способствовать привлечению зарубежных инвестиций, в том числе венчурного капитала для их коммерциализации;

■ *оценка технико-экономической значимости и коммерциализуемости продуктов научно-технической деятельности* (изобретений, промышленных образцов, ноу-хау и др.), при которой необходимо исходить из критерия прогрессивности, то есть степени совершенствования технических систем, отдельных технических средств, технологий, материалов и других объектов. В этом случае принципиальное значение имеет уровень новизны конкретного созданного объекта (это легко определить, например, по формуле изобретения); перспективности, принадлежности к определенному (новому или известному) направлению развития; информационного эффекта, свидетельствующего об общественном признании результатов исследований и разработок;

возможного масштаба коммерческой реализации. Кроме того, необходимо оценить требуемые ресурсы и возможные технические и коммерческие риски. В зарубежной практике (США, Канада и ряд других стран) широко используется система предварительной оценки на основе многокритериального подхода и двухступенчатой системы отбора перспективных изобретений. На первой ступени устанавливается научно-техническая значимость с учетом влияния на технический уровень, а на второй – рыночные критерии: динамика и оценка рыночного спроса на определенный продукт, требуемые инвестиции, обеспеченность ресурсами. Судить о коммерциализуемости того или иного объекта можно после создания экспериментального образца и его испытаний;

■ *наличие финансовой поддержки* выполнения этапов разработки необходимой технической документации, изготовления опытных моделей и их доработки применительно к условиям конкретного производства.

Основными источниками финансирования научно-технической и инновационной деятельности в Республике Беларусь являются средства государственного бюджета, Белорусского инновационного фонда и собственные фонды организаций. Эти источники направляются на фундаментальные и прикладные исследования, научно-технические программы и отдельные инновационные проекты. Коммерциализация результатов этих работ осуществляется, как правило, за счет собственных средств предприятий. Поскольку уровень финансирования недостаточен, многие проекты остаются нереализованными и не окупают понесенных затрат.

Согласно принятому Указу Президента Республики Беларусь от 04.02.2013 г. №59 «О коммерциализации результатов научной и научно-технической деятельности, созданных за счет государственных средств» данные результаты, за исключением фундаментальных исследований

и изысканий, имеющих промежуточный или побочный характер, подлежат обязательному введению в гражданский оборот. Его порядок и сроки определены одноименным Положением, в соответствии с которым использование результатов НТД обеспечивается государственными заказчиками и осуществляется обладателем имущественных прав на эти результаты в течение трех лет после их создания. В случае же получения охранного документа на новый продукт, способный к правовой охране в качестве ОПС, – в течение трех лет со дня его получения.

При необеспечении государственным заказчиком обязательной коммерциализации результатов НТД Указом №59 предусмотрены серьезные финансовые санкции, но прописаны также и налоговые льготы в отношении имущественных прав на результаты НТД, сведения о которых содержатся в Государственном реестре прав на результаты научной и научно-технической деятельности.

Указом Президента Республики Беларусь от 26.05.2011 г. №216 «О мерах по повышению эффективности использования объектов интеллектуальной собственности» установлено, что с 1 января 2012 г. по 31 декабря 2016 г. прибыль организаций, полученная от реализации (передачи) имущественных прав на объекты права промышленной собственности (за исключением средств индивидуализации участников гражданского оборота, товаров, работ, услуг), освобождаются от налогообложения на прибыль. Согласно нормам данного указа, научным и образовательным учреждениям предоставлено право создавать структуры, использующие РИД, принадлежащие этим учреждениям, за счет превышения остающихся в их распоряжении от осуществления данной деятельности доходов над расходами, в том числе от передачи имущественных прав на результаты интеллектуальной деятельности по договорам.



Оказание государственной поддержки субъектам малого предпринимательства, в том числе индивидуальным предпринимателям, предусматривается Указом Президента Республики Беларусь от 20.05.2013 г. №229 «О некоторых мерах по стимулированию реализации инновационных проектов». Финансирование будет осуществляться Белорусским инновационным фондом и Белорусским фондом финансовой поддержки предпринимателей для реализации следующих этапов:

- *подготовительного* – проведение исследований и доработка проекта;

- *конструкторско-технологического* – разработка товара и (или) технологии;

- *производственного* – освоение и подготовка производства;

- *коммерческого* – изготовление и реализация товара.

При этом поддержка будет оказываться поэтапно в форме инновационных ваучеров и грантов на безвозмездной и безвозвратной основе. Принятие Указа №229 обеспечивает возможность облегченного доступа к финансовым ресурсам для субъектов малого инновационного предпринимательства. Документом фактически реализуется принцип венчурного финансирования с учетом рисков инновационной деятельности.

Упомянутые законодательные акты, несомненно, имеют чрезвычайно важное значение для развития всей инновационной сферы и экономики страны. Однако для эффективного использования возможностей государственной финансовой поддержки необходимо создание действенных коммерческих структур: технологических инкубаторов; организаций по трансферу технологий; инновационных центров при университетах, учреждениях НАН Беларуси, обеспечивающих создание опытных образцов; развитие малого и среднего инновационного предпринимательства; венчурных организаций и фондов, компаний по страхованию инновационных рисков.

Широкомасштабная коммерциализация инновационных разработок неосуществима без привлечения внебюджетных средств. Как показывает мировой опыт, важная роль в развитии новых наукоемких производств принадлежит венчурному капиталу, предоставляемому инвесторами малым инновационным фирмам, демонстрирующим высокий потенциал роста. Указ №229 – это начало зарождения венчурного финансирования инновационных проектов в Республике Беларусь.

Чтобы эффективно развивать венчурный бизнес, необходимо решить ряд проблем законодательного характера по созданию благоприятного климата, в том числе в части налогообложения (на начало текущего года в рейтинге государств по степени экономической свободы, по данным фонда Heritage Foundation, Беларусь заняла 154-е место, Россия находится на 139-м, а Казахстан занимает 68-е). В 2012 г. в России на 100 тыс. жителей приходилось 166 малых предприятий, в Казахстане – 370, в нашей стране – 120 (из них только 4% выполняют научные исследования и разработки). В республике пока нет готовности владельцев денежных средств вкладывать их в инновационные проекты и понимания эффективности венчурного бизнеса, отсутствуют также менеджеры по управлению инновациями и опыт технологического предпринимательства. Чтобы привлечь венчурного инвестора, необходимо иметь детальный бизнес-план инновационного проекта и защищенную интеллектуальную собственность.

В решение проблемы коммерциализации инноваций большой вклад вносят центры трансфера технологий. В Израиле, например, они существуют при каждом университете и отвечают за коммерциализацию инновационных разработок, внедрение и лицензирование технологий, создание стартап-компаний. В США разработаны университетские модели передачи технологий и образованы специальные

агентства по осуществлению этого процесса. Правительством Казахстана утвержден порядок создания центров коммерциализации на базе НИИ, университетов и технопарков в рамках реализации Программы по развитию инноваций и содействию технологической модернизации на 2010–2014 гг. Формирование соответствующей инфраструктуры осуществляется в России. В европейских странах имеются также мощные программы по поддержке коммерциализации, которые направлены на финансирование специализированных подразделений по введению ОИС в гражданский оборот, проблемных этапов, в том числе патентования изобретений, финансирование создания стартапов. В Беларуси работает более 30 центров трансфера технологий. Самый крупный из них, имеющий сеть организаций, – Республиканский центр трансфера технологий (РЦТТ). В него кроме головного офиса входят региональные отделения и филиалы при научно-исследовательских организациях, высших учебных заведениях и предприятиях ряда городов республики, зарубежные представительства. Центр активно взаимодействует с зарубежными партнерами в ряде стран.

Миссия РЦТТ – коммерциализация законченных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, выполненных, прежде всего, за счет государственного бюджета, содействие сотрудничеству между разработчиками, предпринимателями и инвесторами, методическое обеспечение деятельности отделений и филиалов.

Основное направление работы центров трансфера технологий – создание информационных баз данных, обеспечение доступа к международной сети трансфера технологий и оказание помощи субъектам инновационной деятельности в разработке и продвижении инновационных и инвестиционных проектов.

Анализ деятельности РЦТТ, его филиалов и других центров

трансфера технологий показывает, что основное внимание их сосредоточено на формировании информационной базы инновационных проектов, осуществлении посреднических функций между организациями, выполняющими научные исследования и разработки и потенциальными потребителями новых технологий, материалов, технических средств, в том числе объектов интеллектуальной собственности.

Представляется, что помимо выполняемых исключительно важных функций, центры трансфера технологий могли бы участвовать в проведении переговоров, подготовке проектов лицензионных договоров и оказании помощи изобретателям в поиске инвесторов, заинтересованных в доведении их технических решений до стадии создания конкретного продукта или технологии. Тем не менее основная роль в решении проблемы коммерциализации инноваций остается за производителями продукции (услуг) и собственниками инновационных разработок, в том числе ОПС. В европейских странах ответственность за осуществление коммерциализации однозначно налагается на владельца прав собственности на результаты научных исследований. Главный же двигатель процесса коммерциализации – стимулы, предоставляемые участникам, включая учреждение, авторов и посредников, способствующих достижению успеха путем долевого участия в прибыли. Кроме того, для большинства европейских научных организаций и университетов создание новых организационных структур (стартапов) стало наиболее привлекательным направлением в коммерциализации новшеств. Однако, по оценкам ряда специалистов, желаемый эффект может быть достигнут в том случае, если разработан новый продукт или технология. Практика же доказывает, что образование новых стартапов является одним из важных источников экономического развития.

Для решения проблемы коммерциализации результатов научно-технической деятельности существует множество возможностей, и хотя этот процесс в разных странах индивидуален, некоторые из применяемых механизмов могут быть адаптированы к белорусским реалиям. Прежде всего это создание благоприятных правовых и экономических условий как для разработчиков новшеств, так и для организаций, заинтересованных в использовании инновационных продуктов. И хотя в этом направлении принят ряд мер, необходимо усиление государственной поддержки инновационной деятельности в Республике Беларусь. Наиболее существенными мерами могут быть: государственные гарантии и налоговые льготы на получение банковских кредитов, стимулирование частных инвестиций, поддержка малого и среднего инновационного бизнеса; развитие технопарков, венчурных организаций, кластерных научно-технических объединений, государственно-частного партнерства путем предоставления гарантий безопасности вложений частного капитала; вовлечение в процесс коммерциализации крупных национальных холдингов; субсидирование услуг по коммерциализации технологий; предоставление стартового капитала для стартапов; поддержка зарубежного патентования объектов промышленной собственности и др.

