

10
ЛЕТ
ЖУРНАЛУ

17 МОБИЛЬНЫЕ
СПЕКТРАЛЬНЫЕ
АНАЛИЗАТОРЫ

22 СТРУКТУРА ВИДОВ
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
ЭКОНОМИКИ

45 ВВЕРХ ПО
ТОВАРНОЙ
ЛЕСТНИЦЕ

50 СИЛЬНЫМ
ПОКОРЯЕТСЯ
МЕТАЛЛ

НАУКА И ИННОВАЦИИ

научно-практический журнал



№ 3(121)_2013



**СПЕКТРОСКОПИЯ –
способ
познания
материи**

ISSN 1818-9857
9771818985001

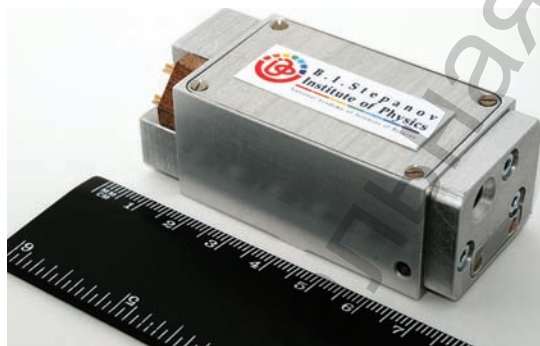
from nano to femto

Diode-Pumped Solid-State Lasers

Applications: range-finding, target designating systems, environmental monitoring, material processing, medicine, laser spectroscopy, scientific researches, environmental monitoring, explosives detecting devices

- Erbium glass lasers
- Eye safe OPO based on Nd: YAG laser
- Nd: YAG lasers (with harmonics)
- Portable double pulse laser for LIBS applications
- All-solid-state picosecond lasers
- All-solid-state femtosecond lasers

IFL-EX3-P



Type of laser	IFL-E23-P	IFL-E53-P	IFL-E83-P
Operating wavelength, μm	1.535	1.535	1.535
Type of Q-switch	passive	passive	passive
Output pulse energy, mJ	2	5	8
Pulse repetition rate, Hz	up to 3	up to 3	up to 3
Beam quality factor, M2	< 1.3	< 1.3	< 1.3
Lasing pulse duration, ns	< 20	< 20	< 20
Operating temperature interval, $^{\circ}\text{C}$	$-40 \div +50$	$-40 \div +50$	$-40 \div +50$
Dimension (L \times W \times H), mm	60 \times 30 \times 30	75 \times 35 \times 30	75 \times 45 \times 30

IFL-N5010-DPL

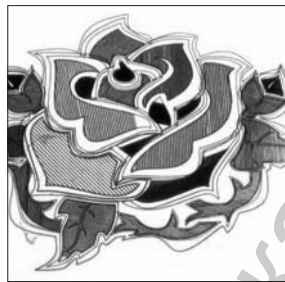
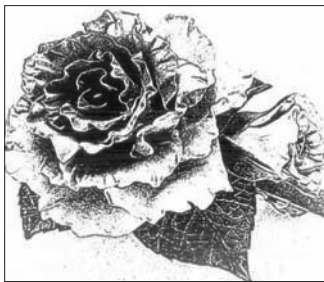


Type of laser	IFL-N5010-DPL
Operating wavelength, nm	1064
Output pulse energy, mJ	up to 50 for each channel
Pulse repetition rate, Hz	1 \div 10
Pulse-to-pulse delay, μs	1 \div 100
Lasing pulse duration, ns	8 \div 12
Cooling method	Forced air cooling
Dimension (L \times W \times H), mm	509 \times 200 \times 230

B. I. STEPANOV INSTITUTE OF PHYSICS

NATIONAL ACADEMY
OF SCIENCES OF BELARUS

68, Nezavisimosti ave, Minsk, Belarus 220072
phone: +375 17 284 17 55, 284 04 27; fax: +375 17 284 08 79
onti@ifanbel.bas-net.by



Samples of text and halftone image markings

High-Speed Laser Marker

Applications

Precision laser marking of:

- industrial goods;
- souvenir production;
- jewellery;
- award productions.

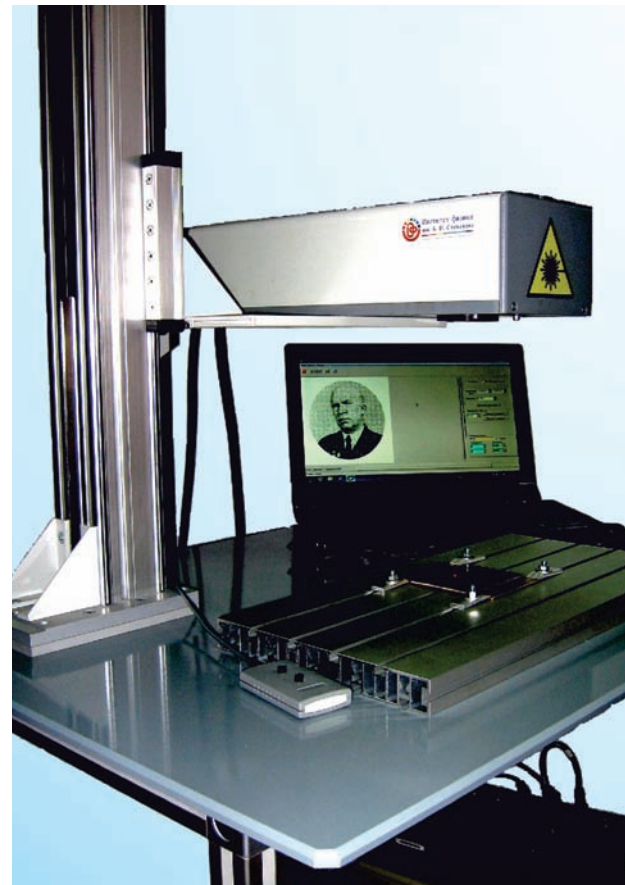
Laser cutting.

Materials

Metals	very good
Alloys	very good
Semiconductors	good
Plastics	good
Ceramic	good

Technical Specifications

Laser type	Air-cooled pulsed ytterbium fiber laser
Laser radiation wavelength	1060 ± 10 Nm
Pulse-repetition rate	20 – 100 KHz
Pulse duration	100 ± 10 Ns
Pulse energy	0.5 mj
Average output power	10 / 20 W
Laser life time	No less than 30 000 hours
Power consumption	130 W
Marking area	60X60 mm with 100 mm lens
Beam movement rate	Up to 8 m/s
Output image type	Contour, graphic, text, and other images



НАУКА И ИННОВАЦИИ

научно-практический журнал

№3(121)_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
М.С. Высоцкий
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. Свидерский
С.П. Ткачев
Б.М. Хрусталева
И.П. Шейко
А.П. Шкадаревич

Ведущие рубрик:
Спектроскопия –
Жанна Комарова
Инновации – Павел Дик
Синергия знаний – Ирина Емельянович
В мире науки – Ирина Атрошко

Компьютерный дизайн:
Алексей Петров

Отдел маркетинга и рекламы:
Елена Верниковская

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

Подписные индексы:
007532 (ведомственная), 00753 (индивидуальная) Формат 60x84 1/8. Бумага офсетная. Печать офсетная. Усл. печ. л. 8,37. Тираж 810 экз. Цена договорная. Подписано в печать 04.03.2013. Отпечатано в типографии РУП «Минсктиппроект»: 220123, Минск, ул. В. Хоружей, 13, тел. 288-60-88. Лицензия ЛП №02330/0494102 от 11.03.2009. Заказ №559

© «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.

- 4 Вячеслав Щербин
10 лет вместе с «Наукой и инновациями»



Тема номера

Спектроскопия – способ познания материи

- Наталья Хрипач,
Александр Барановский
- 6 **Применение спектроскопии в органической химии**
- Борис Джагаров,
Сергей Лепешкевич,
Александр Сташевский
- 10 **Лазерная спектроскопия процессов с участием молекулярного кислорода**
- Мустафо Асимов
- 12 **Лазерно-оптическая технология оксигенации биоткани**
- Павел Храмов
- 14 **Оптическая диагностика конвективного тепло- и массообмена в газовой динамике**

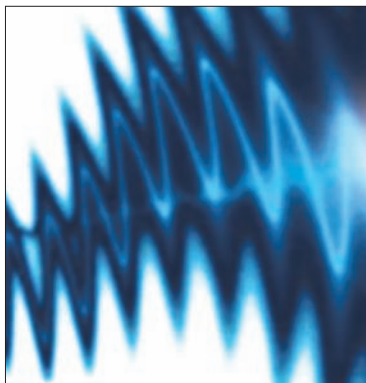
- Михаил Бельков, Сергей Райков
- 17 **Мобильные лазерные спектральные анализаторы**
- Ольгерд Кузнечик
- 18 **Спектроскопия в астрономии**
- Ольга Киевлякис
- 21 **Взгляд во Вселенную**

Инновации

- Ирина Михайлова-Станюта
- 22 **Структура видов деятельности экономики Беларуси и прогноз ее динамики**
- Александр Коршунов,
Валерий Гончаров,
- 25 **О некоторых аспектах повышения эффективности Национальной инновационной системы**
- Елена Салихова
- 29 **Системный подход к стимулированию развития национальной высокотехнологичной сферы**

Синергия знаний

- Анна Поболь, Алексей Поболь
- 32 **Управление ИС в научно-технических организациях**
- Юрий Нечепуренко
- 38 **Стратегии коммерциализации интеллектуальных ресурсов**
- Людмила Пшебельская
- 42 **Экономическая оценка инновационных проектов**
- Ирина Емельянович
- 45 **Вверх по товарной лестнице**



В мире науки

Жанна Комарова

50 Сильным покоряется металл

Игорь Рожанский, Иосиф Цыбовский, Анна Богачёва, Светлана Котова, Татьяна Забавская, Наталья Шахнюк, Анатолий Клесов

55 Белорусы: этногенез и связь с другими славянскими народами с позиции ДНК-генеалогии



Александр Прокопович, Эльдар Надыров, Дмитрий Прокопович

63 Экспертная система для диагностики анемий

Татьяна Самаль, Татьяна Маскаленко

66 Лечение обструктивных форм острого бронхита у детей раннего возраста

Ирина Атрошко

71 Лучшие диссертации года

Contents

Natalya Khripach, Alexander Baranovskiy

6 Use of spectroscopy in organic chemistry

The article covers an application of spectroscopic methods in organic chemistry. Special attention is paid to nuclear magnetic resonance spectroscopy and mass spectrometry.

Boris Dzhagarov, Sergei Lepeshkevich, Alexander Stasheuski

10 Laser spectroscopy of processes with molecular oxygen participation

The paper tells about one of the most important particles on Earth – molecular oxygen, its forms and its reactions with hemoglobin and myoglobin. The developments can be applied in medicine.

Mustafo Asimov

12 Laser and optical technology of tissue oxygenation

The article deals with the technology allowing to supply oxygen to tissues. The findings can be applied in injury and burn therapy, diabetes and bed sores therapy and others.

Pavel Khramtsov

14 Optical diagnostics of convective heat and mass exchange in gas dynamics

The article topic is optical research of processes of heat and substance transfer. Optical diagnostics allows not only to get high-quality visual image of processes but also to measure their qualitative characteristics with pinpoint accuracy and high resolution.

Mikhail Belkov, Sergei Raykov

17 Mobile laser spectral analyzer

The authors of the article describe mobile lasers that they have created and the experience of examining the chemical composition of materials.

Olgerd Kuznechik

18 Spectroscopy in astronomy

The author of the paper describes research unseen clouds, a cloudless night sky and airflows. The works have been carried out with the use of spectroscopy.

Olga Kiyevliakis

21 Look into the Universe

The paper describes the fundamental principles of spectroscopic methods of space research.

Irina Mihailova-Stanyuta

22 Structure of Belarusian economy activities and forecast of its dynamics

The article analyzes the activity structure of economy of the Republic of Belarus.

Alexander Korshunov, Valeiy Goncharov

25 About some aspects of efficiency improvement of National innovative system

The article runs about peculiarities of the national innovative system of the Republic of Belarus and the ways of its efficiency improvement.

Elena Salikhova

29 System approach to stimulation of the development of the national highly technological sphere

The article touches upon the problems connected with the development of the advanced technologies and production of highly technological goods on their basis. The measures on making this process more dynamic are suggested.

Anna Pobol, Igor Pobol

32 Intellectual property management in scientific and technical organizations

The paper presents the results of an expert inquiry of scientific and technical enterprises in Belarus concerning their intellectual property management practice, complemented by the sample patent data analysis of such enterprises.

Yurij Nechepurenko

38 Strategies of intellectual resources commercialization

The article shows practical aspects of the way different strategies of intellectual property management are implemented in scientific organization at the example of an exact one – Physics and Chemistry Research Institute of Belarusian State University.

Lyudmila Pshhebelskaya

42 Legal regulations in the sphere of innovative activity

The analysis of innovation projects specifics and normative documents in the Republic of Belarus, which determine the process of their economic assessment, shows that the most significant features of the project – the uncertainty of the conditions of implementation and the associated risks are ignored.