О реальном переходе экономики Республики Беларусь на инновационный путь развития можно будет судить по состоянию производственной базы и ее модернизации на основе использования инноваций, развитию наукоемких производств, росту кадрового потенциала как в научной, так и в производственной сферах. ■

## Выставка интеллектуальных продуктов

**XIII** международная специализированная выставка «INFOINVENT» пройдет с 19 по 22 ноября 2013 г. в Кишиневе в выставочном центре «Moldexpo». Мероприятие проводится каждые два года Государственным агентством по интеллектуальной собственности Республики Молдова (AGEPI) совместно с Агентством по инновациям и трансферу технологий (АИТТ) и представляет собой платформу для обмена опытом и передовой практикой в деле разработки, охраны, освоения и внедрения научных и инновационных достижений. Здесь собираются специалисты в области интеллектуальной собственности, новаторы, исследователи и представители реального сектора экономики, заинтересованные в развитии рынка новых объектов промышленной собственности, инновационных продуктов и услуг.

На выставке будут представлены изобретения, сорта растений и промышленный дизайн; инновационные проекты, а также продукты и услуги, бизнес-среда страны – инновационные предприятия малого и среднего бизнеса, банки и другие категории предприятий; творчество молодежи; культурные и творческие индустрии.

Цели выставки – продвижение лучших достижений из различных областей науки и техники на национальный и международный рынки, оказание помощи местным новаторам и обладателям прав на объекты промышленной собственности в коммерциализации их продукта, ознакомление широкой общественности с последними научно-техническими и культурными достижениями.

Форум направлен на оказание поддержки и содействия инновационной деятельности, привлечение инвестиций, совершенствование процесса передачи технологий, внедрение изобретений, новых технологий и материалов в национальную экономику, развитие регионального и международного научно-технического сотрудничества, поощрение партнерства бизнеса и науки.

Информация об условиях участия в конкурсе размещена на сайте [www.infoinvent.md/ru/expo](http://www.infoinvent.md/ru/expo).

Ирина ЕМЕЛЬЯНОВИЧ

# Смоленская денежно-весовая система XIII века

Практически все денежные системы, использовавшиеся до второй четверти XV в. в Древнерусском государстве и Великом княжестве Литовском, не имели своих официальных названий, их структуры не были четко представлены в письменных источниках. Исключение — Смоленская денежная система, упоминавшаяся еще в Смоленской торговой правде 1229 г.



**Шамиль Бектинев,**  
старший научный  
сотрудник Института  
истории НАН  
Беларуси, кандидат  
исторических наук

**Т**ерритория современной Беларуси за время своей истории практически всегда входила в состав различных государственных образований: в X–XIII вв. – Древнерусского государства (Киевской Руси), с середины XIII – начала XIV в. – Великого княжества Литовского (ВКЛ), в 1569–1772/1793 гг. – Речи Посполитой, а после ее двух разделов в 1772 и 1793 гг. до марта 1917-го относилась к Российской империи, в марте – октябре 1917 г. – к республиканской России, в 1922–1991 гг. – к СССР. Полный суверенитет Беларусь приобрела лишь после распада СССР в декабре 1991 г.

В XIII–XIV вв. в отдельных регионах ВКЛ функционировали

различные варианты древнерусской денежно-весовой системы: новгородская, смоленская и, вероятно, галицко-волынская. Иногда, особенно в международной торговле, могли использоваться скандинавская, ливонская и низовская (в Московском, Тверском, Рязанском и других княжествах и землях) денежные системы.

«Белорусские» или «западнорусские» земли, являясь в политическом и экономическом отношении составной частью различных государств, вынуждены были принимать их формы денежного обращения и знаки (монеты, слитки и их фракции, банкноты). В ВКЛ наиболее значительными и исследованными региональными системами организации денежного хозяйства являются полоцко-витебская (середина XIII в. – 1386–1392 гг.), киевская (1364–1394 гг.) и литовско-тагарская (1398–1425 гг.) [1, с. 74–97].

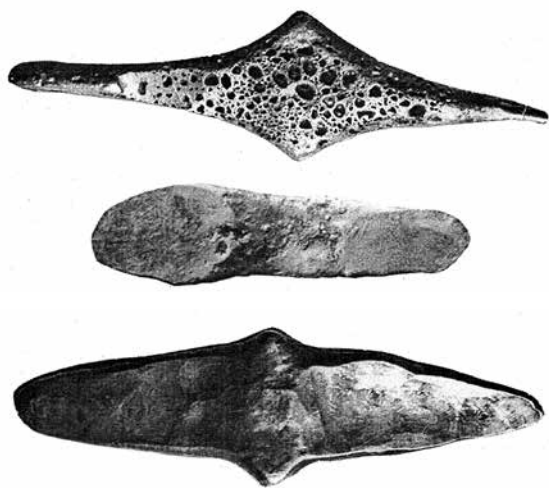
Сложность в изучении денежного обращения X–XIV вв. состоит и в том, что практически у всех денежных систем, использовавшихся до второй четверти

XV в. (примерно до 1425–1427 гг.) в Древнерусском государстве и ВКЛ, не было своих официальных названий, их структуры не были четко представлены в письменных источниках. Древнерусские денежные системы определены исследователями по данным Русской Правды в двух редакциях и по метрологическому анализу монетных, преимущественно кладовых, находок. Исключение – Смоленская денежная система, упоминавшаяся еще в Смоленской торговой правде 1229 г.

Эта система в 20–60-х гг. XIII в. распространялась не только на Смоленщину, но и на территорию современной Беларуси: по левому Поднепровью от Орши и Копыси на севере до границ с Киевским княжеством на юге (до Лучина в Гомельской обл.), а также на Полоцк и Витебск, которые находились в вассальной зависимости от смоленских князей. Но необходимо учитывать и то, что иногда и полоцкие князья правили в Смоленске, что, скорее всего, указывает на формальную, а не фактическую подчиненность.

Рассматриваемая нами денежная система известна, главным образом, по смоленским письменным источникам XII–XIV вв. К настоящему времени исследователями изучено 8 смоленских грамот XII–XIV вв. Однако с учетом того, что «Торговый договор Смоленска с Ригию и Готским берегом 1229 г.» сохранился в шести списках, то в наличии имеется 13 грамот.

Для исследований денежного обращения на территории совре-



Древнерусские слитки – гривны северорусские (черниговский тип)



Брактеаты типа «AZIMIR», конец XII – первая четверть XIII вв.



1 – брактеат с крапивным листом, графство Шауэнбург, граф Адольф, первая треть XIII в.

2 – «пфенниг Лютегера», ландграфство (Саксен-)Гота, Людвиг III, 1172–1190 гг.

менной Беларуси в конце XI – второй четверти XIII вв. наиболее значимы 3 смоленские грамоты – 1150, 1223–1225 и 1229 гг., в которых указываются наименования современных белорусских населенных пунктов [5]. Из 49 населенных пунктов, в 1136–1150 гг. являвшихся центрами волостей Смоленского княжества, в Беларуси в настоящее время находятся 7 городов и деревень: Басея, Заруб, Копьсь, Прупой, Кречют, Лучин и Мстиславль.

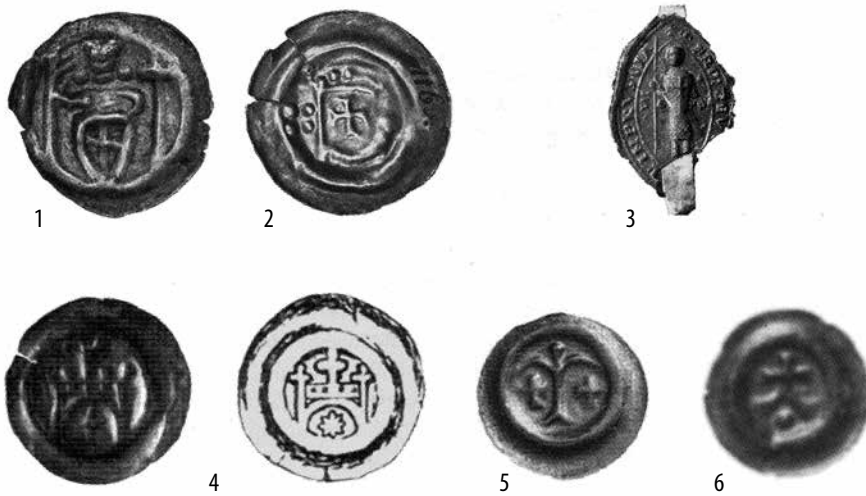
Определенный интерес представляет «Договор неизвестного смоленского князя с Ригию и Готским берегом» (сохранилась основная часть с 25 статьями), составленный и подписанный около 1223–1225 гг. В нем приводятся правила торговли смоленских, рижских, немецких и готландских купцов, различные штрафы в гривнах серебра («аже оубьють тивоуна княжа городьского 20 грив[ен] серебра како и послоу»). Поскольку в Уставе Ярослава 1150 г. и в «Торговом договоре Смоленска с Ригию и Готским берегом 1229 г.» упоминаются населенные пункты, расположенные на территории современной Беларуси, то можно полагать, что и Договор 1223–1225 гг. имеет отношение к исследуемой территории [5].

«Торговый договор Смоленска с Ригию и Готским берегом 1229 г.» сохранился в двух редакциях (готландской и рижской) и в шести списках, пронумерованных латинскими литерами от А до Ф. К готландской редакции относятся списки А, В и С, к рижской – D, E и F. Редакции Правды 1229 г. отличаются друг от друга количеством статей (в рижскую редакцию вставлены 23-я и 35-я статьи), их расположением в тексте, а также языком. Наличие нескольких списков объясняется тем, что этот договор подтверждался несколькими смоленскими князьями, поэтому они имеют разную хронологию – от 1229 г. до середины XIV в. [2, с. 340–377; 4, с. 18–52].

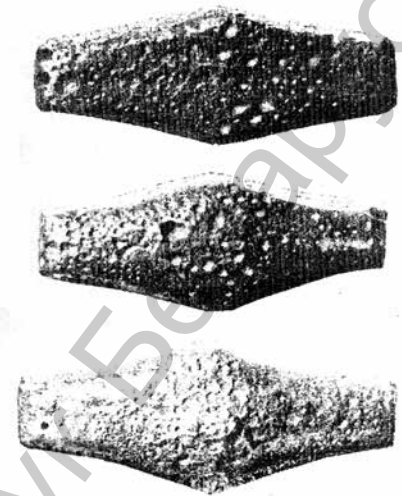
Наиболее древним вариантом является Список А готландской редакции 1229 г., составленный после смерти рижского епископа Альбрехта в правление смоленского князя Мстислава Давидовича. К тому же договор представлен оригиналом, что довольно редко для того времени [5]. Нами, в первую очередь из-за древности, использован именно этот список. Самый поздний Список В готландской редакции датируется 1297–1300 гг.

Наиболее ранняя и оригинальная Смоленская Правда 1229 г. (торговый договор) была заключена от имени Смоленского (Мстислава Давидовича), Полоцкого и Витебского князей с магистратом г. Риги (представляли 4 купца) и Рижским епископом (3 купца и 1 «божий дворянин», по-видимому, рыцарь-крестоносец), Готским берегом (3 чел.) и представителями ганзейских городов – Любеком, Жатом (?), Мюнстером, Гронингеном, Дортмундом, Бременом (по 2 человека от каждого) и «инехъ много оумныхъ добрыхъ людей» [4]. В списке ганзейских городов упоминается и северо-немецкий г. Любек, что очень важно для исследования.

Смоленская Правда 1229 г. представляет огромный интерес для нумизмата и любителя истории не только тем, что она регламентирует правила торговли Смоленска, Полоцка и Витебска с Ригией, Готским берегом и германскими ганзейскими городами, но, в первую очередь, тем, что в ней приводятся денежные единицы, позволяющие реконструировать денежную систему, функционировавшую в Смоленском княжестве в XIII в. и до середины столетия распространявшуюся на Полоцкое и Витебское княжества.



1–5 – брактеаты 1236–1239 гг., 6 – брактеат 1240-х гг.  
(Тевтонский орден)



Слитки киевского типа из клада 1893 г.,  
д. Задрутье (Рогачевский р-н  
Гомельской обл.), сокрыт в XIII в.

В письменном источнике впервые за несколько веков существования Древней Руси приводится название одной из древнейших денежных систем и ее единиц – «Смоленской».

Первой денежной единицей в договоре 1229 г. называется самая крупная и тяжелая по весу – «гривна серебра». Она упоминается в разных вариантах: «1 гривна серебра», «5 гривен серебра», «полторы гривны серебра», «гривен 10 серебра»; иногда в сокращенном – «5 серебра». Затем следуют «куна смоленская» («коуна смольнеская»), «ногата смоленская» («ногата смольнеская») и самая мелкая – «векша» (= 1/2 куны). Последней во второй статье Списка Ерижской редакции упоминается «гривна кунами или пенязями», составлявшая 1/4 часть гривны серебра.

Уже по этим данным мы можем, сопоставляя с новгородской, определить примерную структуру Смоленской денежной системы:

- «смоленская» гривна серебра = 4 гривнам кунами или пенязями = 192,96–196,2 г;
- гривна кунами = 20 ногатам смоленским = 50 кунам смоленским = 100 векшам.

По мнению российского нумизмата и археолога академика В.Л. Янина, смоленская гривна серебра имела вид киевского слитка шестиугольной формы теоретическим весом 163,7 г [6, с. 101, сн. 12]. По-видимому, такое предположение у него появилось из-за того, что смоленские князья в своей политике больше тяготели к киевским князьям.

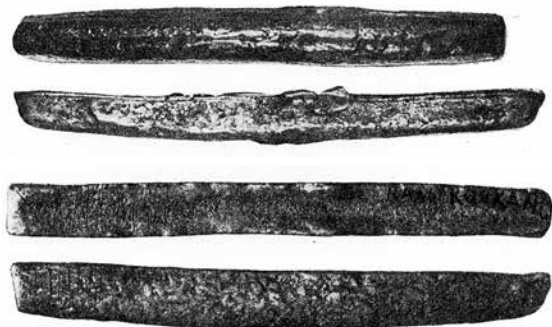
Однако заявление В.Л. Янина, на наш взгляд, не совсем верно, что показывают подсчеты веса гривны серебра и определение типа слитка.

В Смоленском торговом договоре имеется примечательное сообщение: «**гривна** кунами или **пенязями**» (выделено нами). Слово «пенязь» довольно долго применялось в денежном обращении ВКЛ – примерно с середины XIV в. до 60–70-х гг. XVI в. Чеканились даже монетки достоинством в один «пенязь». В XV ст. термин «пенязь, пенязи» стал обозначать не только название денежной единицы, но и собирательное обозначение денег, позже замененное словом «гроши», что осталось до сих пор и в белорусском языке. А в Польше слово «пенёнзы» до сих пор означает деньги.

Исследователи полагают, что термин «пенязь» произошел от

названий германского (немецкого, скандинавского и английского) серебряного денария – «пфенниг», «пеннинг» и «пенни». Следовательно, в рижско-смоленском договоре 1229 г. упоминались какие-то немецкие мелкие монеты «пфенниги», трансформировавшиеся в название «пенязи». Значит, вес смоленской гривны серебра мы можем определить по чеканной северо-немецкой монете первой четверти XIII в.

Рига, Полоцк, Витебск и Смоленск как административные центры имели обширные торговые связи с северогерманскими городами, которые были объединены в Ганзейский союз. Центр этого союза находился в г. Любеке, упоминавшемся в договоре и являвшимся «законодателем моды» в чеканке единой монеты. Любекские пфенниги весом в 1,06–1,10 г 937,5-й пробы были в ходу не только в Северной Германии, но в южной Скандинавии и в Тевтонском и Ливонском орденах (территория современных Латвии и Эстонии), где на многих монетных дворах со временем стали чеканить «любекские» (русские «любские» и «лобец, лбец»), особенно популярны были рижские и ревельские монеты. Скорее всего любекские пфенниги и



Слитки  
новгородского  
типа

рижские «любекские» использовались в торговых операциях Ливонии с Полоцком, Витебском и Смоленском, что отразилось в смоленско-рижском торговом договоре 1229 г. В торговле, по-видимому, применялись также и готландские (= 1/2 свеаландского пеннинга = 0,34–0,56 г) и свеаландские (= 2 готландских пеннинга) пеннинги, часто в литературе называемые «шведскими».

Учитывая весовые данные любекских пфеннигов и свеаландских и готландских пеннингов и «смоленской ногаты» в 2,412 г, можно полагать, что смоленская куна или пенязь весила около 0,96 г (2,412 г : 2,5) и равнялась 2 векшам (веверицам) (= 1/100 гривны кун). Следовательно, смоленская гривна серебра в первой четверти XIII в. могла иметь массу около 192,96 г (2,412 г × 80 ногат или 200 кун-пенязей), что очень близко к теоретическому весу новгородской гривны серебра в 204,75 г и появившемуся в 90-х гг. этого же столетия новгородскому рублю в 196,2 г.

Зная приблизительную массу смоленского серебряного слитка, мы можем определить его тип – киевский (теоретический вес 163,7 г) или новгородский (= 4 гривнам кун = 204,75 г.). Смоленская же гривна весила около 192,96 г, что все же ближе к массе новгородского слитка, а не классического киевского.

Поиски украинского нумизмата Н.Ф. Котляра [3, с. 174–180] и российской исследовательницы М.П. Согниковой показали, что на рубеже XII и XIII в. на Киевщине (в меньшей степени) и в Северо-

Восточной Руси (Рязанское и Тверское княжества) стали появляться тяжелые киевские шестиугольные слитки с раскованной (расплющенной) спинкой. Поэтому некоторое время в денежном обращении одновременно находились классические киевские слитки весом около 155–170 г и тяжелые плющенные массой около 195,56–196,42 г. По мнению Н. Котляра, это было вызвано тем, что на Готланде (остров южнее Швеции) с конца XII в. стали использовать новую денежную марку – скандинавский фунт – весом около 196–197 г, что, по-видимому, скоро было принято и в северорусских княжествах. Поскольку в этих землях и на Смоленщине было еще сильно киевское влияние, здесь могли использовать «плющенные» слитки киевского типа (шестиугольные), но более тяжелые – в 192,96–196,6 г. А плющением или проковкой этих слитков проверяли пробу металла: чем выше проба, тем легче он проковывался.

Таким образом, можно констатировать, что в южных волостях в денежном обращении в 1229 г. использовали слитки киевского типа, но тяжелые, а в северных волостях – новгородского – примерно такого же веса. Исследования других денежных систем показало, что во второй половине столетия в торговле перешли окончательно к слиткам новгородского типа (палочкообразные).

С восстановлением суверенитета в середине XIII в. в Витебском княжестве отказались от использования Смоленской денежно-весовой системы. Это произошло, по-видимому, не только из-за ее принадлежности бывшему сюзерену, но и потому, что к смоленским границам в 50-х гг. столетия подошли монгольские войска. В средние века, как никогда, денежная система и чеканная монета являлись одним из символов суверенитета государства. Так как монголы могли вынудить Смоленск платить дань, то другие государства в свою очередь могли считать, что Витебск,

где функционировала Смоленская система, выплачивает или должен выплачивать такую подать. А это негативно сказалось бы на политическом имидже и на внешней торговле. Вероятно, это явилось одной из причин отказа от использования чужого денежного хозяйства. Правда, Смоленская денежная система по документам могла еще функционировать до 80-х гг. XIII в.

Другой причиной отказа в Витебском княжестве от этой системы могло явиться и формирование своей региональной «полоцко-витебской денежной системы», которая функционировала в Полоцко-Витебском Подвинье со второй половины XIII в. до 1386–1392 гг.

Значение Смоленской денежно-весовой системы для белорусской истории трудно переоценить. Во-первых, после приобретения Витебском полной независимости от Смоленска она дала толчок для формирования во второй половине XIII в. собственной денежно-весовой системы в Полоцко-Витебском Подвинье. Во-вторых, она способствовала внедрению некоторых денежных единиц в полоцко-витебскую структуру. Именно в Списке Е Смоленской Правды мы впервые находим термин «пенязь», который совместно с гривной стал основной единицей денежной системы ВКЛ 1405–1407 гг. ■

## Литература

- Бектинев Ш.И. Региональные денежные системы ВКЛ в середине XIII – первой трети XV в. Ш.И. Бектинев // Ягелоны: династия, эпоха, спадчына: Матэрыялы Міжнароднага навука-практ. канф. (Гальшаны–Навагрудак, 8–10 верас. 2006 г.). – Мн., 2007. С. 74–97. Прилож.: С. 78–80.
- Бектинев Ш.И. Смоленские грамоты и денежное обращение на территории Беларуси в XII–XIV вв. / Ш.И. Бектинев // Памяць стагоддзяў на карце Айчыны: зб. навуков. прац у гонар 70-годдзя М.Ф. Спірыдонава. – Мн., 2007. С. 340–377. Прилож. 1–3: С. 361–377.
- Котляр Н.Ф. Древнерусские монетные гривны (опыт классификации и хронологизации) / Н.Ф. Котляр // Труды VI Международного Конгресса славянской археологии. Т. 4: Общество, экономика, культура и искусство славян. – М., 1998. С. 174–180.
- Смоленская Правда 1229 г. – «Торговый договор Смоленска с Ригою и Готским берегом, 1229 г.» // Смоленские грамоты XIII–XIV веков / Подг. к печати Т.А. Сумникова и В.В. Лопатин / Под ред. Р.И. Аванесова. – М., 1963. С. 18–52.
- Смоленские грамоты XIII–XIV веков / Подг. к печати Т.А. Сумникова и В.В. Лопатин / Под ред. Р.И. Аванесова. – М., 1963.
- Янин В.Л. «Память, как торговали новгородцы» (к вопросу об эволюции денежной системы в XV в.) / В.Л. Янин // Вспомогательные исторические дисциплины. – Л., 1985. Т. XVI. С. 98–114.