Irina Emelyanovich

45 Up the market steps

The paper presents the discussion at a round table about how a research organization should work to sell the results of its research and its developments and what marketing tools should be used to achieve these goals.

Zhanna Komarova

50 Metal is subdued by the strong

Within the conversation with the member of Academy of Sciences Vladimir Klubovich, incentives to spark creativity and interest to engineering among youngsters, based on the example of his personal scientific and life experience, are explored.

Igor Roghanskiy, Iosif Tsyibovskiy, Anna Bogachova, Svetlana Kotova, Tatyana Zabavskaya, Natalia Shahnyuk, Anatoliy Klyosov

55 Belarusians: ethnogeny and connection with other Slavonic peoples from DNA genealogy perspective

The article offers the analysis of a large amount of ethnic Belarusians samples (more than a thousand haplotypes), which allowed the authors to make interesting generalizations about the ethnogeny of Belarusian people and its connections with other Slavs in DNY genealogy perspective.

Alexander Prokopovich, Eldar Nadyirov, Dmitry Prokopovich

63 Expert system for anemia diagnostics

When making haemogram, researchers offer patients with anemia risks to use expert system, based on the estimation of probable connection of clinical blood test results with pathological state.

Tatyana Samal, Tatyana Maskalenko

66 Curing children of tender age with obstructive bronchitis

The article became the analysis results of diagnostics and treatment children of tender age with acute obstructive bronchitis.

Irina Atroshko

71 Best thesis works of the year

Summaries of thesis research works which became awardees of the Supreme accreditation committee are offered to readers' attention.

10 лет вместе с «Наукой и инновациями»

10 лет назад, летом 2003 г., вышел первый номер академического журнала «Наука и инновации». Его появление было вызвано двумя объективными причинами. Так, в начале 1990-х в условиях резкого снижения финансирования отечественной науки стали жестко конкурентными отношения между представителями разных секторов и областей научных знаний. Кроме того, не была выработана приемлемая Концепция развития белорусской науки, которая устроила бы как представителей всех ее секторов – академического, вузовского, отраслевого, так и властные структуры нашего государства. Для организации свободного обмена мнениями относительно возможных путей развития науки и скорейшего достижения общенаучного консенсуса по ключевым вопросам исследовательской деятельности как воздух нужна была доступная для всех групп ученых единая «интеллектуальная площадка». По вполне понятным причинам издаваемые в Академии наук узкотематические журналы «Весті НАН Беларусі» и «Доклады НАН Беларусі» роль подобного интегративного печатного органа выполнять не могли. Такой общей «интеллектуальной площадкой» для всех исследователей Беларуси и должен был стать журнал «Наука и инновации».

Кроме того, к началу 2000-х гг. в результате разрушения командно-административной модели управления экономикой и перевода последней на рыночные условия хозяйствования резко снизилась востребованность результатов деятельности ученых, наметилась пропасть между наукой и обществом, а также между наукой и производством. Помочь в ее преодолении могли только новые, инновационные модели и подходы. Их разработке и всестороннему обсуждению и призван был содействовать журнал «Наука и инновации».

Во многом именно перечисленными выше целями и задачами определялась в начальный период (2003–2005 гг.) тематика нового издания. Наряду с реализацией традиционной информационной функции (в материалах таких рубрик, как *Справочная информация*, *Магазин «Академическая книга» предлагает*, *Вас приглашает РНТБ*, *Новые поступления ЦНБ им. Я. Коласа*, *Белорусский институт системного анализа предлагает* и др.) основная часть публикаций все же посвящалась вопросам научной жизни (в рамках рубрик *Академическая жизнь*, *Люди науки*, *Мир науки*, *Наука* и др.), а также проблемам инновационной деятельности, тон в которой, как известно, задают технические науки (см. рубрики *Инновационная деятельность*, *Техника и технологии* и др.).

Коренную модернизацию журнал «Наука и инновации» претерпел в начале 2006 г., когда в нем появился целый ряд новых тематических рубрик (*Перспективные технологии*, *В мире науки*, *Инновации*, *Экономика знаний*, *Технопарад*, *Формат открытий*, *Архивариус* и др.), а также резко улучшилось полиграфическое исполнение и дизайн. Далеко не все



Вячеслав Щербин,
ведущий научный
сотрудник Центра
системного анализа
и стратегических
исследований
НАН Беларуси,
кандидат
филологических наук

тематические нововведения редакции прижились. Однако основной костяк таких рубрик с незначительными модификациями используется и в настоящее время (в их числе рубрики *В мире науки*, *Инновации*, *Синергия знаний*, *Инфолиния* и др.).

Новый импульс развитию журнала принесло издание спецвыпусков, посвященных ключевым событиям в жизни научного сообщества Беларуси (*Навстречу Первому съезду ученых Беларуси* (2004 г.), *Первый съезд ученых Республики Беларусь* (2007 г.), *20 лет Содружества* (2011 г.) и др.), а также фактическое введение со второго номера 2007 г. ключевой рубрики журнала *Тема номера* (официально данная рубрика появилась только в 2009 г.). За прошедшие с того времени 5 лет на страницах журнала были опубликованы тематические подборки статей («мини-монографии»), посвященные следующим ключевым проблемам научной жизни и инновационного развития Беларуси: *Металл и литье; Миссия современного транспорта; Общество в зеркале социологии; Новый импульс для агросферы; Бизнес со скоростью света* и др. (2007 г.); *Логистика как инструмент менеджмента; Новая индустрия здравоохранения; Фундаментальная наука – инвестиции в завтра* и др. (2008 г.); *Лабиринты внедрения научных идей; Вода в природе и водопроводе* и др. (2009 г.); *Девять сюрпризов трибофатики* и др. (2010 г.); *Технологии, рожденные химией; Порядок из хаоса* и др. (2011 г.); *Международное сотрудничество; Электроника; Биотехника* и др. (2012 г.); *Наукометрия* и др. (2013 г.).

В рамках названных выше и иных, совсем недавно введенных рубрик (*Научная гостиная*, *Агрегатор научных разработок* и др.) за минувшее десятилетие опубликовано около двух тысяч научных статей, интервью с известными учеными, информационных материалов и проч. – по существу, создана целая энциклопедия о научно-инновационной сфере Беларуси и других стран мира. Международная известность журнала «Наука и инновации» способствует тому, что все чаще на его страницах, наряду со статьями белорусских исследователей, публикуются результаты исследований, проводимых в России, Украине, Польше и других странах СНГ и дальнего зарубежья. Уверен, что впереди у журнала новые творческие достижения в благородном деле распространения новейших научных знаний и высокотехнологичных инновационных разработок. ■

Спектроскопия –

Способ

Познания

Материи

Историю развития спектроскопии, от первых опытов по разложению света с помощью призмы и до наших дней, воедино собрать довольно сложно. Однако доподлинно известно, что свои истоки она берет в середине XIX в., когда физик Густав Роберт Кирхгоф и химик Роберт Вильгельм Бунзен заложили основы спектрального анализа, нашедшего свое приложение в практике химических исследований. С его помощью в 1860 г. был открыт цезий, а в 1861 г. – рубидий. Кирхгоф также доказал применимость данного метода для определения химического состава небесных светил, объяснил природу темных полос в спектре Солнца (фраунгоферовы линии). В результате ученым был сформулирован основной закон

теплого излучения, в котором он впервые ввел понятие абсолютно черного тела.

Научные исследования в области спектроскопии в Беларуси начались с создания в 1953 г. в БГУ им. В.И. Ленина двух оптических кафедр: физической оптики и спектрального анализа. Их возглавили воспитанники ленинградской оптической школы А.Н. Севченко и Б.И. Степанов. Одновременно в АН БССР был создан сектор физики и математики, преобразованный в 1955 г. в Институт физики и математики, а после отделения математики в самостоятельный институт в 1959 г. – в Институт физики. До этого периода в республике функционировали лишь четыре небольшие заводские лаборатории, которые использовали в своей работе общепринятые методы эмиссионного спектрального анализа.

С первых дней существования профильных учреждений направления научных исследований в Беларуси определились достаточно четко: молекулярная и атомная спектроскопия, люминесценция, спектроскопия

плазмы, физическая оптика, фотохимия.

За прошедшие 60 лет в спектроскопии возникли совершенно новые научные школы: лазерная и нелинейная спектроскопия, космическая спектроскопия, спектроскопия наноструктур и т.д.

Методами спектроскопии сегодня исследуют уровни энергии и структуру атомов, молекул и образованных из них макроскопических систем, изучают квантовые переходы между уровнями энергии, взаимодействия атомов и молекул, а также макроскопические характеристики объектов – температуру, плотность, скорость макроскопического движения и т.д.

Белорусские ученые активно участвуют в развитии сложившихся и формировании новых направлений современной спектроскопии и оптики.

В данном номере журнала представлены наиболее значимые наработки отечественных ученых в области спектроскопии, заслуживающие особого внимания в силу своей практической применимости. ■

Применение спектроскопии в органической химии

Спектроскопические методы исследования занимают ведущие позиции в химии, биологии, фармацевтике, других областях. Их используют, чтобы определить состав сложных композиций, состояние живых организмов, контролировать качество продукции, изучить строение веществ и т.д. Применение спектроскопических методов основано на взаимодействии молекул вещества с электромагнитным излучением, в результате чего происходит поглощение, испускание или рассеяние части энергии, что регистрируется в виде соответствующего спектра.

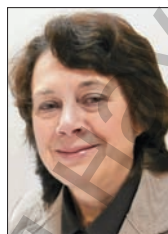
В органической химии чаще всего применяют спектроскопию инфракрасного (ИК), ультрафиолетового (УФ) и видимого диапазона, ядерного магнитного резонанса (ЯМР) и масс-спектрометрию.

ИК-спектроскопия использует диапазон длин волн электромагнитного спектра, отвечающий колебательным и вращательным уровням энергии молекул. При исследовании органических соединений обычно используют поглощение ИК-излучения в области $\lambda=2-50$ мкм, что соответствует волновым числам $\nu=5000-200$ см⁻¹. С помощью ИК-спектроскопии можно быстро и надежно идентифицировать разнообразные функциональные группы (карбонильную, гидроксильную, карбоксильную, амидную, amino-, циано- и др.), а также различные неопределенные фрагменты (двойные и тройные углерод-углеродные связи, ароматические или гетероароматические системы). ИК-спектроскопия широко применяется для идентификации и подтверждения качества фарма-

цевтических субстанций, действующих веществ пестицидов и т.д. при условии, что спектры эталонов были записаны ранее и доступны для сравнения.

В УФ-спектроскопии используется более коротковолновая область (400–700 нм) электромагнитного излучения, обладающего большей энергией, которая вызывает электронные переходы в молекуле. В УФ-спектрах наблюдают функциональные группы или системы, которые получили название хромофоров. Обычно они имеют π -электроны или свободные электронные пары гетероатомов, переход которых с основного на возбужденный энергетический уровень соответствует УФ-диапазону. Хромофоры входят в состав белков и нуклеиновых кислот, поэтому УФ-спектроскопия широко применяется в биохимических исследованиях.

В основе метода ЯМР лежит взаимодействие магнитных моментов атомов с внешним магнитным полем. Под его влиянием происходит ориентация спиновых моментов ядра и возникает диф-



Наталья Хрипач, заместитель директора по научной работе Института биоорганической химии НАН Беларуси, кандидат химических наук

ференцировка энергетических уровней, поскольку магнитная энергия ядра может принимать лишь дискретные значения. С помощью высокочастотного генератора можно вызвать переходы между энергетическими уровнями. При этом ядро будет поглощать (резонировать) только в узком диапазоне длин волн, соответствующем разнице энергий основного и возбужденного состояний.

Метод начали применять в химии в начале 1950-х гг., практически сразу вслед за открытием явления ядерного магнитного резонанса. Поскольку атом водорода – неперменный компонент органических соединений, а его наиболее распространенный изотоп ¹H обладает ядерным магнитным моментом, долгое время развивалась в основном спектроскопия ЯМР на протонах атомов водорода. Открытие фурье-спектроскопии позволило на 2–3 порядка повысить чувствительность ЯМР-спектрометров за счет накопления сигналов, а появление новых магнитов на основе сверхпроводящих материалов многократно увеличило разрешающую способность аппаратов.

Широкое использование метода ЯМР в химии связано с тем, что на резонансные частоты поглощения ядра влияет его непосредственное окружение, поэтому по виду и положению сигналов в спектре можно узнать взаимное расположение атомов. Основные характеристики, получаемые из протонного ЯМР-спектра, – химический сдвиг сигнала атома, который зависит от электроотри-



Александр Барановский, заведующий лабораторией физико-химических методов исследования Института биоорганической химии НАН Беларуси, кандидат химических наук

цательности соседних атомов в молекуле, и тонкая структура сигнала (мультиплетность), которая определяется наличием соседних атомов водорода. В зависимости от пространственного расположения последних энергия их взаимного влияния, проявляющегося в спектре в виде константы спин-спинового взаимодействия, принимает различные значения, благодаря чему можно выяснить структуру молекул. Поскольку интенсивность сигнала в спектре ЯМР прямо зависит от концентрации исследуемого вещества, метод может быть использован для количественного анализа без применения стандарта.