# Выращивание молодила русского

(*Sempervivum ruthenicum* Schnittsp. et C. B. Lehm.)

## В условиях интродукции

УДК 581.522.4+581.16+631.524.82:502.7



Возрастающие с каждым годом антропогенные нагрузки на природные экосистемы и глобальные изменения климата ведут к исчезновению отдельных видов растений из состава региональных флор. Именно поэтому весьма актуальными становятся исследования по детальному изучению биологии развития наиболее уязвимых из них в условиях культуры и разработке эффективных мероприятий по восстановлению и расширению популяций в местах естественного произрастания.

Одним из таких видов является молодило русское (*Sempervivum ruthenicum* Schnittsp. et C.B. Lehm.), степень риска исчезновения которого определяется I категорией. В Беларуси его популяции встречаются крайне редко, что вызывает тревогу. Наиболее известное местопроизрастание находится в южной части республики вблизи д. Уласы Хойникского района Гомельской области [1]. В диком виде растет на юго-востоке Средней Европы, на Балканах и в Малой Азии. Встречается в Украине и Брянской области России.

Молодило русское, выделяющееся необычно красивой формой

розеток, – идеальное растение для сухих участков альпийских горок между камнями, а также оригинальный материал для создания ковровых клумб. Оно обладает также целебными свойствами. Например, в народной медицине свежие растения употребляют с медом или сахаром при сердечной недостаточности. Сок из листьев молодила используется как мочегонное и антигельминтное средство, при головной боли, шуме в ушах, для обострения слуха, при эпилепсии и цистите. Иногда его применяют как салатное растение, а на Кавказе его листья даже заквашивают и маринуют.



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

Молодило русское – светолюбивое растение. Предпочитает сухие, хорошо прогреваемые участки. В условиях культуры успешно растет на легких супесчаных слабокислых почвах. В поливе нуждается только после посадки [2]. Являясь суккулентом [3], накапливает влагу после дождей в листьях. Кроме того, она конденсируется из воздуха и на их волосках. Однако при избыточном увлажнении почвы происходит отмирание нижних листьев. Вид устойчив к болезням и вредителям.



**Владимир Титок,**  
директор ЦБС НАН  
Беларуси, доктор  
биологических наук,  
доцент

Несколько экземпляров растений в мае 2010 г. было доставлено в Центральный ботанический сад НАН Беларуси для изучения особенностей развития вида в условиях культуры и разработки практических рекомендаций по его воспроизводству с целью расширения природной популяции. За счет интенсивного вегетативного размножения в течение трех лет в условиях коллекции образовалось около 300 дочерних особей, которые служили объектами нашего исследования (рис. 3).

По данным фенологических наблюдений, рост у растений молодила русского начинается в третьей декаде апреля – первой

**М**ноголетнее травянистое растение с утолщенным веретеновидным корневищем. Стебель бороздчатый, редко опушенный короткими железистыми волосками, во время цветения может достигать высоты 30–40 см. Листья розеток обратнойцевидные, расширенные в верхней части, коротко заостренные, с обеих сторон густо покрыты железистыми волосками, а по краю с жесткими ресничками, светло-зеленые и с пурпурной верхушкой (рис. 1). Цветонос длинный. Соцветие рыхлое щитковидное (рис. 2). Прицветники линейные, заостренные, с опушением. Чашечка из 10–14 сросшихся в верхней части заостренных, зеленых, опушенных чашелистиков. Венчик из 10–14 лепестков. Лепестки длиной 9–16 мм, звездчато-распростертые, желтые, линейные, на верхушке заостренные, снаружи опушенные длинными железистыми волосками. Тычинок много, тычиночные нити широкие, пушистые, пыльники желтые. Плоды – многосеменные листовки. Семена мелкие.



Рис. 1. Взрослое растение молодила русского



Рис. 2. Соцветие молодила русского

декаде мая. В конце июня листья взрослых особей поднимаются вертикально вверх, и начинают интенсивно развиваться цветонос и соцветие (рис. 4). Цветет в третьей декаде июля – августе. Период цветения составляет около 30–35 дней. После цветения листья розеток становятся бурными и постепенно засыхают. Семена созревают в конце августа – сентябре. В условиях культуры самосев не наблюдается. После плодоношения растения отмирают. Дочерние особи зимуют в зеленом состоянии.

В целом ритм развития вида в условиях культуры в течение трех лет проходил с чередованием фенологических фаз через относительно стабильные промежутки времени.

Наблюдения показали, что молодило русское в условиях культуры достаточно успешно может размножаться как вегетативно, так и семенами.

*Вегетативное размножение* происходит за счет боковых дочерних розеток, которые образуются в пазухах листьев и соединены с маточным растением тоненьким стебельком. Стебелек растет до тех пор, пока дочерняя розетка не коснется поверхности почвы и не начнет укореняться (рис. 5). При достаточной влажности от детки отрастают воздушные корни. Через некоторое время около материнского растения образуется множество дочерних молодил. Укоренившиеся детки на четвертом (реже – на третьем) году жизни зацветают. Для размножения подходят и дочерние розетки без корней, которые можно отсаживать с ранней весны до сентября.

При *семенном способе размножения* решающее значение имеет способность молодила русского в условиях культуры образовывать жизнеспособные семена. Масса 1000 штук составляет около 0,13 г. Всхожесть семян [4, 5] в комнатных условиях при температуре 21–22 °С на свету колеблется от 6 до 8%, а в термостате как при 10, так и при 24 °С семена не прорастают.



Рис. 3. Общий вид опытной посадки молодила русского в ЦБС НАН Беларуси



Рис. 4. Молодило русское в период цветения



Рис. 5. Вегетативное размножение молодила русского



Очевидно: для семян характерна светочувствительность, которая проявляется в полном отсутствии прорастания в темноте. В связи с этим нами в условиях отапливаемой теплицы была изучена грунтовая всхожесть семян. Для этого в предварительно заполненные субстратом горшки семена рассыпались равномерно по поверхности без мульчирования. Посевы для поддержания оптимального водно-воздушного режима сверху прикрывались стеклом, которое периодически снималось для проветривания всходов.

Первые всходы появились через три дня, массовые – через пять-шесть. Грунтовая всхожесть оказалась невысокой, не более 20% (рис. 6). Прорастание семян надземное.

В третьей декаде марта всходы были распикированы в две ячейковые кассеты по три в каждую ячейку. Одну кассету заполняли супесчаной почвой (рН 6,75), а другую – смесью из супесчаной почвы и верхового торфа в соотношении 1:1 (рН 4,35). Наблюдения за 384 сеянцами показали, что начало появления настоящего листа и боковых корней у растений в обеих кассетах отмечено через 18–20 дней. Через 50–60 дней происходит формирование розетки из 3–5 настоящих листьев.

В мае обе кассеты были вынесены из теплицы. Сеянцы выращивались с применением одинаковых агротехнических мероприятий до сентября, после чего проведен учет и биометрическая оценка сохранившихся растений. Установлено, что большинство растений имели хорошо



Рис. 6. Всходы молодилы русского



Рис. 7. Сеянцы молодилы русского на первом году жизни (сентябрь)

сформированную надземную часть, похожую на дочерние розетки взрослых растений. Однако в кассетах, наполненных смесью из супесчаной почвы и верхового торфа, сохранилось значительно меньшее количество сеянцев (около 43%), чем в супесчаной почве (60%) (рис. 7).

Такое явление обусловлено различной водонакопительной и водоудерживающей способностью использованных для выращивания растений субстратов. Так, супесчаная почва достаточно пористая и быстро пропускает избыточную влагу, что в большей степени соответствует эколого-биологическим требованиям молодилы и благоприятно сказалось на сохранности растений. Напротив, смесь из супеси и верхового торфа за счет значительной водонакапывающей способности последнего отличалась большей влажностью на протяжении всего периода наблюдений, в связи с чем часть сеянцев в этом варианте опыта на ранних этапах жизни погибла в результате загнивания.

В развитии растений, окраске листьев и размерах сохранившихся особей значительных различий не наблюдалось. У большинства сеянцев в обоих вариантах розетки к сентябрю достигли 2–3 см и были пригодны для посадки на постоянное место.

Проведенные исследования показали, что молодилы русское (*Sempervivum ruthenicum* Schnittsp. et C.V. Lehm.) в условиях интродукции – достаточно устойчивое растение и успешно размножается как вегетативно, так и семенами.

Полученные результаты могут служить основой для организации выращивания посадочного материала при реинтродукции (возвращении) вида в пределы его исторического ареала, то есть в естественную среду обитания. ■

Статья поступила в редакцию 19.06.2013 г.

### Summary

The results of research on culture-adapted development, seed and vegetative propagation of *Sempervivum ruthenicum* Schnittsp. et C. V. Lehm. are provided in the article.

### Литература

1. Хоружик Л.И., Сушеня Л.М., Парфенов В.И. и др. // Красная книга Республики Беларусь: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений. – Мн., 2005.
2. Кирсанова Н.В. // Эколого-биологические особенности *Eupatoriium cannabinum* L. (Посконник коноплевидный) в связи с интродукцией в подзоне южной тайги Западной Сибири. Автор. дисс. на соиск.уч. степ. к. б. н. – Томск, 2012.
3. Ільїнська А.Ф. // Анатомічні особливості *Sempervivum ruthenicum* Schnittsp. et C.V. Lehm. та *Rhodiola rosea* A.L. (CRASSULACEAE) / Укр. бот. журн. 1990. Т. 47, №3. С. 24–28.
4. Николаева М.Г., Разумова М.В., Гладкова В.Н. // Справочник по проращиванию покоящихся семян. – Лн., 1985. С. 6–9.
5. Майсурадзе Н.И., Киселев В.П., Черкасов О.А. и др. // Лекарственное растениеводство. Методика исследований при интродукции лекарственных растений. – М., 1984. С. 10–11.
6. Sparks T.H., Gorska-Zajackowska M., Wojtowicz W., Tryjanowski P. Int J Biometeorol. 2011, №55. P. 447–453.
7. Юркевич И.Д., Голод Д.С., Ярошевич Э.П. Фенологические исследования древесных и травянистых растений (методическое пособие). – Мн., 1980. С. 11–14.



# Энергетическая ценность одного гектара торфяной залежи

УДК 553.97+631.6

Общая площадь болот, торфяных почв и месторождений в Беларуси составляет 2,93 млн га, или более 14% территории республики, с оставшимися геологическими запасами торфа 4,2 млрд т. Сформировались четыре основных направления использования торфа: топливное, сельскохозяйственное для производства органических удобрений и питательных субстратов, почвенно-мелиоративное и химико-технологическое с получением малотоннажных наукоемких продуктов переработки торфа для использования в различных отраслях хозяйства. К таким продуктам можно отнести биологически активные вещества, сорбенты, красители, преобразователи ржавчины, косметические средства, препараты для медицины, ветеринарии, бальнеологии и многое другое. Выгодность и эффективность глубокой технологической переработки торфа сомнений не вызывает, поэтому в данной работе это направление рассматривается не во всех аспектах, а только с точки зрения получения препаратов для сельского хозяйства. Более дискуссионными являются три остальных направления использования торфа.

Исторически торфяная промышленность Беларуси началась с использования торфа для энергетических целей, и в предвоенные и послевоенные годы его доля в топливном балансе БССР составляла 61–64%. Ежегодный расход торфа нарастал до середины 70-х гг. прошлого века и достиг 40 млн т в основном для использования в качестве топлива и органических удобрений. Однако после 1976 г., как видно из рисунка, его добыча начала быстро сокращаться из-за исчерпания сырьевых баз многих торфопредприятий и в связи с масштабной добычей более дешевого топлива – горючего газа. К этому времени в республике были закрыты электростанции, работавшие на торфяном топливе, однако добыча торфа для получения коммунально-бытового топлива продолжается и по сей день. Из ранее действовавших в БССР 53 брикетных заводов и крупных торфопредприятий из-за исчерпания сырьевых баз в настоящее время работает только 26, причем на многих из них сырьевые ресурсы приближаются к истощению.

В 2012 г. добыча торфа, по данным Минэнерго, составила

3,25 млн т, а производство торфяных брикетов – 1,36 млн т. При таком потреблении торфа добыча может продолжаться не более 30 лет с постепенным закрытием брикетных заводов и торфопредприятий по мере выработки их сырьевых баз.

Государственная программа «Торф» предусматривает увеличение объемов добычи горючего ископаемого к 2020 г. до 7,5 млн т, в том числе 5,1 млн т для энергетики и 2,4 млн т для сельского хозяйства.

Второе крупнотоннажное направление – использование торфа в качестве органических удобрений – было особенно актуально в послевоенные годы, когда СССР испытывал острый дефицит минеральных удобрений и обеспечение продуктами питания 200-миллионного населения при урожайности зерновых культур около 10–12 ц/га представляло трудную практическую задачу.

Низинные виды торфа содержат до 3–3,5% азота, поэтому крупнейший советский агрохимик Д.Н. Прянишников называл его азотной рудой. Правительством БССР было принято решение о масштабном использовании торфа на удобрения, причем его

добыча полностью финансировалась государством, а сельскохозяйственные предприятия расходовали собственные средства только на вывоз и внесение его в почву, которое благодаря такому стимулированию росло и в 70-х гг. прошлого столетия приблизилось к 25–30 млн т в год. Поэтому в 80-х гг. баланс гумуса в почвах Беларуси почти повсеместно стал положительным (за исключением 4 административных районов). Несмотря на это, многими научными опытами была доказана низкая агрономическая и экономическая эффективность применения торфа в качестве органического удобрения без его предварительной активизации. По этой причине после отмены государственных дотаций на добычу торфа для получения органических удобрений его применение резко сократилось, при этом содержание гумуса в почвах Беларуси снова стало снижаться за счет постепенной минерализации органического вещества до углекислого газа, воды и других минеральных соединений. Средневзвешенное содержание гумуса между VIII и XI турами агрохимического обследования почв в среднем по республике снизилось с 2,28 до 2,24%, и данная тенденция наблюдается и сейчас в каждом втором административном районе [3].

Целесообразно использовать торф на животноводческих комплексах для компостирования с полужидким навозом. Качество органических удобрений от такого компостирования существенно улучшается, но для этих целей республике необходимо ежегодно около 3 млн т торфа, однако трудность состоит в том, что далеко не все животноводческие комплексы расположены вблизи действующих торфопредприятий, поэтому проблема не везде решается из-за высокой стоимости перевозок.

Третьим крупным источником расхода органического вещества торфа является использование мелиорированных торфяных почв, общая площадь которых в Беларуси вместе с переданными

сельским производителям землями, расположенными на выработанных торфяных месторождениях, составляет 1068 тыс. га, и еще 17 тыс. га, выделенных под возделывание сельхозкультур, принадлежит лесному хозяйству, а всего – 1085 тыс. га. Ежегодный расход торфа 40%-ной условной влажности на этой территории из-за естественных и неизбежных процессов минерализации органического вещества составляет 9,8 млн т [4], поэтому на таких почвах постепенно происходит уменьшение глубины торфяного слоя.

В условиях ограниченности торфяных ресурсов существует необходимость обоснования стратегии и технологий наиболее рационального их использования. В решении этой проблемы возникает вопрос: как сравнить эффективность применения торфа по вышеуказанным направлениям? Ее экономическая оценка, безусловно, важна, однако в условиях инфляции и нестабильности цен можно сделать лишь краткосрочные выводы. Энергетическая эффективность является одним из наиболее объективных показателей производства и потребления, отражающих соотношение материальных затрат и получаемой прибыли. Энергия – наиболее стабильная мера, не подверженная инфляции. В этой подсистеме можно определить как затраченную, так и полученную энергию в одних и тех же единицах – калориях, джоулях. Такой подход позволяет количественно оценить и сравнить все направления использования торфа с энергетической точки зрения и сделать заключение об энергетической эффективности его применения.

Учитывая, что все три направления крупнотоннажного потребления торфа имеют в своей основе процессы его окисления – ускоренного в пламени топок, либо замедленного биохимического в почвах, можно принять для сравнительной оценки этих направлений единый универсальный энергетический показатель – джоуль. Это позволит оценить количество энергии, которое можно получить при использовании 1 га торфяной залежи при добыче торфа на топливо или удобрения и при возделывании сельскохозяйственных культур на осушенной торфяной почве.

Для сравнительной оценки разных направлений использования энергии были приняты следующие исходные данные: площадь торфяной залежи – 1 га, глубина торфяного слоя – 1 м, запас сухого торфа – 1200 т. В среднем ежегодная добыча сухого торфа на топливо принята 300 т, поскольку, как правило, выработывают слой от 10 до 30 см за сезон в зависимости от мощности завода и погодных условий. При возделывании на торфяной почве зерновых культур расход сухого торфа с 1 га составляет 7 т, многолетних трав с перезалужением через 5–7 лет – 4 т, а при возделывании многолетних лугов – 2 т [4]. При удобрении торфом минеральных почв среднегодовой расход его сухого вещества принят 12 т/га. Урожай зерновых культур на торфяной почве принят 5 т зерна и столько же соломы с 1 га, урожай многолетних трав – 10 т сена с 1 га. Прибавка урожая зерна от внесения на 1 га минеральной почвы торфонавозного компоста (ТНК) в первый год составляет 1,2–1,3 т, а в последующие три года – по 0,3–0,5 т [5, 7]. Всего от

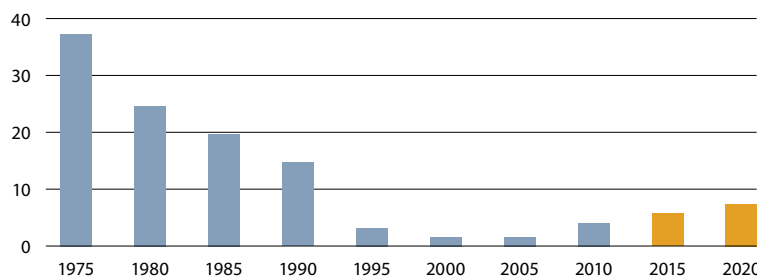


Рис. 1. Годовая добыча торфа в Беларуси с 1975 г. и в перспективе на период до 2020 г., млн т

Вид использования торфа	Ежегодный расход сухого торфа, т	Продолжительность использования торфа, год	Продуктивная фитомасса при использовании торфа, т		Какое количество энергии можно получить, МДж			Выход к. ед. на 1 т сухого торфа
			За 1 год	За все время	За 1 год	За все время	В расчете на 1 т сухого торфа	
На топливо при КПД=85%	300	4	-	-	$5,33 \times 10^6$	$21,32 \times 10^6$	$1,78 \times 10^4$	-
На топливо при КПД=60%	300	4	-	-	$3,76 \times 10^6$	$15,08 \times 10^6$	$1,26 \times 10^4$	-
В качестве органических удобрений	12	100	2,5 (зерно) +2,5 (солома)	500	$8,79 \times 10^6$	$8,79 \times 10^6$	$0,73 \times 10^4$	2,8
Под посевы зерновых культур	7	171	5,0 (зерно) +5,0 (солома)	1710	$17,58 \times 10^4$	$30,06 \times 10^6$	$2,510 \times 10^4$	9,6
Под посевы многолетних трав с перезалужением через 5-7 лет	4,0	300	10,0 (сено)	3000	$17,58 \times 10^4$	$52,74 \times 10^6$	$4,40 \times 10^4$	12,5
Под долгодлительный луг	2	600	10,0 (сено)	6000	$17,58 \times 10^4$	$105,48 \times 10^6$	$8,79 \times 10^4$	25,0
Под лесные культуры или тростник	2	600	10,0 (биомасса)	6000	$17,58 \times 10^4$	$105,48 \times 10^6$	$8,79 \times 10^4$	-

Таблица 1. Сравнительная оценка основных направлений использования 1 га торфяного месторождения с глубиной залежи 1 м (общий запас энергии торфа составляет  $25,12 \times 10^6$  МДж)

внесения в почву 12 т сухого торфа в виде торфонавозного компоста прибавка урожая принята 2,5 т зерна и столько же соломы.

Теплота сгорания 1 кг сухого торфа – 20,93 МДж, 1 кг сухой фитомассы – 17,58 МДж [6]. В расчетах не учтены затраты энергии на осушение торфяной залежи, добычу и перевозку торфа, приготовление и внесение торфонавозного компоста, обработку почвы, посевы, производство и внесение минеральных удобрений и уборку урожая, так как в разных вариантах использования торфяной залежи они взаимно уравновешиваются. Например, осушение торфяных залежей требуется для всех направлений использования, для энергетического и сельскохозяйственного направлений нужны перевозки торфа, а при эксплуатации мелиорированных земель требуются перевозки семян, удобрений, урожая. При расчете энергетической ценности торфяных брикетов, кускового и фрезерного торфа учитывалось, что теплота сгорания сухого кускового торфа и брикета составляет в среднем 20,93 МДж/кг, но на производство 1 т брикета расходуется 1,33 т торфа, поскольку 0,33 т его (или эквивалентное количество другого энергоносителя) расходуется на сушку фрезерного торфа перед брикетированием, поэтому количество энергии, получаемое при

сжигании 1 т брикета, делится на коэффициент 1,33. По такой же причине теплота сгорания фрезерного торфа 40%-ной условной влажности принималась равной 15,74 МДж/кг с учетом затрат энергии на испарение воды.