В настоящее время спектроскопия ЯМР – основной способ изучения кинетики и динамики молекул в растворах, установления строения молекул и состава биологических жидкостей, растворов или смесей. Размер изучаемых молекул может варьироваться от небольших молекул органических соединений до природных биомолекул с массой в десятки килодальтонов. С помощью ЯМР-спектроскопии изучают содержание метаболитов в физиологических жидкостях человека в норме и патологии, а также определяют метаболический профиль в процессе лечения пациентов и даже во время проведения операции. В медицине используют магнитно-резонансную томографию (МРТ), основанную на резонансном поглощении электромагнитного излучения атомами водорода молекул воды, которая содержится в органах и тканях организма. В фармацевтике ЯМР-спектроскопия помогает не только выяснять структуру соединений при разработке новых фармацевтических субстанций, но и контролировать качество субстанций и готовых лекарственных форм. С помощью метода ЯМР также выявляют фальшивки среди фармацевтических препаратов. Разработаны специальные устройства для контроля качества пищевых продуктов по принципу «отпечатков пальцев», когда эксперименталь-

ный спектр исследуемого объекта автоматически сравнивается с хранящимся в памяти устройства эталоном.

Спектроскопия ЯМР позволяет получить прямую информацию о строении изучаемого предмета, и ее применение на практике ограничивается только высокой стоимостью приборов и их частей, например электромагнитов. При их эксплуатации необходимо постоянное охлаждение жидкими азотом и гелием, что весьма затратно и требует наличия определенной инфраструктуры.

В Институте биоорганической химии (ИБОХ) установлен современный мультиядерный фури-ЯМР-спектрометр высокого разрешения AVANCE-500 с рабочей частотой 500 МГц производства Bruker-Biospin (рис. 1). Конфигурация прибора позволяет проводить одномерные и двумерные эксперименты в растворах в широком диапазоне температур (-150 – 150 °С) путем детектирования большинства ядер периодической системы.

Использование ЯМР-спектрометра позволяет решать основные научные задачи, возникающие в процессе синтеза новых органических соединений: определять состав реакционных смесей, оценивать кинетику процесса, устанавливать конфигурацию и конформационное поведение сложных органических молекул в растворах. Внедрение в практику исследования современных методов двумерной спектроскопии ЯМР (HSQC, TOCSY, NOESY и др.) позволило вывести на новый качественный уровень и значительно расширить доказательную базу при установлении структуры сложных органических соединений.

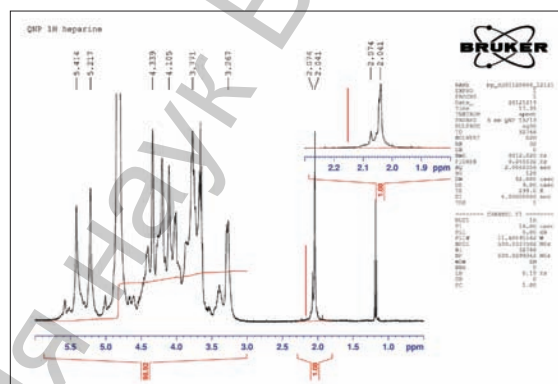
Для ядер ^1H и ^{13}C проводятся гомо- и гетероядерные двумерные эксперименты.

Гомоядерные эксперименты:
 ■ COSY (homonuclear correlation spectroscopy) отражает скалярное взаимодействие между протонами (обычно до трех связей);

■ TOCSY (total correlation spectroscopy) выявляет изоли-



Рис. 1. ЯМР-спектрометр



рованные спиновые системы и отражает взаимодействие ядер внутри системы;

■ NOESY (nuclear Overhauser effect spectroscopy) показывает диполь-дипольные взаимодействия, определяет пространственную близость протонов. Полезен для установления стереохимии молекул.

Гетероядерные эксперименты:

■ HSQC (heteronuclear single-quantum correlation spectroscopy) позволяет выявить углерод-протонные взаимодействия через одну связь и соотнести сигналы атомов углерода в спектре ^{13}C с сигналами протонов, присоединенными к данному атому углерода (рис. 3);

Рис. 2. ^1H ЯМР-спектр гепарина

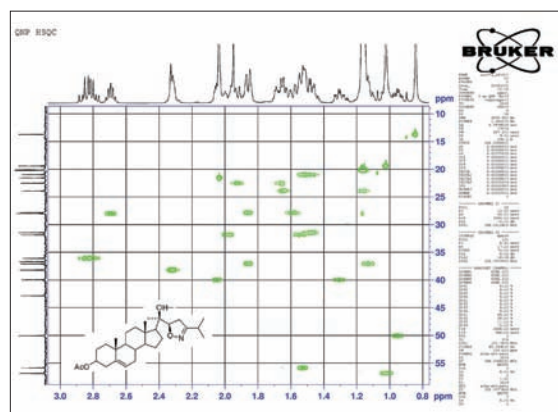


Рис. 3. Двумерный HSQC корреляционный спектр стероида



Рис. 4.
Хроматомасс-
спектрометр

■ HMBC (heteronuclear multiple-bond correlation spectroscopy) позволяет установить протон-углеродную корреляцию более чем через одну связь. Используется для определения порядка соединения атомов в молекуле; метод эффективен для установления положения сигналов четвертичных атомов углерода. HMBC можно применить также для записи двумерных корреляционных спектров протон-азот с естественным содержанием ^{15}N в молекуле. Это дает возможность исследовать на спектрометре AVANCE-500 низкомолекулярные азотсодержащие соединения.

AVANCE-500 весьма эффективен для установления или подтверждения химического строения и пространственной структуры низкомолекулярных органических соединений; изучения структуры неорганических и металлоорганических соединений (ЯМР-спектроскопия на ядрах ^{29}Si , ^{119}Sn , ^{113}Cd , ^{77}Se , ^{195}Pt , ^{103}Rh и др.); исследования структуры полимеров в растворах; количественного и качественного анализа лекарственных препаратов, средств защиты растений, стимуляторов роста, препаратов для ветеринарии; проведения качественного и количественного анализа биологических жидкостей на содержание глюкозы, липидов и других метаболитов.

Один из простых примеров применения ЯМР-спектроскопии для контроля качества лекарственного средства представлен на примере гепарина, закупаемо-

го в качестве фармацевтической субстанции для производства готовой лекарственной формы. Методика была введена в качестве обязательной для фармпредприятий в связи с выявлением серьезных побочных эффектов при применении препаратов гепарина, содержащих гиперсульфатированный хондроитин сульфат, анализ на содержание которого является затруднительным и ранее не проводился. На рис. 2 представлен протонный спектр чистого гепарина (имеет один сигнал в области 2.04 м.д.). В случае содержания примеси хондроитин сульфата в спектре появляется дополнительный пик при 2.16 м.д. (отмечено на рисунке красной вертикальной линией).

На рис. 3 представлен двумерный HSQC спектр молекулы стероида. В верхней части рисунка изображен ЯМР-спектр ^1H , а в левой части – спектр ^{13}C . Пятна на плоскости, так называемые кросс-пики, указывают на связь атома углерода, сигнал которого находится на одной горизонтальной линии с кросс-пиком, с атомом водорода, чей сигнал расположен на одной вертикальной линии с кросс-пиком. Имея набор одномерных и двумерных спектров, специалист без труда установит строение неизвестного соединения.

Другой важный метод исследования веществ – масс-спектрометрия. В отличие от оптических методов спектроскопии, которые детектируют поглощение или испускание энергии молекулами или атомами, в данном случае регистрируются ионы. Масс-спектрометрия основана на измерении отношения массы к числу элементарных положительных или отрицательных зарядов ионов (m/z), полученных из молекул анализируемого вещества. Это отношение выражается в атомных единицах массы, или дальтонах. Ионы, образовавшиеся в ионном источнике, ускоряются и перед попаданием в детектор разделяются с помощью масс-анализатора.

Сочетание масс-спектрометрии с другими методами позво-

ляет получать больше информации об объекте исследования. Оказались весьма эффективными и широко распространены в качестве аналитических приборов хроматомасс-спектрометры, в которых различные типы газовых, жидкостных или ионных хроматографов обеспечивают предварительное разделение компонентов пробы, а масс-спектрометр осуществляет индикацию разделенных веществ и измерение их содержания.

В качестве масс-селективного детектора используют разные анализаторы: магнитный, электростатический, квадрупольный, времяпролетный, ионную ловушку, циклотронно-резонансный. Чтобы ионизировать компоненты образца, применяются электронный удар, химическая ионизация, электроспрей, фотоионизация, лазерная десорбция, химическая ионизация при атмосферном давлении, полевая десорбция.

В ИБОХ используются хроматомасс-спектрометры: газовый хроматограф Agilent 6890N с масс-селективным детектором Agilent 5975 Inert, жидкостные хроматографы Agilent 1200 с одиночным и тройным квадрупольными анализаторами Agilent 6120 и 6410, а также масс-спектрометр с индуктивно связанной плазмой Agilent 7500сх. (рис. 4–5). В каждом из них масс-селективным детектором является квадрупольный анализатор. Под действием постоянного и переменного электрических полей ионы с определенной массой испытывают стабильные колебания и могут пройти через квадрупольный фильтр только при определенных значениях постоянного и переменного напряжений на электродах.

Высокоэффективную жидкостную хроматографию в сочетании с масс-детектором можно использовать для анализа термолабильных и малолетучих веществ, растворимых в полярных растворителях, таких как ацетонитрил, вода, метанол. Предварительное разделение на колонке позволяет анализировать

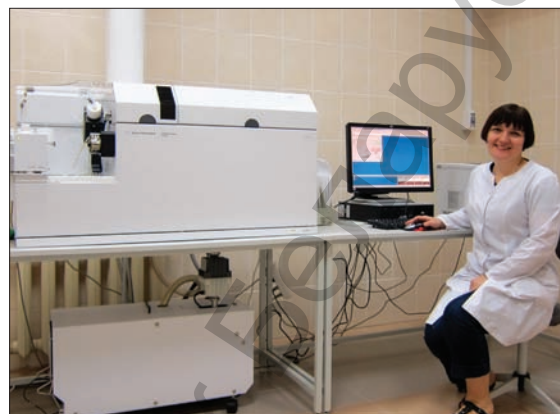
искомые вещества в сложных матрицах и смесях. Tandemная масс-спектрометрия в режиме детектирования заданных масс, когда первый масс-детектор «тройного квадруполя» работает как фильтр на пропускание ионов с определенными фиксированными значениями m/z , а последний фиксирует получающиеся из этих ионов в ячейке соударений дочерние ионы только с определенной заданной массой, дает высокую чувствительность и исключительную селективность. Благодаря надежности, универсальности, возможности работы в автоматическом режиме хроматомасс-спектрометры используют для анализа остаточных количеств пестицидов, для осуществления допинг-контроля, а также в фармацевтике, протеомике и других областях.

Примером применения tandemной масс-спектрометрии могут служить проведенные в ИБОХ работы по изучению фармакокинетических особенностей изменения концентрации бисопролола и карведилола в крови пациентов с кардиологическими заболеваниями. Разработанный метод позволил количественно определить искомые вещества в плазме крови на уровне 1 нг/мл. На хроматомасс-спектрометре Agilent 6410 Triple Quad LC/MS определено количественное содержание пятнадцати основных антоцианов и их производных в сортах голубики высокорослой и голубики топяной, установлена химическая структура пяти гликозидов олеаноловой кислоты в корнях патринии средней. Исследуется также химический состав ряда других перспективных лекарственных растений.

Для масс-спектрометрического анализа металлов в качестве источника ионов применяется индуктивно-связанная плазма. Метод имеет высокую чувствительность, широкий линейный диапазон, требуемую разрешающую способность и точность. Это способствует его широкому применению в различных отраслях науки и технологии: ядерная

физика и ядерные технологии, химия и химические технологии, лазерные, полупроводниковые и вакуумные технологии, материаловедение, геохимия и космохимия, биология и биохимия, экология, медицина, фармакология, криминалистика и т.д. Так, контроль примесей тяжелых металлов – важный этап разработки и производства фармацевтических продуктов. В настоящее время используется колориметрический тест на суммарное содержание металлов, образующих сульфиды (Ag, As, Bi, Cd, Cu, Hg, Mo, Pb, Sb, Sn). Тест весьма субъективен, и результаты не всегда точны. Например, железо, хром и никель с помощью этого теста не обнаруживаются. Кроме того, подготовка образцов для оценки следовых количеств металлов обычно включает в себя этап озоления при высокой температуре, что может привести к потере некоторых элементов.