Для определения всех энергозатрат по приготовлению и применению удобрений по каждому виду выполненных работ подсчитаны: прямые (расход электроэнергии; расход на горючие и смазочные материалы и др.) и овеществленные затраты (на производство аммиака, солей металлов, лигандов, гуминового препарата, сельскохозяйственных машин и др.), расходы на строительство производственного здания и затраты труда. Коэффициент энергетической эффективности  $k$  определяли как отношение энергии, накопленной в прибавке урожая за счет применения удобрений, к энергозатратам на производство и внесение удобрений и уборку дополнительного урожая.

При принятых условиях расчетов в метровом слое торфяной залежи содержится  $25,12 \times 10^6$  МДж энергии. Данные о сравнительной энергетической оценке разных направлений использования 1 га метрового слоя торфяной залежи представлены в табл. 1. Из общего запаса энергии на 1 га при сжигании торфа в современных топках с КПД 60–85% реально может быть

использовано от  $15,08 \times 10^6$  МДж до  $21,32 \times 10^6$  МДж в зависимости от того, в какой форме он сжигается. Наиболее выгодно сжигать кусковой торф, так как он сушится на открытом воздухе без дополнительных затрат энергии. Прямое сжигание фрезерного торфа и сжигание торфяных брикетов энергетически менее выгодно по сравнению с кусковым торфом, однако коммунальные и бытовые потребители предпочитают использовать более дорогой брикет из-за его лучших по сравнению с кусковым торфом физико-механических свойств. Для производства брикетов торф добывают фрезерным способом, требующим больших размеров полей добычи прямоугольной формы, что возможно только на крупных торфяных месторождениях, тогда как выпуск кускового может быть организован и на малых торфяных месторождениях с применением агрегата, состоящего из трактора и прицепной машины, добывающей и формующей торф, а также растилающей сформованные куски для сушки.

Применение торфа в качестве топлива позволяет в течение года получить с 1 га торфяной залежи энергии во много раз больше, чем при сельскохозяйственном использовании, однако продолжительность эксплуатации 1 га залежи с метровым слоем торфа на топливо ограничена 4 годами,

что в 25–150 раз меньше, чем при сельскохозяйственном использовании. После сработки торфяной залежи требуются дополнительные затраты средств и энергии на рекультивацию поверхности выработанного торфяного месторождения. При сжигании в топках органическое вещество торфа уничтожается, а дополнительной, новой энергии при этом не создается. При всех способах сжигания в атмосферу выделяется углекислый газ, выведенный из нее растениями-торфообразователями в прошлые эпохи и запасенный в виде органического вещества. Используя торф в виде топлива или органических удобрений, люди неизбежно выпускают в атмосферу этот законсервированный в древности диоксид углерода.

Невысока энергетическая эффективность применения торфа в качестве органического удобрения даже в виде торфонавозного компоста. Это связано с тем, что основная часть энергии (более 2/3) внесенной в почву органического вещества расходуется не на продуцирование урожая сельскохозяйственных культур, а на поддержание жизнедеятельности почвенных микроорганизмов, минерализующих органическое вещество. Вследствие этого внесенный в почву торф в течение нескольких лет разрушается и прекращает свое положительное действие на возделываемые культуры. Окупаемость 1 т навоза на фоне минеральных удобрений составляет 0,7–1,2 ц кормовых единиц, а торфа – только 0,09 ц кормовых единиц [5, 7], однако после активизации органического вещества эффективность применения торфа многократно увеличивается [8].

Энергетически еще более рационально использование торфяной залежи в качестве мелиорированной торфяной почвы для возделывания сельскохозяйственных культур.

Расчеты, основанные на многолетних статистически достоверных данных, показывают, что метровый слой торфяной почвы можно использовать для

возделывания зерновых культур в течение 171 года, многолетних трав с перезалужением через 5–7 лет – в течение 300 лет, а при возделывании долголетних лугов – не менее 600 лет. Валовое количество продуктивной фитомассы, которое можно получить с 1 га торфяной почвы за время эксплуатации метрового слоя, составит: при возделывании зерновых культур – 1710 т (855 т зерна и столько же соломы); многолетних трав с перезалужением через 5–7 лет – 3000 т сена; при возделывании долголетних лугов – 6000 т сена. Валовое количество энергии, заключенное в произведенной фитомассе, соответственно будет равно  $30,06 \times 10^6$ ,  $52,74 \times 10^6$  и  $105,48 \times 10^6$  МДж. При возделывании зерновых культур на торфяной почве в течение 171 года валовое количество энергии в собранных урожаях примерно на 20% превышает количество энергии, заключенной в израсходованном на получение урожаях торфе. При выращивании на мелиорированной торфяной почве многолетних трав суммарное количество энергии, заключенное в урожаях, в 2–4 раза превосходит энергию израсходованного торфа. При возделывании лесных культур также создается прирост энергии в виде органического вещества биомассы, например, при получении 10 т/га прироста сухой биомассы ежегодно можно получать по  $17,58 \times 10^4$  МДж энергии. Это объясняется тем, что при возделывании сельскохозяйственных и лесных культур на осушенных торфяных почвах взамен использованной энергии минерализованного торфа растениями в процессе фотосинтеза поглощается и аккумулируется в биомассе энергия Солнца, которая трансформируется в органическое вещество, синтезируемое из углекислого газа и воды. В этом процессе при образовании 1 грамм-молекулы глюкозы связывается 2867 кДж солнечной энергии [9].

В биоклиматических условиях Беларуси наибольший годовой прирост биомассы на 1 га

торфяной почвы дают насаждения березы, ивы (до 14 т), тростника, канареечника и манника – до 18 т [10–12]. В Финляндии для выращивания биомассы на топливо культивируют иву с трехлетним циклом уборки [13], причем на опытной станции по выращиванию энергетической биомассы изучается более 250 ботанических форм ивы.

Количество и качество поступающей космической энергии на земную поверхность широко варьируется в зависимости от многих факторов – альбедо, широты местности, рельефа, погодных условий и др., что в конечном итоге влияет на климат и биопродуктивность территорий. Из общего количества поступающей на земную поверхность космической энергии в безоблачную погоду доля фотосинтетически активной радиации в зависимости от высоты стояния Солнца над горизонтом составляет 28–43% [14]. Однако по очень многим причинам (их всего около 50: уровень минерального питания растений, реакция почвенной среды, температурный и водный режимы, состояние атмосферы и др.) большинство растений усваивает менее 1% солнечной энергии (в среднем лишь 0,58%), поступающей на земную поверхность из космоса [15], хотя отдельные виды, например сообщества гавайского сахарного тростника, способны усваивать до 2,5% [16]. Теоретически возможный коэффициент полезного действия фотосинтеза оценивается в 4–6% [9] – в 7–10 раз выше, чем в настоящее время в среднем на суше. По абсолютной величине в большинстве случаев чистая продуктивность фотосинтеза составляет от 5 до 12 г сухого вещества на 1 м<sup>2</sup> поверхности листьев в сутки [9].

Агрономические способы получения энергии на торфяных почвах могут быть вполне конкурентоспособными, а главное – биосферно совместимыми, так как они позволяют получать возобновляемое энергетическое сырье, не нарушая экологическую ситуацию на прилегающих зем-

лях и не поставляя в атмосферу дополнительных количеств углекислого газа, фиксированного в прошлые эпохи (баланс диоксида углерода отрицательный). Мелиорированные торфяные почвы должны использоваться по своему назначению – для производства сельхозпродукции, а для выращивания энергетической и технологической биомассы целесообразна эксплуатация выработанных торфяных месторождений.

В Беларуси такие работы пока только начинаются, и нет никаких принципиальных аргументов против современных агрономических методов для выращивания на выработанных участках энергетической и технологической биомассы. Имеются лишь вполне преодолимые технические трудности, которые могут быть сняты при выполнении комплекса научно-исследовательских работ и организационно-хозяйственных мероприятий. Это позволит перейти от добычи энергетического и органического сырья к его систематическому целенаправленному воспроизводству в необходимом количестве и с заданным качеством. Именно воспроизводство органического вещества должно стать в будущем генеральным направлением в использовании природных ресурсов болот. По мере исчерпания сырьевых баз для добычи торфа можно ожидать постепенного увеличения доли биомассы в энергетическом балансе страны. Энергетика, основанная на систематическом

использовании естественных производительных сил болот, будет постепенно трансформироваться из биосферно несовместимой (добыча торфа) в природоохранную отрасль народного хозяйства. В развитие этого тезиса добавим, что в 2013 г. в Беларуси начался трехлетний международный проект (Беларусь – Германия) по получению и сжиганию биомассы болотных растений. Пилотными территориями выбраны выработанные участки торфяного месторождения Докудовское и болото Споровское.

Основными причинами непригодности таких земель для растениеводства являются низкое положение в рельефе, не позволяющее отрегулировать водный режим для сельскохозяйственных растений экономически выгодными способами, подстилки торфяного слоя сапропелем, мергелем, торфотуфом или карбонатными отложениями, вызывающими ретроградацию фосфорных удобрений, сильно кислая реакция среды, для нейтрализации которой требуется 10–16 т/га известковых удобрений и др. [17]. В Брестской области из общего количества сельскохозяйственных земель на выработанных торфяных месторождениях 9543,4 га для возделывания сельхозкультур непригодно 3795,5 га, в Гродненской из 15119 га – 7121 га, в Минской из 33035,3 га – 8090,5 га, в Могилевской из 6344,4 га – 1231,1 га. Многие из таких земель оказались заброшенными. Они подлежат выведению из сельско-

хозяйственного оборота, после чего будут использоваться для естественного лесовозобновления и повторного заболачивания. В настоящее время в республике начался переход от болотоведения к болотоводству [18], то есть от познания болот к управлению ими. В перспективе вполне реально ожидать, что для получения компостов можно будет использовать биомассу болотных растений вместо торфа.

Более эффективными по сравнению с ТНК являются сбалансированные органоминеральные удобрения (СОМУ), приготавливаемые в специальных цехах и содержащие полный набор основных питательных веществ в наиболее благоприятных для растений соотношениях. Энергетическая эффективность разных видов удобрений на основе торфа оценивалась как разница между энергией полученных урожаев и энергией, затраченной на их производство и уборку, рассчитанной по методике [19]. Результаты представлены в табл. 2.