С 2014 г. фармакопеей развитых стран переходят на масс-спектрометрию с индуктивно-связанной плазмой для анализа тяжелых металлов и высокотоксичных элементов в фармацевтических препаратах. Метод позволяет определять содержание металлов в чрезвычайно низких концентрациях (до 10^{-10} %) в биологических, геологических объектах, окружающей среде, пище и т.д. По списку Европейского медицинского агентства (EMA) все фармацевтические продукты должны подвергаться анализу на содержание четырех высокотоксичных элементов: мышьяка, кадмия, ртути и свинца. В идеале они должны полностью отсутствовать. Кроме того, 12 элементов класса 2 должны быть лимитированы в лекарствах и вспомогательных веществах и измерены, если они использовались в процессе производства (в особенности остатки катализаторов Os, Ir, Pt, Ru, Rh, Pd, Cr, Mo, Ni и др.). Такого рода работы на имеющемся в ИБОХ масс-спектрометре с индуктивно-связанной плазмой Agilent 7500cx имеют большую перспективу.



История применения спектроскопических методов для установления структуры вещества лишь недавно перешагнула полутравековой рубеж. За это время были сделаны многие выдающиеся открытия: от обнаружения новых химических элементов и выяснения химического состава Солнца до расшифровки пространственной структуры биологических макромолекул и визуализации внутреннего строения живого организма. В последние десятилетия быстро развивается методология, обновляется инструментальный арсенал исследователей, появляются новые подходы, связанные с широким использованием математических методов и компьютерного анализа для обработки спектроскопических данных. О продуктивности научного поиска, непосредственно за которым следуют инновационные разработки, можно судить, например, по тому, что с 1991 по 2003 г. только за работы по спектроскопии ЯМР были присуждены три Нобелевские премии. Потребности медицины, экологии, сельского хозяйства и других отраслей практической деятельности человека способствуют росту научных исследований и практических разработок в спектроскопии, а следовательно, вскоре мы станем свидетелями новых ярких открытий в этой области. ■

Рис. 5. Масс-спектрометр с индуктивно связанной плазмой

Лазерная спектроскопия процессов с участием молекулярного кислорода

Молекулярный кислород (O_2) – одна из важнейших частиц на Земле. Подавляющее большинство живых аэробных организмов используют его в процессе клеточного дыхания для получения энергии. Этому служит реакция $O_2 + 4H^+ + 4e^- \rightarrow 2H_2O$ (ее стандартный окислительный потенциал составляет +1.23 эВ). Итак, для восстановления O_2 до H_2O требуется четыре протона и четыре электрона. В природных системах эту реакцию катализируют специальные гембелки. Последовательное восстановление изолированной молекулы O_2 сопровождается

высвобождением активных форм кислорода – O_2^- , O_2^{2-} , OOH , OH и некоторых других. Эти интермедианты очень токсичны для организма, однако они не выделяются при дыхании, если клетки функционируют нормально.

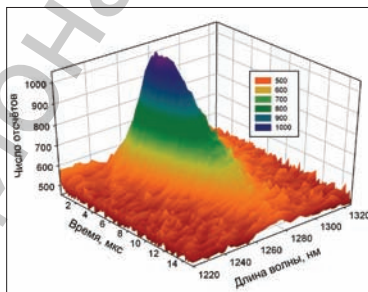
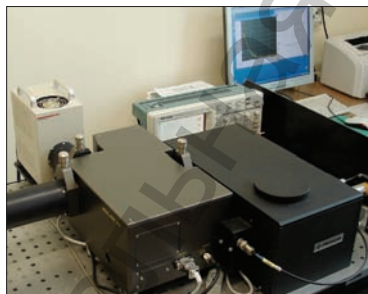
Хорошо известно, что реакции O_2 с большинством соединений при невысоких температурах и обычном давлении происходят очень медленно. Таким образом, молекула кислорода с химической точки зрения сравнительно инертна, хотя в основном состоянии она обладает двумя неспаренными электронами (является бирадикалом). Объяснение этим необычным химическим свойствам O_2 может быть дано следующее. Осуществление вышеуказанной реакции с одновременным столкновением всех реагентов очень маловероятно. В обычных условиях восстановление происходит последовательно. Известно, что присоединение первого электрона термодинамически невыгодно, так как оно имеет отрицательный потенциал (-0,33 эВ). Это обстоятельство обеспечивает кинетическую стабильность молекул субстратов. Что касается двухэлектронного восстановления O_2 , то оно запрещено по правилу Вигнера о сохранении спиновых состояний продуктов физических процессов и химических реакций.

Существует еще одна активная форма кислорода – $^1O_2(^1\Delta_g)$,

так называемый синглетный кислород. Пребывание кислорода в форме 1O_2 снимает спиновый запрет на реакции с другими молекулами, которые в основном состоянии также синглетны. Молекула 1O_2 способна очень эффективно разрушать органические материалы, и этому ее свойству найдено достойное применение в технологии и медицине. В первую очередь следует вспомнить о фотодинамической терапии рака (ФДТ), при которой именно синглетный кислород является основным химическим агентом, воздействующим на раковые клетки и разрушающим их.

В лаборатории фотоники молекул Института физики им. Б.И. Степанова методами лазерной кинетической спектроскопии изучаются процессы и реакции с участием молекулярного кислорода как в основном, так и в низшем возбужденном синглетном состоянии. При этом главное внимание уделяется его реакциям с молекулами гемоглобина и миоглобина. Совместными усилиями этих двух гембелков обеспечивается доставка молекулярного кислорода из внешней среды в клетки тканей, в которых и протекает указанная многоходовая реакция восстановления молекулы кислорода до воды. Заметим, что гемоглобин – интереснейший физический объект. Он обладает необычными нелинейными

Рис. 1. Лазерный флуорометр и полученная с его помощью трехмерная спектрально-временная картина люминесценции синглетного кислорода



кооперативными и магнитными свойствами, которые обеспечивают его саморегуляцию по мере насыщения кислородом, а также быструю реакцию на изменения физиологических и биохимических условий среды, окружающей его молекулу.

Молекула гемоглобина способна присоединить последовательно четыре молекулы кислорода, причем со все возрастающей эффективностью. Гемоглобину достаточно сложно связать первую молекулу кислорода, но последующие три – существенно проще, особенно четвертую. Соответственно, гемоглобин с трудом отдает первую и гораздо легче – три остальные молекулы. Добавим, что центры связывания образуют ионы железа.

Миоглобин, родственник гемоглобину, но более простой белок, принимает от него, как в эстафете, молекулу кислорода и доставляет ее цитохром с-оксидазе – белку, который проводит реакцию ее полного восстановления до воды.

В обычных условиях функционирования организма связывание кислорода гемоглобином и миоглобином – темновая реакция, что затрудняет детальное изучение кинетики и динамики этого процесса. Было установлено, что оксигемоглобин (гемоглобин, присоединивший кислород) чувствителен к свету, что приводит к фотодиссоциации, то есть к разрыву связи железо – кислород и появлению свободной молекулы кислорода, которая начинает движение из внутренней области белка. Однако лишь примерно 10% молекул кислорода выходит наружу, где их «ждет организм». Остальные 90% движутся по сложным внутренним траекториям, возвращаются и связываются с железом. Почему так происходит? Решение этого вопроса принципиально для биофизики, биохимии и медицины. В частности, с получением ответа станет возможным и осмысленное конструирование кровезаменителей вместо сложнейшей процедуры накопления, хранения и применения донорской крови.

Описанные выше как диссоциация молекулярного кислорода



Борис Джагаров, завлабораторией фотоники молекул Института физики им. Б.И. Степанова, доктор физико-математических наук, профессор



Сергей Лепешкевич, старший научный сотрудник Института физики им. Б.И. Степанова, кандидат физико-математических наук



Александр Сташевский, младший научный сотрудник Института физики им. Б.И. Степанова

и его последующее движение наружу белка, так и обратное связывание кислорода происходят в интервале от 10^{-13} до 10^{-1} сек. Таким образом, для изучения этого процесса нужно применять спектроскопию с соответствующим временным разрешением.

Требуемые измерения невозможно выполнить на одной экспериментальной установке или приборе. В лаборатории фотоники молекул создан лазерный комплекс, включающий несколько экспериментальных установок, каждая из которых охватывает определенный временной интервал. В результате удалось получить полное кинетическое описание движения молекулы кислорода внутри гемоглобина. Модельные расчеты с применением методов молекулярной динамики позволяют перейти к полному кинематическому описанию.

В этом году группа американских и французских физиков в Европейском центре синхротронного излучения (Гренобль, Франция) исследовала движение молекулы оксида углерода, близкой по размерам к молекуле кислорода, в матрице гемоглобина. Для этого была применена техника рентгеновской кристаллографии с разрешением в $1,5 \cdot 10^{-10}$ сек. Мы с удовлетворением отмечаем, что для анализа этих сверхсовременных измерений зарубежные коллеги использовали и результаты наших исследований 2004–2010 гг.

Для прямого наблюдения за молекулой синглетного молекулярного кислорода – скажем, при проведении сеанса ФДТ – наиболее удобным представляется контролировать его люминесценцию. Однако по ряду причин его собственное свечение очень слабо: например, в воде лишь одна из 10 млн молекул высвечивает квант света в ближнем ИК-диапазоне.

Лаборатория фотоники молекул имеет большой опыт по изучению физико-химических свойств синглетного кислорода. Так, в 1978 г. был предложен и реализован оригинальный метод обнаружения и регистрации собственного свечения синглет-

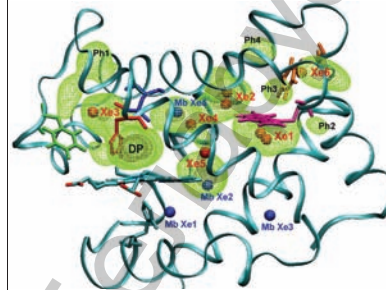


Рис. 2. Карта плотности вероятности нахождения молекулярного кислорода O_2 в изолированной матрице α -цепи гемоглобина человека.

Плотность вероятности изображена изоповерхностями. Для сравнения приведены положения атомов Xe в α -субъединицах гемоглобина человека и в миоглобине кашалота. Ксенонные сайты в α -субъединицах гемоглобина представлены красными шарами, миоглобина – синими. Область дистального гемового кармана отмечена DP. Полипептидный остов представлен голубой лентой. В цвете приведены следующие аминокислотные остатки: Trp14 (пурпурный), Leu29 (синий), Phe46 (зеленый), His58 (красный), His87 (голубой), and Phe117 (оранжевый).

ного кислорода, ставший общепринятым в мировой практике. В результате применения современных сверхчувствительных фотоумножителей данный метод получил дальнейшее развитие. В 2008 г. в лаборатории был разработан высокочувствительный лазерный флуорометр, предназначенный для регистрации люминесценции в диапазоне 950–1400 нм и последующего построения полной спектрально-временной картины свечения. Затем в 2010 г. был разработан и собран новый уникальный прибор – лазерный дозиметр синглетного кислорода – для исследования с наносекундным временным разрешением динамики фотосенсибилизированного свечения синглетного кислорода в растворах, культурах клеток и биологических тканях. Контроль за спектрально-кинетическими характеристиками свечения молекулярного синглетного кислорода позволит отслеживать появление и исчезновение кислорода в среде, в частности при ФДТ, и предоставит возможность оптимизировать световой режим данного способа разрушения опухолей как в экспериментальной, так и в практической фотомедицине. ■

Лазерно-оптическая технология оксигенации биоткани

Кислород играет ключевую роль в метаболизме клеток и энергетике живого организма. Поддержание нормального аэробного обмена веществ в биотканях дает уникальную возможность сделать эффективнее терапию патологий, связанных с тканевой гипоксией – дефицитом кислорода (O_2), например ран, ожогов, диабета, пролежней.



Мустафо Асимов, главный научный сотрудник Института физики им Б.И. Степанова НАН Беларуси, доктор физико-математических наук

Когда артериальная кровь недостаточно снабжает биоткани O_2 , существенно снижается результативность медикаментозного лечения, увеличивается риск инфицирования, образования рубцов, а в самом неблагоприятном случае происходит омертвление тканей. В настоящее время для оценки продуктивности терапевтических методов в лечении ран в зависимости от величины $TcPO_2$ (концентрации кислорода) в кожной ткани приняты следующие критерии:

- благоприятные условия лечения – более 40 мм рт. ст.,
- средние условия – от 20 до 40 мм рт. ст.,
- неблагоприятные условия, опасность осложнений – менее 20 мм рт. ст.

Таким образом, восстановление количества кислорода в ткани для нормального метаболизма клеток (оксигенация) представляет актуальную задачу. Наиболее распространенные методы, которые используются для этого в клинической практике:

- *нормобарическая оксигенация* – принудительная вентиляция легких чистым O_2 при нормальном атмосферном давлении;
- *гипербарическая оксигенация* (ГБО) – воздействие чистым кислородом на человека при давлении O_2 , превышающем атмосферное;

■ *оксигенация искусственными носителями кислорода* – введение искусственной крови на основе перфторорганических соединений, которые увеличивают концентрацию O_2 в плазме крови;

■ *оксигенация обогащенными кислородом композитными средами* в виде жидкости, геля, крема, пасты, порошка и т.п., которые переносят O_2 в кожную ткань.

Вместе с тем все перечисленные методы имеют ограничения в клинической практике. Так, эффективность нормобарической оксигенации резко снижается при нарушении вентиляционной функции легких.

Ограниченное употребление ГБО связано с кислородной токсе-

мией – результатом длительного воздействия O_2 на организм при повышенном давлении. Кроме того, метод ГБО не является селективным, и при лечении таких кожных заболеваний, как пролежни, язвы и раны, приходится подвергать оксигенации весь организм. Предпринимались попытки переориентировать метод ГБО на локальное (непосредственно в зоне поражения кожной ткани) воздействие кислородом. Однако этот способ также не применяют широко вследствие сложностей технического характера.

Оксигенация искусственными носителями кислорода – внутривенное введение эмульсии перфтороуглерода в кровь и последующее вдыхание кислорода или его смеси с двуокисью углерода (95 и 5% соответственно). Растворенный в эмульсии O_2 током крови переносится к тканям, но транспортные функции перфтороуглеродных соединений при нормальном атмосферном давлении сильно ограничены: эти эмульсии доставляют к тканям всего лишь 2% кислорода, тогда как плазма крови – около 6%.

В настоящее время в ведущих научных центрах России, Европы и США стараются найти действенные методы локальной оксигенации биотканей. Общий прием местного увеличения концентрации O_2 в ткани – его диффузия через кожный покров. Эти разработки не нашли практического применения из-за низкой эффективности.

Принципиально новый подход, основанный на лазерно-индуцированной фотодиссоциации оксигемоглобина (HbO_2) *in vivo*, предложили в Институте физики НАН Беларуси. При воздействии лазером на кровь через кожу или внутривенно (ВЛОК) часть излучения неизбежно поглощается HbO_2 . При этом индуцируется фотодиссоциация HbO_2 с квантовым выходом ~10% и высвобождением кислорода. Так повышается локальная концентрация свободного кислорода O_2 в биотканях.

Количество доступного для метаболизма клеток кислорода,

которое доставляется в результате микроциркуляции крови, является функцией:

$$\Sigma O_2 (TcPO_2) = f(F(HbO_2) * [O_2]),$$

где HbO_2 – значение оксигемоглобина в артериальной крови и $[O_2]$ – концентрация кислорода, высвобожденного в плазму крови.

При нарушении микроциркуляции крови весьма критичным становится дополнительное обеспечение клеток кислородом для нормального метаболизма. Этого можно достичь с помощью локального применения нового метода. В результате получаем общую концентрацию высвобожденного кислорода в артериальной крови обычным путем и после лазерно-индуцированной фотодиссоциации HbO_2 :

$$\Sigma [O_2] = [O_2] + [O_2^{hv}].$$

Дополнительная экстракция молекулярного кислорода из HbO_2 артериальной крови и повышение степени оксигенации кожной ткани схематично проиллюстрированы на рис. 1.

Высвобождение кислорода позволяет устранить тканевую гипоксию, стимулировать аэробный метаболизм клеток и достичь желаемого терапевтического эффекта. Действенность новой технологии зависит от оптических свойств кожной ткани (рис. 2).

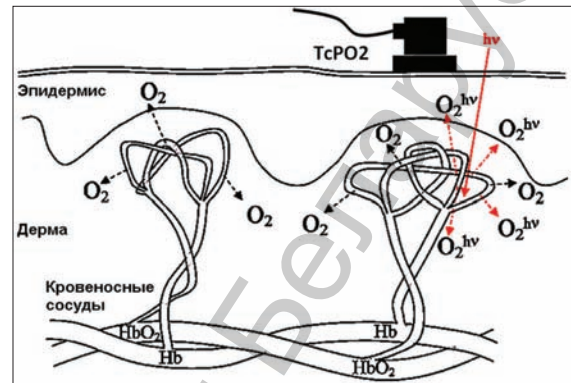
Облучение крови HbO_2 в кожных кровеносных сосудах с помощью He-Ne лазера (длина волны 632,8 нм, выходная мощность 1,1 мВт) вызывает фотодиссоциацию оксигемоглобина и дополнительное поступление кислорода в плазму артериальной крови. Этот процесс происходит в течение всего воздействия излучением. Экспериментальные исследования на трех добровольцах показали двукратное увеличение концентрации O_2 в кожной ткани.

Величина оксигенации в зоне облучения зависит от длительности последнего и плотности кожного покрова. Полученные результаты говорят о том, что, используя кинетику оксигена-

ции в зависимости от времени воздействия лазером, возможно определить коэффициент диффузии кислорода в кожную ткань. Следовательно, можно рассчитать, как достичь необходимого уровня $TcPO_2$ в зонах, где произошло нарушение микроциркуляции крови и ткани находятся в состоянии гипоксии (например, около твердых раковых образований, ожогов, ран, пролежней, язв). Таким образом, стало возможным установить оптимальные параметры лазерного облучения, принимая во внимание объем ткани, который должен быть дополнительно снабжен кислородом, и время облучения.

Лазерно-индуцированная фотодиссоциация HbO_2 *in vivo* дает уникальную возможность селективно влиять на локальную концентрацию кислорода в тканях и стимулировать аэробный метаболизм клеток. Поэтому применение этой методики в дерматологии позволяет существенно повысить эффективность как медикаментозной, так и лазерной терапии кожных заболеваний. Наряду с этим увеличение концентрации кислорода в биоткани значительно усиливает бактерицидную защиту организма.

Особый интерес новая технология оксигенации биоткани может представлять в терапии анаэробных инфекций. Как известно, молекула кислорода, высвобожденная гемоглобином в присутствии бактерии, способна «сжечь» последнюю. При нормальных условиях Hb транспортирует кислород в количестве, достаточном для метаболизма клеток. Если находящиеся близко к гемоглобину лейкоциты нуждаются в кислороде, то они способны вытянуть его из Hb . Этот механизм работает отлаженно, но при анемии тяжелой степени, когда концентрация Hb чрезвычайно низка, лейкоциты не могут в достаточном количестве экстрагировать кислород для борьбы с инфекциями. В таком случае можно применять лазерно-индуцированную фотодиссоциацию HbO_2 : воздействовать на кожу или внутренне.



Новая технология оксигенации биоткани может быть использована в онкологии. Измерениями с помощью кислородного электрода подтверждено, что гипоксия является аномальной характеристикой твердых раковых опухолей (они локализируются в зонах с пониженной концентрацией кислорода). Она возникает в результате быстрого роста раковых клеток и дезорганизации ангиогенеза. Дефицит кислорода в ткани опухоли является главным фактором, ограничивающим результативность лучевой, химио- и фотодинамической терапии (ФДТ). Поэтому при применении



ФДТ следует обратиться к предложенной технологии лазерно-индуцированной оксигенации ткани. При этом оксигенацию ткани раковых опухолей необходимо проводить до начала сеанса ФДТ и поддерживать в течение всего времени воздействия.

Можно предсказать, что дополнительное снабжение кислородом тканей твердых раковых опухолей позволит существенно повысить эффективность ФДТ, равно как радио- и химиотерапии, где устранение тканевой гипоксии критично. ■

Рис. 1. Дополнительная экстракция молекулярного кислорода из HbO_2 артериальной крови и повышение степени оксигенации кожной ткани

Рис. 2. Оптические свойства кожной ткани

Оптическая диагностика конвективного тепло- и массообмена в газовой динамике

Развитие оптической диагностики одновременно протекающих процессов переноса тепла и вещества в Институте тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова (ИТМО) начинается с работ Б.М. Смольского и В.К. Щитникова, проведенных на интерферометре Маха – Цандера ИЗК-454. Исследуя взаимодействие сублимирующего тела с потоком газа в условиях вакуума, ученые выявили влияние местоположения поверхности раздела фаз на перенос тепла и вещества. В результате Б.М. Смольский, П.А. Новиков и В.К. Щитников смогли рассчитать процессы обезвоживания капиллярно-пористых веществ и добились повышения стойкости последних.

Дальнейшее развитие оптических методов диагностики газовых сред связано с формированием нового научного направления под руководством О.Г. Мартыненко – аэротермооптикой. В рамках этого направления разработаны эффективные методы и оборудование для управления лазерным излучением, распространяющимся в атмосфере, что позволило впоследствии создать ряд технических устройств для управления лазерным излучением большой мощности. Полученные подробные данные о гидродинамике и теплообмене широкого класса сдвиговых течений жидкостей и газов при различных граничных условиях в каналах сложной фор-



Павел Храмцов, главный научный сотрудник лаборатории физико-химической гидродинамики Института тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова НАН Беларуси, доктор физико-математических наук

мы, струях и т. д. представлены в монографиях по аэротермооптике и свободно-конвективному теплообмену. Введены в строй голографический интерферометр ИЗК-463 и теневые приборы ИАБ-451 (О.Г. Мартыненко, Н.И. Лемеш, В.Ф. Винокуров, В.Н. Миронов, О.Г. Лысенко, В.Н. Пискунов, В.В. Гиль, П.П. Храмцов).

Экспериментальное исследование вихревых структур и температурных полей при нестационарной конвекции в горизонтальных каналах и цилиндрических зазорах, проведенное на интерферометре Маха – Цандера, показало, что фактором, наиболее влияющим на интенсивность теплообмена, является формирование устойчивых вихревых структур, состоящих из двух изогнутых вихрей, масштаб которых изменяется от 1:1 до 1:3 в зависимости от направления эксцентриситета (рис. 1).

В результате исследования режимов конвективного течения в горизонтальном цилиндрическом зазоре при помощи интерферометра Маха – Цандера установлено, что наиболее существенными факторами, влияющими на интенсивность теплообмена при наличии эксцентриситета в горизонтальном кольцевом зазоре, являются взаимное расположение свободно-конвективных вихрей и застойной зоны течения, а также отношение их масштабов (П.П. Храмцов) (рис. 2).

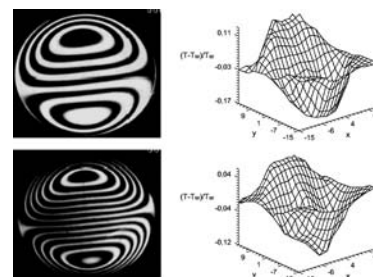


Рис. 1. Интерферогаммы Маха – Цандера конвективного течения в цилиндрическом канале при нестационарных условиях нагрева и восстановленные на ее основе распределения температурного поля

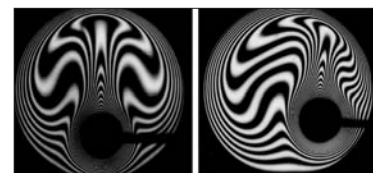


Рис. 2. Интерферогаммы температурного поля в цилиндрическом зазоре при различных значениях и направлениях эксцентриситета

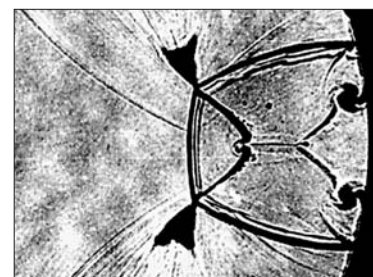
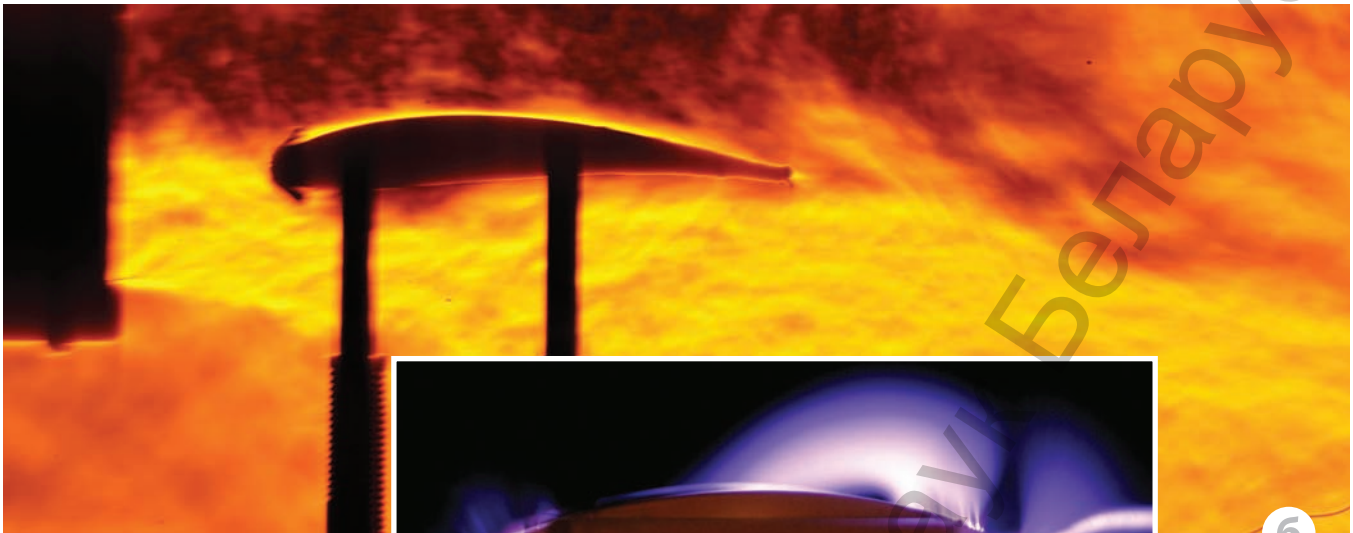


Рис. 3. Расширение отраженной ударной волны



Широкий круг явлений, связанных с распространением, отражением и дифракцией ударных и детонационных волн, изучался в ИТМО с помощью высокоскоростной фоторегистрации быстропротекающих процессов в сочетании с теневыми и интерференционными методами (Р.И. Солоухин, Н.А. Фомин, О.В. Ачасов, О.Г. Пенязьков, П.П. Храпцов). В этих экспериментах использовалась высокоскоростная камера ЖЛВ (ждушая лупа времени), позволяющая достигать скорости съемки вплоть до $5 \cdot 10^6$ кадров в секунду (рис. 3).