Энергозатраты на производство и внесение ТНК при дозе 62 т/га (1 раз в 4–5 лет) составили  $30,11 \times 10^3$  МДж/га, для СОМУ при дозе 45 т/га –  $23,84 \times 10^3$  МДж/га. Так как органические удобрения действуют примерно 3 года, то на первую культуру отнесено 50% всех затрат, а на две последующие – остальные 50%. Таким образом, энергетические затраты на применение и производство органических удобрений под конкретные культуры (картофель,

Таблица 2. Энергетическая эффективность производства и применения различных видов и форм удобрений

\* Учитывался только основной урожай (зерно, клубни, корнеплоды)

Наименование удобрения	Энергозатраты на производство и применение, МДж/га	Культура	Количество обработок	Доза внесения		Прибавка урожая, ц/га*	Энергия, накопленная в прибавке урожая, МДж/га	Коэффициент энергетической эффективности
				т/га	л/га			
Торфяноазотный компост + НРК удобрения	$15,06 \times 10^3$	картофель	–	62	–	93,0	$2,58 \times 10^4$	1,7
		зерновые	–		–	25,8	$2,92 \times 10^4$	1,9
Сбалансированные органоминеральные удобрения	$11,92 \times 10^3$	картофель	–	45	–	106–182	$2,94–5,04 \times 10^4$	2,5–4,2
		зерновые	–		–	28,1–40,6	$3,18–4,60 \times 10^4$	2,7–3,9
Жидкие гуминовые микроудобрения «ЭлеГум»	169	сах. свекла, корнеплоды	2	–	2,4	27,0	$0,88 \times 10^4$	52
	103–254	зерновые	1–3	–	1,4–3,6	5,7–5,8	$0,57 \times 10^4$	25–65
	75–84	кукуруза	1	–	1,2	10,8–20,6	$1,58–3,01 \times 10^4$	187–400

озимые и яровые зерновые) составляли  $15,06 \times 10^3$  МДж/га для ТНК и  $11,92 \times 10^3$  МДж/га для вариантов с СОМУ.

Энергетический анализ технологий производства и использования традиционных ТНК, СОМУ, а также жидких комплексных микроудобрений на основе гуминовых веществ подтверждает их высокую агротехнологическую эффективность. Так, энергия, накопленная в прибавке урожая, в вариантах с СОМУ была почти в два раза выше, чем в варианте ТНК с минеральными удобрениями. Примерно в два раза был выше и коэффициент энергетической эффективности. В варианте с СОМУ этот коэффициент достигал значений 4,2 на картофеле и 3,9 на зерновых культурах.

Прямые затраты энергии на получение жидких гуминовых микроудобрений «ЭлеГум» в общей сумме относительно невелики. Основная доля расходов энергии приходится на получение овеществленных, связанных с использованием таких химических препаратов и компонентов, как сульфаты меди, цинка, марганца, водного аммиака, жидкого гуминового препарата и др. Энергетические эквиваленты микроэлементных солей довольно высокие (43–103 МДж/кг), поэтому затраты на их производство составляют основную, а на применение – меньшую часть.

Затраты энергии на применение гуминовых микроудобрений складываются из расхода дизельного топлива и энергоёмкости трактора и сельхозмашин. Подкормщик-опрыскиватель с шириной захвата 15 м при некорневой подкормке посевов расходует с дизельным топливом около 10,5 МДж/га. Доля живого труда в производстве «ЭлеГум» весьма мала – 0,01% всех энергозатрат.

Высокие в целом коэффициенты энергетической эффективности от применения «ЭлеГум» получены за счет того, что при малых дозах этих микроудобрений (1–3 л/га) достигнуты значительные прибавки урожая сельскохозяйственных культур [20, 21].

Согласно данным табл. 2, на порядок и более высокие, чем при использовании органических удобрений на торфяной основе (ТНК и СОМУ), получены коэффициенты энергетической эффективности от применения жидких гуминовых микроудобрений «ЭлеГум» при возделывании зерновых культур ( $k = 25–65$ ), сахарной свеклы (52) и кукурузы на зерно (187–400).

Таким образом, генеральным направлением использования торфа в ближайшем будущем должна стать его глубокая технологическая переработка с получением наукоемких продуктов с высокими коэффициентами энергетической эффективности. Перспективными направлениями могут быть выращивание энергетической и технологической биомассы и использование мелиорированных торфяных почв для возделывания многолетних трав. ■

Статья поступила в редакцию 04.03.2013 г.

**Николай Бамбалов,**

завлабораторией биогеохимии ландшафтов Института природопользования НАН Беларуси, академик

**Геннадий Соколов,**

завлабораторией агроэкологии Института природопользования НАН Беларуси, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

**Наталья Гаврильчик,**

научный сотрудник Института природопользования НАН Беларуси

**Нина Тановицкая,**

ведущий научный сотрудник Института природопользования НАН Беларуси, кандидат технических наук

### Summary

The burning of peat extracted from 1 ha of peat layer depth of 1 m in furnaces with the efficiency of 60–85 % it can be got the thermal energy in the amount of  $15,08 \times 10^6$  to  $21,32 \times 10^6$  MJ, depending on the form in which it is burned (briquettes, lump, milling). Advantage of the use of peat as a fuel is a large amount of energy in a period of 4 years, but the disadvantage – complete exhaustion of its reserves within the same period.

Using 1 ha of peat deposit depth of 1 m as ameliorated agricultural soil, crops can be cultivated during 170–600 years and yields of biomass can be harvested with the total energy in 2–4 times more than energy contained in peat. The advantages of the using of peat soils are long duration of use of peat deposit and getting more energy than the burning of peat.

Depleted peat fields is energetically and ecologically advantageous to use for wood biomass and tall marsh grasses.

The most high rates of energy efficiency have balanced organic fertilizers and biologically active humic substances obtained from peat.

### Литература

1. Тюреминов С.Н. Торфяные месторождения. – М., 1976.
2. Бамбалов Н.Н., Ракович В.А. Роль болот в биосфере. – Мн., 2005.
3. Богдевич И.М. и др. Агрехимическая характеристика почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь. – Мн., 2012.
4. Бамбалов Н.Н. Агрогенная эволюция осушенных торфяных почв // Почвоведение. 2005, №1. С. 29–37.
5. Лапа В.В., Рак М.В., Серая Т.М. и др. Ресурсосберегающая технология компостирования полужидкого навоза с торфом и другими компонентами (рекомендации). – Мн., 2012.
6. Справочник по торфу. – М., 1982.
7. Васильев В.А., Филиппова Н.В. Справочник по органическим удобрениям. – М., 1988.
8. Тишкович А.В., Шныриков В.Г., Зубовский В.С. Природа торфа и эффективность удобрений на его основе. – Мн., 1987.
9. Лебедев С.И. Физиология растений. – М., 1988. С. 208, 228.
10. Смоляк Л.И., Рубан Н.Н. Сравнительная продуктивность болот Полесья. – Мн., 1985.
11. Сцепановіч І.М., Сцепановіч А.Ф. Прадукцыйнасьць надземнай фітамасы прыродных травяных згуртаванняў Беларусі // Природные ресурсы. 2002, №2. С. 5–9.
12. Валетов В.В. Фитомасса и первичная продуктивность безлесных и лесных болот. – Мн., 1992.
13. Aijava M., Heikkiala M., Sepala M. Wood from forests fellings or from willow fields // Energy Innovation-Imaran Voima's Research and Development Report. 1991.
14. Реймерс Н.Ф. Природопользование. Словарь-справочник. – М., 1980.
15. Роджер М. Джеффорд. Глобальный фотосинтез и проблема пищевых и энергетических ресурсов // Фотосинтез. 1987. Т. 2. С. 411–453.
16. Роджер М. Джеффорд, Колин Л.Д. Дженкинс. Использование достижений науки о фотосинтезе в целях повышения продуктивности культурных растений // Фотосинтез. 1987. Т. 2. С. 365–410.
17. Бамбалов Н.Н., Матусевич Л.В., Мееровский А.С. и др. Причины низкой продуктивности сельскохозяйственных земель на выработанных торфяных месторождениях // Земля Беларуси. 2010, № 4. С. 30–37.
18. Бамбалов Н.Н. Болотоводство как наука и отрасль хозяйства // Торф в решении проблем энергетики, сельского хозяйства и экологии. – Мн., 2006. С. 271–275.
19. Севернев М.М. Энергосберегающие технологии в сельскохозяйственном производстве. – Мн., 1994.
20. Рак М.В., Лапа В.В. и др. Применение жидких комплексных гуминовых удобрений с микроэлементами «ЭлеГум». Рекомендации. – Мн., 2009.
21. Рак М.В., Лапа В.В., Соколов Г.А. и др. Применение комплексных гуминовых микроудобрений «ЭлеГум». Рекомендации. – Мн., 2013.

# Голографическая индустрия: достижения и перспективы

К числу наиболее перспективных информационных технологий будущего исследователи относят голографию. На данный момент Беларусь занимает ведущие позиции в развитии голографических технологий, во многом благодаря деятельности белорусского ученого Л.В. Танина и основанного им предприятия ЗАО «Голографическая индустрия». В нынешнем, 2013 г. предприятие – лидер в области защитной голографии – отмечает свой 15-летний юбилей, и это хороший повод вспомнить историю его развития, познакомиться с его инновационной продукцией и научными наработками.

## Белорусский опыт востребован за рубежом

История ЗАО «Голографическая индустрия» берет начало в 90-х гг. прошлого века, когда в Беларуси возникла необходимость создания национальной системы защиты документов, ценных бумаг и особо ценных объектов на основе голографических методов. Леонид Викторович разработал стратегию внедрения данной

*Автор более 300 научных работ, связанных с разработкой и использованием голографических и стекл-оптических методов, устройств и приборов, обладатель 50 авторских свидетельств и патентов, кандидат физико-математических наук Леонид Танин еще в 1976 г. осуществил запись первой в Беларуси отражательной голограммы, участвовал в организации первой Всесоюзной выставки художественных голограмм в 1978 г., разработал технологии серийного производства отражательных голограмм.*

технологии и добился ее реализации. Это позволило значительно снизить количество подделок на отечественном рынке, а также увеличить налоговые поступления в бюджет страны. В Беларуси голограммами защищается более 100 видов продукции. Создать и внедрить данную систему удалось в том числе и благодаря сочетанию частной инициативы и государственного регулирования. Кстати говоря, ЗАО «Голографическая индустрия» также является примером успешного сотрудничества государства и частного капитала: 51% его акций принадлежит государственным организациям. Неудивительно, что именно это предприятие было выбрано местом проведения семинара для членов Совета Республики Нацио-

нального собрания Республики Беларусь «Развитие государственно-частного партнерства в сфере инновационной деятельности».

Специалистам удалось освоить весь спектр основных голографических технологий, а комплекс современного оборудования на данный момент позволяет выполнять заказы любой сложности. Продукция предприятия экспортируется в более чем десять стран мира; предприятие участвует в создании акцизных марок Азербайджана, Киргизии и Непала. Высокий уровень «Голографической индустрии» подтверждает членство в Международной ассоциации производителей голограмм (Лондон, Великобритания) и «Клубе лидеров торговли» (Париж, Франция).

Голография – метод записи, сохранения и восстановления волновых фронтов, открытый в 1947 г. Дэннисом Габором (Великобритания) в ходе экспериментов по повышению разрешающей способности электронного микроскопа. Им же введен термин «голограмма» (др.-греч. «холос» – полный + «графо» – пишу; т.е. «полная запись»). В 1971 г. ученый получил Нобелевскую премию по физике за изобретение и развитие голографического принципа.