Оптическая диагностика перехода горения в детонацию при распространении и дифракции детонационных волн проводилась на высокоскоростной цифровой фотокамере DICAM-pro (О.Г. Пенязьков, П.Н. Кривошеев).

В рамках совместного проекта БРФФИ – РФФИ (2008–2010 г.), а также ГПОФИ (2006–2010 гг.) создана методика, которая позволяет исследовать влияние приповерхностного высокочастотного барьерного разряда на структуру пограничного слоя и величину полного аэродинамического сопротивления плоской пластины и профиля Жуковского. С помощью оптической визуализации (теневого и PIV-метода, дымовой и трековой визуализации) получено поле скоростей ионного ветра вблизи обтекаемой поверхности, дающее исчерпывающую информацию о структуре

потока и абсолютных значениях скорости течения (рис. 4).

Разработан и впервые использован для двух длин волн зондирующего излучения количественный теневой метод диагностики распределения осредненных температур и концентрации электронов в потоке ионизированного газа, индуцированного барьерным разрядом. На основе полученных данных вычислены оптимальные (с точки зрения максимального снижения аэродинамического сопротивления) координаты щели и угла инжекции струи относительно исследуемой поверхности (О.Г. Пенязьков, П.П. Храпцов, М.Ю. Черник).

Среди методов диагностики плазмы большое значение имеют оптические методы как наиболее точные невозмущающие способы определения температуры и концентрации в потоке плазмы. В ходе выполнения ГПНИ «Энергоэффективность 1.2.4» разработан и применен теневой способ визуализации процессов взаимодействия двух встречно направленных компрессионных плазменных потоков. В резуль-

тате получены изображения квазистационарных плазменных образований сферической формы с максимумом концентрации свободных электронов в центре, достигающим $8,4 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-3}$ (рис. 5).

Теневая диагностика ярко светящейся плазмы сильно затруднена тем, что необходимо использовать источник света с большей яркостной интенсивностью, чем у исследуемого объекта. Для получения теневых картин высокого временного разрешения, пригодных не только для качественной, но и для количественной интерпретации, был создан источник света на основе искрового импульсного разряда в аргоне. Конструкция камеры разработана с учетом возможности ее сопряжения с теневым прибором ИАБ-451. С применением импульсного источника света экспериментально были получены динамические спектры свечения плазмы, на основании которых рассчитаны изменения температуры и концентрации электронов в зоне столкновения при термализации плазмы (О.Г. Пенязьков, П.П. Храпцов, В.М. Грищенко).

Рис. 4. Фотография свечения плазмы барьерного разряда (а) и теневая картина обтекания аэродинамического профиля при наличии барьерного разряда (б)

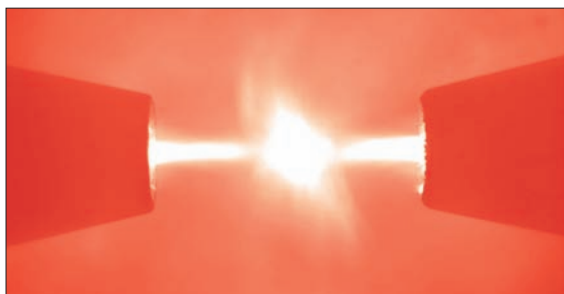
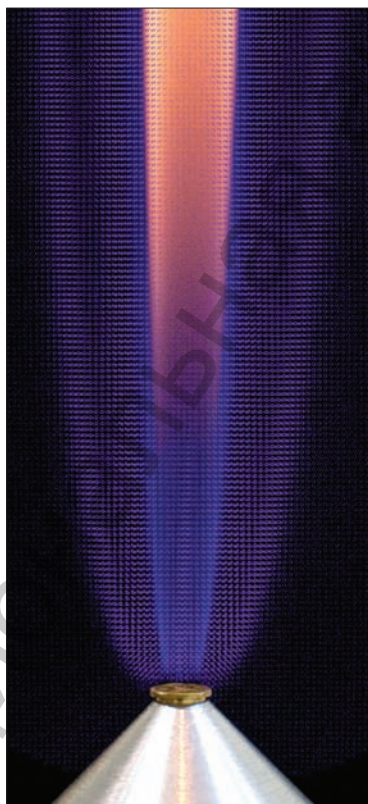


Рис. 5. Фотография взаимодействия двух встречно направленных компрессионных плазменных потоков

В настоящее время имеется не так уж много надежных данных, касающихся пульсационных характеристик турбулентных потоков с переменной плотностью, главным образом, из-за трудностей, связанных с проведением соответствующих измерений. В связи с этим построение невозмущающего и безынерционного метода диагностики процесса турбулентного смешения является актуальной задачей.

С целью диагностики процесса турбулентного смешения был разработан невозмущающий и безынерционный метод исследования, основанный на использовании эффекта Тальбота. Для реализации этого метода при исследовании статистических

Рис. 6. Дифференциальное тальбот-изображение осесимметричной реагирующей струи метана



характеристик турбулентной струи метана была разработана и построена экспериментальная установка с использованием газового лазера на парах кадмия с длиной волны излучения $\lambda = 441,6$ нм и зеркальной тальбот-матрицы.

Для диагностики турбулентной реагирующей и нереагирующей струи проведена адаптация метода осредненных тальбот-изображений. Усовершенствованный способ измерений основан на анализе изменений поля интенсивности когерентного монохроматического излучения с периодически модулированным фронтом при оптическом зондировании турбулентной струи. Реагирующая струя метана была изучена на пяти различных длинах волн, на основе полученных данных рассчитаны распределения показателя преломления (рис. 6).

Результаты обработки подобных тальбот-изображений реагирующей струи метана, полученных для набора различных длин волн зондирующего излучения, могут быть использованы для численной верификации различных кинетических механизмов горения углеводородных топлив, а также для анализа эффективности различного рода горелочных устройств и реактивных двигателей. Возможность измерения пространственного распределения осредненной концентрации примеси делает этот метод очень перспективным при диагностике процессов турбулентного смешения и в инженерных разработках, и в системах промышленного контроля (О.Г. Пенязьков, П.П. Храпцов, И.Н. Шатан).

Значительно продвинулось исследование процессов турбулентного горения углеводородных топлив, в частности основанное на индуцированной лазером флуоресценции молекул, рэлеевском или рамановском рассеянии излучения на молекулах. Для фотоэмиссионного анализа излучения был создан метод, основанный на зависимости распределения фотоэлектронов по энергиям от распределения по энергиям



Рис. 7. Измерение температуры углеродных кластеров при пиролизе этилена за отраженной ударной волной

фотонов в спектре излучения. Изучая динамику температуры при горении микрочастиц железа, когда кислород в атмосфере принудительно поджигается при повышенном давлении (в высокотемпературных тепловых процессах длительностью от 0,5 мс до 10,0 с при временном разрешении 5 мкс) (рис. 7), ученые обнаружили сильную зависимость продолжительности и интенсивности стадий горения от давления газовой фазы, в частности уменьшение искрообразования с ростом давления (О.Г. Пенязьков, К.Н. Каспаров, В.Н. Миронов, М.В. Дорошко).

Оптические методы диагностики находят широкое применение в экспериментальном исследовании газодинамических потоков. Они позволяют не только получать качественное визуальное изображение процессов, но и измерять с большой точностью и высоким разрешением количественные характеристики течений. Оптические методы дают возможность изучать широкий спектр физических явлений, возникающих при обтекании тел различной формы, в процессах смешения и переноса в турбулентных течениях, при распространении ударных волн, прохождении химических реакций, истечении струй в пространство, соударениях плазменных пучков и других быстропротекающих высокотемпературных процессах. ■

Мобильные лазерные спектральные анализаторы

Лазерный спектральный анализ является современной разновидностью классического эмиссионного атомного спектрального анализа.

Сразу же после своего появления лазеры стали активно использоваться в эмиссионной спектроскопии для пробоотбора в основном твердотельного материала и его атомизации. Впоследствии были разработаны серийные лазерные спектральные анализаторы. Первые приборы такого рода – LMA-1 фирмы Carl Zeiss (Германия), Laser-Microprobe фирмы Jarrell-Ash (США), Коралл-1 (Институт физики АН БССР). С их помощью сильно упрощалась процедура пробоотбора и пробоподготовки. Однако в силу трудоемкости регистрации и обработки полученных спектров такой анализ не имел широкого распространения. Внедрение в аналитическую практику современных вариантов лазеров и многоканальных оптических анализаторов вызвал повышенный интерес к лазерному спектральному анализу, важнейшими особенностями которого являются: экспрессный анализ в режимах практически неразрушающего контроля, реального времени, *in situ*; отсутствие предварительной подготовки пробы или ее минимизация; исключение изменения первоначального элементного



Михаил Бельков,
замдиректора
Института физики
НАН Беларуси
по научной работе,
кандидат физико-
математических
наук



Сергей Райков,
главный научный
сотрудник
Института физики
НАН Беларуси,
доктор физико-
математических
наук

состава; высокая локальность и возможность проведения микроанализа и одновременно многоэлементного анализа, а также определение макро-, микро- и следовых содержаний элементов. С помощью лазерных источников возбуждения можно анализировать как проводящие, так и диэлектрические материалы, решать задачи локального, поверхностного, послойного, динамического анализа, изучать однородность материалов и распределение элементов.

Во многих случаях проведение измерений должно проходить с выездом на место экспертизы, что особенно важно при анализе объектов, не подлежащих транспортировке, в частности при проведении антитеррористических операций, при текущем обследовании зданий, сооружений и конструкций, экологическом мониторинге в зонах повышенного риска, атрибуции уникальных историко-художественных ценностей с высокой страховой стоимостью и т.д. Мобильные лазерные спектрометры серийно не выпускаются, разработаны единичные прототипы специального назначения в США (в частности, установлен на действующем «марсоходе»), Евросоюзе. Приборы (модели 2011 и 2012 г.), созданные в Институте физики НАН Беларуси, имеют функциональные преимущества перед зарубежными аналогами. Они обладают двухимпульсным режимом абляции (рост уровня полезного сигнала на один-два порядка) и повышенной энергетикой, то есть возможностью анализа любых твердотельных материалов.

Наша мобильная лазерная аппаратура активно используется на протяжении двух последних лет для экспертизы химического состава материалов с выездом на место измерений. Так, разработана методика и апробирована на практике лазерная материаловедческая экспертиза в режиме реального времени и без отбора проб послойного химического состава материала промышлен-

ных конструкций в труднодоступных местах. С ее помощью можно определить степень деградации коррозионно-стойкой стали и железобетонных материалов в агрессивных условиях. Аппаратура транспортируется, собирается и эксплуатируется одним оператором. Процедура идентификации спектров автоматизирована.

В частности, в 2012 г. проведено детальное обследование поврежденных конструкций первого белорусского аквапарка, построенного в 2004 г. Была



Рис. 1. Лазерная аппаратура на месте обследования корродировавших конструкций

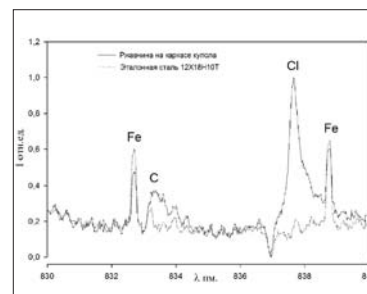


Рис. 2. Химсостав ржавчины на каркасе купола



Рис. 3. Новый мобильный лазерный спектрометр

поставлена задача провести определение марок конструкционной коррозионно-стойкой (нержавеющей) стали в различных зонах аквапарка непосредственно на месте экспертизы.

Обследование показало, что наблюдается тотальная коррозия всех конструкций из нержавеющей стали внутри аквапарка (рис. 1).

Химический состав материала сильно корродировавшего стального каркаса купола, на котором крепятся стеклопакеты, соответствует марке коррозионно-стойкой аустенитной стали 12X18H10T, легированной титаном (по зарубежной классификации AISI 321). Перед экспертизой материал конструкции в месте анализа зачищался от ржавчины механически и/или посредством лазерной очистки. Аналогичные результаты получены при экспертизе химсостава сварных швов на каркасе купола.

Основные технологические марки коррозионно-стойкой стали в порядке их устойчивости к воздействию хлора и других галогенидов: AISI 304/304L – наименьшая → AISI 321 → AISI 316/316L/316Ti → AISI 317/317L – наивысшая. На практике в подобных сооружениях следует использовать сталь с молибденовым легированием 316-й серии (так называемую «морскую» нержавеющую) или более дорогую – 317-й серии. Сталь 321-й и 304-й серий (без молибдена) не может противодействовать воздействию хлора, что и имело место в случае с аквапарком. Ржавчина образуется в результате реакции из двух стадий: первая представляет собой растворение пассивирующего слоя оксида хрома, а вторая состоит в окислении железа в материале. Присутствие молибдена намного замедляет скорость процесса хлоридной коррозии даже в более жестких условиях эксплуатации, чем в нашем случае. Дополнительно проведена экспертиза непосредственно материала ржавчины на поверхности стали каркаса. Он перенасыщен хлором (рис. 2).

Подобные результаты получены при экспертизе химического состава материала перил и сварных швов на них в двух зонах: на смотровой площадке при входе на технический этаж и на лестнице при входе на нее. Перила на смотровой площадке подвергнуты сильной коррозии. Результат экспертизы стали – 08X18H10 (AISI 304). Шов выполнен из того же материала, одного из самых экономичных. Однако он не подходит для условий эксплуатации в аквапарке вследствие хлоридной коррозии, как и сталь AISI 321, из которой выполнен купол. Об этом напрямую свидетельствует экспертиза химсостава перил на лестнице у входа на смотровую площадку, обычно закрытую дверь, которая предназначена для изоляции внутреннего объема аквапарка. Расстояние между обследованными перилами, расположенными на одном уровне, около 4–5 м. Тем не менее сталь перил, находящихся снаружи, и швов на них не подвержены коррозии. Марка стали та же – AISI 304.

Разработанная аппаратура также использована для текущего мониторинга и установления степени коррозии бетонных конструкций и материалов (карбонизация, хлоридная коррозия, сульфатизация), в том числе на аварийных объектах; определения наличия, состава и толщины огнезащитных покрытий на строительных конструкциях; контроля уровня загрязнения окружающей среды, в частности биосистем, хлором (в обычной аналитической практике трудноопределяемый элемент).

Сегодня внедряется в практику новое поколение мобильных лазерных спектральных анализаторов с диодной накачкой активной среды, которые обладают значительно меньшими габаритами и весом при тех же функциональных возможностях (рис. 3). Продолжаются работы по материаловедческой экспертизе историко-художественных ценностей с выездом на место исследований (см. «Наука и инновации», №10 (116), 2012). ■

В современной астрономии широко используется спектроскопия, позволяющая изучать космические объекты *in situ*, то есть непосредственно в их «среде обитания», бесконтактно и дистанционно. Спектроскопические методы исследования излучений небесных тел применяются и в Обсерватории БГУ, действующей с 1992 г.

Главные объекты внимания белорусских ученых – кометы, черные дыры, джеты (выбросы) активных галактических ядер. Наряду со спектроскопией основных составляющих свечения ночного неба и малых тел Солнечной системы в обсерватории развивается теория нестационарных явлений во внегалактических объектах.

С помощью инфракрасной (ИК) спектроскопии можно изучать безоблачное (ясное) ночное небо, невидимые облака и воздушные течения (перемещение масс атмосферного воздуха с определенной температурой и влажностью).

Невидимые облака – аэрозольные неконденсационные (безводные) образования конвективного происхождения, в основном состоящие из частиц среднedisперсной фракции почвы. Время их существования – не менее шести часов. Они наблюдаются, как правило, в антициклонах или в тылу холодных фронтов и зачастую предшествуют им. В Обсерватории БГУ их характеристики измеряются с помощью ИК-комплекса, оптимизированного на спектральную область 2–6 мкм. Основу комплекса составляют три зеркальных объектива (у одного диаметр главного зеркала – 500 мм, фокусное расстояние – 639 мм; у двух других – 202,52 мм и 2025,2 мм соответственно).

Излучение, приходящее к поверхности Земли, с одной стороны, ограничивает возможности

Спектроскопия в астрономии

Пространственные неоднородности энергетической яркости безоблачного неба в средней ИК-области спектра

разнообразных оптических систем и является шумом фона для них, а с другой – несет информацию о процессах, происходящих в земной атмосфере. Поле этого излучения обусловлено хаотически распределенными пространственно-временными неоднородностями энергетической яркости рассеянного и отраженного излучения Солнца и собственного излучения атмосферы. Поэтому описание этого поля возможно только на статистической основе. При этом пространственные неоднородности энергетической яркости играют важнейшую роль в связи с тем, что объект на значительном расстоянии от оптической системы кажется малым по сравнению с пространственной структурой поля, на котором он наблюдается, а также потому, что временные флуктуации этого поля излучения носят низкочастотный характер.

Важным вопросом является расчет действительного уровня мощности излучения этого поля. Расчет требует знания точной модели источников поля. Статистическая теория этого поля (шума фона) неоднократно совершенствовалась по аналогии с теорией шума, применяемой в коммуникационных системах. Затем было высказано предположение, что статистическая модель шума фона должна рассматриваться как случайное множество двумерных импульсов, амплитуда и ширина которых описывается распределе-



Ольгерд Кузничик,
директор
Обсерватории БГУ,
кандидат физико-
математических
наук, доцент

ниями Гаусса и Пуассона соответственно [1]. Позже была выведена унифицированная статистическая модель шума фона для средней инфракрасной области спектра. Ее справедливость была подтверждена экспериментальными результатами. Введение в качестве промежуточного элемента структурной функции [2] позволяет повысить точность расчетов, приблизить модель к реальной ситуации и расширить класс фонов, описываемых ранее предложенной моделью.

При этом по данным наших измерений были получены оценки для величины расстояния между двумя смежными точками на плоскости $x - y$, относящимися к одному и тому же импульсу. Они приведены в табл. 1 для азимутального сканирования при углах возвышения $\varepsilon \geq 70^\circ$ и углах возвышения Солнца $\varepsilon_c \leq 15^\circ$, $\varepsilon_c \leq 30^\circ$, $\varepsilon_c \leq 50^\circ$ в наиболее информативных окнах прозрачности атмосферы 1,8–2,5, 3,9–4,2 и 4,5–5,2 мкм. Как видно из таблицы, средняя величина пространственных неоднородностей энергетической яркости убывает с возникновением облачных образований во всех

окнах прозрачности атмосферы.

На рис. 1–3 для окон 1,8–2,5; 3,9–4,2 и 4,5–5,2 мкм соответственно представлены для сравнения азимутальные одномерные спектры Венера энергетической яркости безоблачного дневного неба $G(\nu)$, рассчитанные по нашим экспериментальным реализациям (сплошная линия) и по теоретической модели (крестики) при одних и тех же условиях. Из них следует, что фон безоблачного дневного неба в этих окнах можно считать Гауссовым.

Сравнение рассчитанных и экспериментальных спектров $G(\nu)$, представленных на рис. 1–3, показывает, что наибольшее различие между ними наблюдается для низких ($\nu < 0,02 \text{ град}^{-1}$) пространственных частот. В интервале же пространственных частот $\nu = 0,02 \dots 1,0 \text{ град}^{-1}$ оно не превышает точности вычисления экспериментального спектра $G(\nu)$.

Таким образом, учитывая приведенные результаты, нашу теоретическую модель можно применять для оценок азимутальных одномерных спектров Венера энергетической яркости безоблач-

Спектральная область, мкм	Δ , рад ⁻¹	
	Безоблачно	Частичная облачность (верхний ярус)
1,8–2,5	16	7,5
3,9–4,2	17,5	9,3
4,5–5,2	11	9

Таблица 1. Величина, обратная средней ширине импульса энергетической яркости

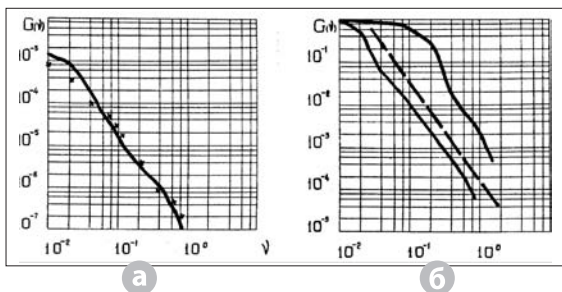


Рис. 1. Одномерный спектр Венера энергетической яркости безоблачного дневного неба

а (в окне 1,8–2,5 мкм): $\bar{I} = 0,03 \text{ Вт} \cdot \text{ср}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$, $\delta^2 = 2,5 \cdot 10^{-5} \text{ Вт}^2 \cdot \text{ср}^{-1} \cdot \text{м}^{-4}$, $\Delta\nu = 0,01 \text{ град}^{-1}$, $G(\nu)$ в $\text{Вт}^2 \cdot \text{ср}^{-2} \cdot \text{м}^{-4} \cdot \text{град}^{-1}$; сплошная линия – эксперимент, крестики – расчет;

б: штриховая линия – $G(\nu)$, нормированный к единице в максимуме и усредненный по 20 реализациям, сплошные линии – границы изменения нормированных $G(\nu)$, по которым проводилось усреднение.

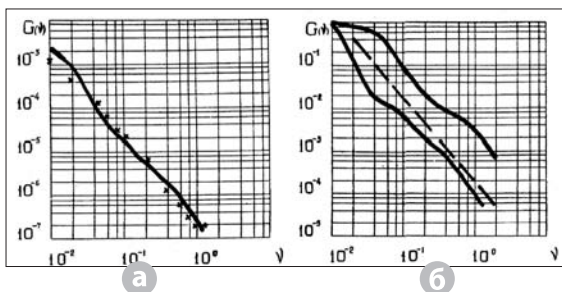


Рис. 2. Одномерный спектр Венера энергетической яркости безоблачного дневного неба

а (в окне 3,9–4,2 мкм): $\bar{I} = 0,06 \text{ Вт} \cdot \text{ср}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$, $\delta^2 = 5 \cdot 10^{-5} \text{ Вт}^2 \cdot \text{ср}^{-1} \cdot \text{м}^{-4}$, $\Delta\nu = 0,01 \text{ град}^{-1}$, $G(\nu)$ в $\text{Вт}^2 \cdot \text{ср}^{-2} \cdot \text{м}^{-4} \cdot \text{град}^{-1}$; сплошная линия – эксперимент, крестики – расчет;

б: штриховая линия – $G(\nu)$, нормированный к единице в максимуме и усредненный по 20 реализациям, сплошные линии – границы изменения нормированных $G(\nu)$, по которым проводилось усреднение.

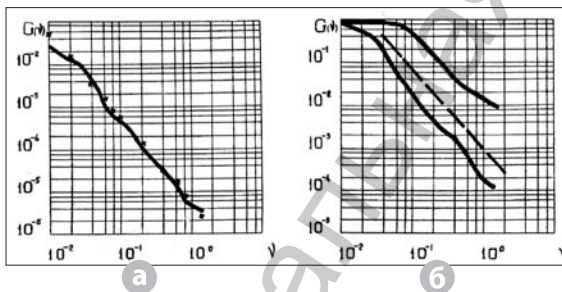


Рис. 3. Одномерный спектр Венера энергетической яркости безоблачного дневного неба

а (в окне 4,5–5,2 мкм): $\bar{I} = 0,29 \text{ Вт} \cdot \text{ср}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$, $\delta^2 = 4 \cdot 10^{-5} \text{ Вт}^2 \cdot \text{ср}^{-1} \cdot \text{м}^{-4}$, $\Delta\nu = 0,01 \text{ град}^{-1}$, $G(\nu)$ в $\text{Вт}^2 \cdot \text{ср}^{-2} \cdot \text{м}^{-4} \cdot \text{град}^{-1}$; сплошная линия – эксперимент, крестики – расчет;

б: штриховая линия – $G(\nu)$, нормированный к единице в максимуме и усредненный по 20 реализациям, сплошные линии – границы изменения нормированных $G(\nu)$, по которым проводилось усреднение.



Рис. 4. Взрыв челябинского метеорита. Фото Марата Ахметвалеева, marateaman.livejournal.com

ного дневного неба при указанных выше значениях углов возвышения, окон прозрачности атмосферы и интервала пространственных частот. Полученные экспериментальные данные могут быть также использованы для выявления невидимых облаков, обнаруженных нами в 1969 г. [3], и воздушных течений с целью исследования механизма их образования, перестройки и исчезновения. При этом необходимо отметить, что в видимой области спектра аэрозольные неконденсационные облака были найдены в 1981 г. [4].

Учитывая рассеянный свет Луны и яркость звездного неба, развиваемый подход позволяет оценить азимутальные одномерные спектры Венера энергетической яркости безоблачного ночного неба. Полученные результаты используются в Обсерватории БГУ для обнаружения специальных спутников и комет.