Голография применяется как средство идентификации и защиты документов, ценных бумаг и товаров от подделки, с целью контроля вскрытия различных приборов (кассовые аппараты, счетчики воды и электричества), в военном деле (прицелы и другие оптические приборы), для хранения информации (голографические многоцелевые диски – HVD), как голографические дисплеи (для презентаций, рекламы). Используется также в деле сохранения памятников истории и культуры, в качестве элемента дизайна интерьера, для создания объемных портретов и самостоятельных произведений искусства.



Пресс-конференция, посвященная открытию Всемирной выставки художественных голограмм «Голография-2011. Минск» (Выставочно-экспозиционный зал НАН Беларуси)



ЗАО «Голографическая индустрия» предлагает своим заказчикам все основные виды голографической продукции. Прежде всего, это различные *защитные голограммы*. В процессе их изготовления выращивается уникальная голографическая матрица, с которой затем можно изготовить практически неограниченный тираж голограмм, причем возможны любые размеры и очертания, а также печать термотрансферным принтером и лазерная гравировка. Готовые голограммы могут быть нанесены на поверхность ручным методом, с помощью аппликатора или этикет-машины.

*Голографическая фольга горячего тиснения* предназначена для переноса изображения на изделие при помощи полиграфии. Отличительной особенностью данной фольги является наличие микрорельефа на металлизированном слое (эффект объемности изображения), что позволяет

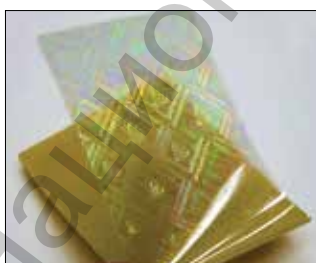
добиться фактур и поверхностей, которые невозможно получить печатными красками. Кроме защиты и идентификации продукта голографическая фольга способна эффектно дополнить дизайн и украсить упаковку, тем самым привлечь внимание потребителя.

*Пауч, или ламинационный карман для документов*. При попытке вскрытия голографическая пленка разрушается, что гарантирует подлинность документа в неповрежденном кармане. При этом и сама пленка также может быть оснащена множеством уровней защиты.

Особняком среди продукции ЗАО «Голографическая индустрия» стоят голограммы, имеющие преимущественно эстетическую ценность. Это *поздравительные открытки с голограммами*, способные по-настоящему удивить и доставить радость их обладателям, а также *голографические брелоки, магнитики с*

*голограммами* и другие оригинальные сувениры.

Процесс слияния высоких технологий с изобразительным искусством был наглядно продемонстрирован на выставках художественных голограмм, организованных ЗАО «Голографическая индустрия». В 2011–2013 гг. предприятие при поддержке НАН Беларуси стало организатором четырех крупных международных выставок: в Минске (выставочно-экспозиционный зал Национальной академии наук Беларуси, 2011 г.), в Астане (Дворец школьников, 2012 г.), в Витебске (Витебский областной краеведческий музей, 2012 г.) и в Гомеле (Гомельский дворцово-парковый ансамбль, 2013 г.). Данные экспозиции, собравшие лучшие художественные голограммы из разных стран мира, привлекли огромное количество посетителей (суммарно свыше 120 тыс. человек), получили высокую оценку специалистов и СМИ.



### Разработки, не имеющие аналогов в мире

ЗАО «Голографическая индустрия» создало несколько принципиально новых разработок, стремительно завоевывающих зарубежные рынки. Среди них – юниграммы и кодограммы, блистерная упаковка с голографической защитой, матрица для тиснения голограмм на металле.

Юниграмма представляет собой многослойный материал, состоящий из голограммы и латентного (скрытого) изображения. Такое изображение можно увидеть только с помощью специального идентификатора (особое светопреломляющее стекло). Тем самым юниграмма объединяет в себе защитные свойства латентограммы и голограммы и может содержать более десяти степеней защиты от подделки ценных бумаг, документов, а также служит средством идентификации пластиковых банковских карточек, избирательных бюллетеней. Юниграмму можно разместить на этикетке (алкогольная продукция, косметические средства), непосредственно на продукции (лекарственные препараты, сложная бытовая техника), на ценнике либо упаковке (одежда, украшения, ювелирные изделия). Она гарантирует производителю практически стопроцентную защиту его интересов, а потребителю – заявленное качество и безопасность товара.

Еще одна уникальная технология, обладателем которой является ЗАО «Голографическая индустрия», – это тиснение голографического изображения на металле. При помощи никелевой матрицы проводится тиснение изображения на более мягком металле (золото, серебро, медь), что позволяет размещать голографическое изображение на памятных монетах, слитках драгоценных металлов, ювелирных украшениях из золота и серебра (кулонах, брелоках, перстнях). При этом голограмма, гарантируя подлинность изделия и сообщая потребителю всю информацию о нем (вес, состав и др.), не утяжеляет товар.

Более того, она служит прекрасным средством привлечения внимания к ювелирному изделию – сама сверкает в лучах света как бриллиант. Голографическое изображение покрывается защитным слоем, что оберегает его от механических повреждений. Среди изделий, созданных по этой инновационной технологии, – памятные монеты, выпущенные совместно с Казахстанским и Санкт-Петербургским монетными дворами, а также кулоны из золота и серебра, произведенные совместно с российским предприятием «Красносельский ювелирпром».

Предметом особой гордости ЗАО «Голографическая индустрия» является не имеющая аналогов в мире разработка – блистерная упаковка с голографической защитой, ставшая обладателем почетного диплома в номинации «Упаковка» на конференции «Holo-pack Hologram 2008» в Канаде (Торонто). Данный продукт был специально разработан для упаковки сертифицированных бриллиантов и драгоценных камней. Проблема заключалась в том, что специалисту самостоятельно сложно оценить параметры бриллианта, влияющие на его ценность: цветность, чистоту, вес, форму, а геммологическая экспертиза стоит недешево, к тому же требует времени. Облегчить жизнь как покупателям бриллиантов, так и добросовестным продавцам помогает блистерная упаковка с голографической защитой. На ее поверхности размещаются результаты оценки, проделанной геммологическим сертификационным центром. При попытке вскрытия такая упаковка необратимо разрушается. То есть целостность упаковки сама по себе является гарантом заявленного качества бриллианта или ценного камня. Никаких дополнительных экспертиз не требуется. К тому же благодаря прозрачному окошку товар виден практически полностью, и покупатель может внимательно осмотреть изделие. Все компоненты упаковки

изготавливаются на территории Республики Беларусь, что позволяет сделать этот продукт не только качественным, но и недорогим. Неудивительно, что блистерная упаковка с голографической защитой, которую производит ЗАО «Голографическая индустрия», стремительно завоевывает рынки соседних стран и вызывает большой интерес у партнеров из дальнего зарубежья.

ЗАО «Голографическая индустрия» энергично расширяет географию своей деятельности как в западном направлении, так и в восточном. С 2011 г. в Вильнюсе работает совместное белорусско-литовское предприятие «GP Holographics», производящее защитные голограммы для европейского рынка. А в нынешнем году стало известно об открытии в Астане совместного предприятия «Голография Kazakh-Bel».

Свидетельством высокого международного авторитета белорусских производителей голограмм является и то, что в 2011 г. именно Минск был выбран в качестве места проведения 8-й Международной научно-практической конференции «ГолоЭкспо-2011» «Голография. Наука и практика». Это мероприятие – одно из центральных событий мирового масштаба в области голографии, собравшее крупнейших ученых и производителей из многих стран мира.

Успешная деятельность ЗАО «Голографическая индустрия» обеспечивается высококвалифицированным персоналом. Это ученые в области физики и оптики, имеющие степени докторов и кандидатов наук, опытные дизайнеры, специалисты и высокопрофессиональные менеджеры. Во многом благодаря им Беларусь идет в авангарде развития мировой голографии, обеспечивая себе достойное место в высокотехнологичной, наукоемкой экономике XX века. ■

THE BELARUS STATE CONCERN BELNEFTEKHM

**MINERAL  
WAX  
PLANT**



**ЗАВОД  
ГОРНОГО  
ВОСКА**

**БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОНЦЕРН БЕЛНЕФТЕХИМ**

- ПАРАФИНЫ НЕФТЯНЫЕ ТВЕРДЫЕ**
- ХИМРЕАГЕНТЫ ДЛЯ РЕМОНТА И СТРОИТЕЛЬСТВА**
- НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ СКВАЖИН**
- КОНСЕРВАЦИОННЫЕ МАСЛА И СМАЗКИ**
- АНТИАДГЕЗИОННЫЕ И РАЗДЕЛИТЕЛЬНЫЕ СМАЗКИ**
- МОДЕЛЬНЫЕ СОСТАВЫ ДЛЯ ТОЧНОГО ЛИТЯ**
- СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА**
- ВОСКИ ЗАЩИТНЫЕ**
- ПЛАСТИЧНЫЕ СМАЗКИ**
- СПЕЦИАЛЬНЫЕ МАСЛА**

**222823, Республика Беларусь,  
Минская обл., Пуховичский р-н,  
г.п. Свислочь**

**Тел.: +375 1713 64263, 64468  
Тел./факс: +375 1713 64241, 64400  
E-MAIL: MARKET@ZGW.BY**

**WWW.ZGW.BY**

Компания «Голлографическая индустрия» более 15 лет разрабатывает и производит голлографическую продукцию по технологии полного цикла с использованием оригинальных ноу-хау, которые позволяют создавать уникальную защиту от подделок. Компания является членом Международной Ассоциации Производителей Голлограмм (ИНМА), и следование ее принципам гарантирует нашим Клиентам защиту от несанкционированного повторения заказанного голлографического изображения.



#### **Защитные голлограммы**

— предназначены для защиты от подделки и фальсификации практически любой продукции.



#### **Голлографическое клише для тиснения на благородных металлах**

— предназначено для переноса голлографического изображения на изделия из благородных металлов.



#### **Голлографический ламинационный пауч**

— предназначен для защиты документов, пропусков, удостоверений, помещенных в него при помощи ламинирования.



#### **Голлографическая фольга**

— предназначена для переноса голлографического изображения на изделие при помощи полиграфической технологии.



#### **Блистерная упаковка с голлографической защитой**

— разработана для упаковки сертифицированных бриллиантов и драгоценных камней, электронных чипов и микросхем, слитков драгоценных металлов.



**Юниграмма™** — средство защиты, содержащее скрытое поляризационное изображение, нанесенное на голлографическую фольгу, используемую в качестве отражающей поверхности.



#### **Голлографический штрих-код**

— продукт, сочетающий в себе голлограмму с закодированной информацией, которая идентифицируется с помощью электронного устройства, совмещаемого с персональным компьютером.

220012, Республика Беларусь, г. Минск, пер. Калинина, 12, тел.: +375 17 280-98-78,  
факс: +375 17 280-01-31, [www.holography.by](http://www.holography.by), e-mail: [info@holography.by](mailto:info@holography.by)