В настоящее время наши исследования приобретают все большую актуальность в связи с обращением общественного внимания к астероидно-кометной опасности. Резкий рост народонаселения на планете, появление мегаполисов и технопарков существенно повышают вероятность возникновения техногенных катастроф при вхождении в атмосферу даже относительно небольших осколков ядер комет и метеороидов – небесных тел, промежуточных по размеру между межпланетной пылью и астероидами. Недавний инцидент космического происхождения в Челябинске (рис. 4) еще раз подтвердил, что эта вероятность не является эфемерной. Геологические исследования показывают, что в истории Земли неоднократно случались столкновения гораздо большего масштаба. Серьезность

этой угрозы для человечества в целом пока только начинает осознаваться. Однако после ее обсуждения в ООН, Палате лордов Великобритании и Конгрессе США выделено финансирование на поиск путей ее решения.

По программе «Spaceguard» США уже каталогизировано 1200 астероидов размером более 1 км, 150 из которых классифицируются как потенциально опасные. Для изменения траектории астероидов, угрожающих столкновением с Землей, Европейское космическое агентство начало реализовывать программу «Дон Кихот» (2010–2015 гг.).

В Российской Федерации этими исследованиями занимается 30 учреждений в самых разных областях науки и промышленности и разрабатывается Федеральная целевая научно-техническая программа «Астероидно-кометная опасность» [5], научную часть которой в рамках сотрудничества с Институтом астрономии РАН может выполнять Обсерватория БГУ.

Обнаружение потенциально опасных астероидов и слежение за ними – одна из основных прикладных задач современной астрономии. ■

Литература

1. Кузнецик О.П., Афанасьев Г.К. Автокорреляционные функции и энергетические спектры небосвода в области 1,8–5,2 мкм // Рассеяние света в земной атмосфере. – Алма-Ата, 1972. С. 258–262.
2. Kuznetchik O.P. Statistical properties of the background noise for the atmospheric windows in the intermediate infrared region // Publ. Obs. Astron. Belgrade. 1996. № 53. P. 25–26.
3. Кузнецик О.П., Афанасьев Г.К. Автокорреляционные функции и энергетические спектры небосвода в области 1,8–5,2 мкм // Тез. докл. Всесоюз. совещ. по рассеянию света в атмосфере. – Алма-Ата, 1969. С. 72–73.
4. Белан Б.Д., Задде Г.О., Ковалевский В.К. и др. О природе аэрозольных неконденсационных облаков // Оптика атмосф. 1988. Т. 1, №6. С. 67–77.
5. Астероидно-кометная опасность: вчера, сегодня, завтра. – М., 2010.

Взгляд во Вселен- ную

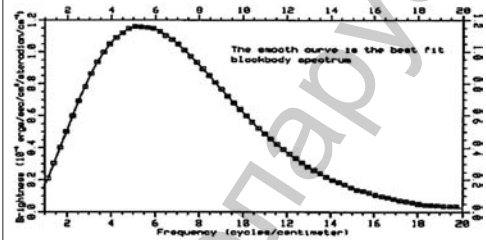


В основе наших познаний о Вселенной лежит убежденность, что ею (хотя бы всей ее видимой частью) управляют те же физические законы, которые открыты нами на Земле. Это представление возникло потому, что физики никогда не рассматривали нашу планету в отрыве от остальной Вселенной. Например, Ньютон вывел закон всемирного тяготения, наблюдая за Луной, а гелий был обнаружен сначала на Солнце, а только потом на Земле.

Исходя из представления о единстве физических законов, можно сделать очень важное допущение. Мы не можем проникнуть в недра звезды или в ядро галактики, чтобы непосредственно увидеть происходящие там процессы. Зато в наших силах их представить и объяснить. В подавляющем большинстве случаев нам может помочь в этом свет, точнее, электромагнитное излучение в очень широком диапазоне частот, которое регистрируют ученые. Все остальное лишь продукт теоретической интерпретации наблюдений, суть которой для астрономов заключена в простой формуле «O – C», то есть «наблюдаемое» (observed) минус «вычисленное» (computed). Чтобы понять природу какого-либо объекта, нужно построить его модель (физико-математическое описание происходящих в нем процессов), а затем с ее помощью вычислить, какое излучение должно рождаться в этом объекте. Дальше остается сравнить предсказания модели с результатами наблюдений и, если данные неубедительны, либо изменить параметры имеющейся модели, либо придумать новую, более удачную.

Самым простым видом излучения является тепловое, именно оно миллиарды лет несет на Землю солнечную энергию. Нагретое тело излучает во всем диапазоне длин волн (или частот), но есть определенная длина волны, на которую приходится максимум излучаемой энергии. Для источника излучения с максимально простыми свойствами, который в физике называется абсолютно черным телом, эта длина волн обратно пропорциональна температуре: $\lambda = 0,29/T$. Это соотношение называют законом смещения Вина. Именно эта длина волны (разумеется, в сочетании с кривой спектральной чувствительности глаза) определяет видимый цвет нагретого тела.

Конечно, в реальности все сложнее, поскольку излучение тела не всегда связано с тем, что оно имеет определенную температуру. Оно может иметь и нетепловую природу, как, например, синхротронное. Однако это можно легко установить, определив не только частоту, на которую



Спектр черного тела для реликтового излучения, заполняющего Вселенную

приходится максимум излучения, но и всю форму спектра, то есть распределение излучаемой энергии по частотам. Современная аппаратура позволяет регистрировать излучение в огромном частотном диапазоне – от гамма- до радиоволн.

Хотя общая форма спектра звезды или другого объекта уже говорит о многом (например, о природе излучения), в спектре есть и значительно более емкий носитель информации – линии. При некоторых условиях вещество излучает или поглощает свет лишь на определенных частотах. Конкретный набор частот зависит от индивидуального распределения энергетических уровней атомов, ионов или молекул вещества, а это означает, что по наличию той или иной спектральной линии можно сделать вывод, что в излучающем или поглощающем веществе присутствуют эти атомы и молекулы. По интенсивности линии, ее форме, поляризации, а также по отношению интенсивностей разных линий одного и того же атома или молекулы можно определить содержание данного элемента в атмосфере звезды, степень ионизации, плотность вещества, его температуру, напряженность магнитного поля, ускорение силы тяжести и т.д. Если вещество движется, его спектр, в том числе линии, сдвигается как целое из-за эффекта Доплера: в синюю сторону спектра – если вещество приближается к нам, в красную – если удаляется. Это означает, что по смещению линий относительно «лабораторного положения» мы можем делать выводы, например, о движении как звезды в целом, если смещается весь спектр, так и отдельных слоев ее атмосферы, если линии, образующиеся на различных глубинах, смещаются по-разному. ■

По материалам elementy.ru подготовила
Ольга КИЕВЛЯКИС

Структура видов деятельности экономики Беларуси

и прогноз ее динамики



Ирина Михайлова-Станюта,

профессор кафедры экономики и управления
Высшего государственного колледжа связи,
доктор экономических наук,
профессор

Национальная статистика до последнего времени представляла экономику в отраслевом разрезе, на что было направлено соответствующее методическое обеспечение. В рамках этого подхода отраслью называлась совокупность предприятий, производящих однородную продукцию или оказывающих однородные услуги. Однако в настоящее время структура экономики классифицируется не по отраслям, а по схожим видам экономической деятельности с определением широкого спектра их родственных видов и сужающихся групп с различной степенью укрупнения. Классификация ведется по созданной в группах добавленной стоимости и

ее доле в совокупном ВВП страны. Понятия «виды деятельности» и «отрасль» различаются тем, что хозяйственная единица, используя при производстве однородной продукции несколько различных друг от друга видов деятельности, при статистическом учете как бы расчленяются. Внутри нее происходит более детальное разделение труда, и предприятие уже не рассматривается как единый и неделимый объект статистического учета, как было раньше.

Доли добавленной стоимости (а это сумма заработной платы, прибыли и налогов) в цене продукции по разным видам деятельности отличаются. В сфере услуг, например, она намного больше, чем в сфере производ-

ства, поскольку ее продукция не имеет материальной формы. В I квартале 2012 г. она составила в услугах 60,2% против 27,1% в сфере производства и 39,1% в целом по экономике страны. А это значит, что для наработки 1 рубля добавленной стоимости по экономике Беларуси было затрачено 1,5 руб. промежуточного продукта, в сфере производства – 2,7 руб./руб., на транспорте и связи – 0,74 руб. руб., а в сфере услуг – всего 0,66 руб. руб.,. Серьезные аналитики избегают сравнений экономических структур разных стран, поскольку нет типовых условий их формирования. Каждое государство имеет свои факторы производства и нацеленную на их эффективное использование экономическую структуру видов деятельности. Тем не менее в международной экономике существуют классификации стран, привязанные среди других показателей к структуре их экономик по видам деятельности с делением по этому признаку стран на промышленно развитые, постиндустриальные и др. (табл. 1).

Виды экономической деятельности	Весь мир	Страны					
		с высоким уровнем доходов	со средним уровнем доходов	с низким уровнем доходов	Россия 2011 г.	Беларусь 2011 г.	Прогноз 2020 г.
ВВП, созданный в сельском хозяйстве	5	2	2	23	3,6	8,7	7
ВВП в сфере производства (без с/х-ва), включая строительство	31	32	35	33	31,4	44,4	28
ВВП в сфере услуг	64	66	54	44	48,4	39,5	65
Всего	100	100	100	100	83,4*	92,6*	100

* Остальные 16,6% по России и 7,6% по Республике Беларусь занимают нераспределенные по сферам деятельности налоги.

Виды деятельности	Россия	Беларусь	
	2011 г.	2011 г.	2012 г.
Сельское и лесное хозяйство, рыболовство	3,6	8,7	8,4
Добыча полезных ископаемых	9,1	1,2	1,1
Обрабатывающая промышленность	13,6	27,7	27,9
Производство и распределение энергии газа и воды	3,2	2,8	2,8
Строительство	5,5	6,8	6,9
Торговля	16,2	12,5	14,3
Транспорт и связь	7,5	7,2	7,1
Образование и здравоохранение	5,7	7,1	
Финансы и услуги	14,0	5,1	
Госуправление и военная безопасность	5,0	3,4	
Налоги	15,1	13,3	

По детализированной структуре и методам ее измерения Беларусь целесообразно сравнивать не с обобщенными мировыми построениями, а с экономикой России (табл. 2).

Как видим, российской экономической структуре присуща высокая доля добычи полезных ископаемых, что естественно, а также вдвое меньший, чем в Беларуси, удельный вес обрабатывающей промышленности, что является негативным аспектом российской экономики. В нашей стране выше и доля строительства, а также образования и здравоохранения, что также положительно. Да и доля финансовых услуг у нас не так «разогрета», как в России, где деньги делают деньги быстрее, чем в реальном секторе. Желательно, чтобы они следовали за развитием товаров и других видов услуг, а не обгоняли их. Что касается динамики структурных сдвигов, то в сферах деятельности они происходят медленно: их «скачки» наблюдаются только при серьезных экономических коллизиях или планируемых модернизациях.

	2010 г.	2011 г.
Валовой внутренний продукт, в т. ч.	107,7	105,3
сфера производства	110,3	107,2
сельское и лесное хозяйство,	102,4	106,6
обрабатывающая промышленность	110,8	110,1
Сфера услуг, в т. ч.	107,0	106,8
торговля	112,3	118,6
транспорт и связь	109,6	108,2
финансовая деятельность	107,1	121,3
услуги финансового посредничества	111,2	132,2

Виды деятельности	2010 г.	2011 г.	2012 г.
Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство	0,2	0,6	0,5
Промышленность	3,3	2,5	1,8
Строительство	1,5	0,5	-0,6
Торговля, ремонт	1,4	2,4	-1,2
Транспорт и связь	0,8	0,6	0,5
Прочие виды	0,3	-0,9	0,1
Чистые налоги на продукты	0,2	-0,9	0,4
Итого	7,7	5,3	1,5

Таблица 1.
Структура видов экономической деятельности стран (%)

Таблица 2.
Структуры ВВП по видам экономической деятельности в России и Беларуси

Таблица 3.
Годовые индексы ВВП и валовой добавленной стоимости по видам деятельности (в постоянных ценах)

Таблица 4.
Вклад основных видов экономической деятельности в формирование темпа роста ВВП в %

Поэтому сравнения по Беларуси и России за 2011 и 2012 гг. зафиксировали лишь незначительную структурную разницу в экономике (табл. 2).

В отношении достоверности прогнозных предсказаний о структуре экономики Беларуси до 2020 г. (табл. 1) и при ее сравнении с международными системами необходимо отметить следующее. Во-первых, способ расчета и распределения по видам деятельности валовой добавленной стоимости по международным методикам несколько иной. Например, созданная на машиностроительном заводе вся добавленная стоимость относится нашей статистикой к «производству машин и оборудования». Однако с переходом на международные методы ее распределения по видам деятельности та ее часть, которая будет наработана инженерно-техническими отделами, бухгалтерами и экономистами этого предприятия, должна относиться к сфере услуг, то есть вычлениваться и вычитаться из общей суммы по производственной единице, что, безусловно, поднимет абсолютный размер и удельный вес сферы услуг в целом по стране.

Роль в структурных изменениях экономики Беларуси должно сыграть соотношение темпов роста производительности труда по добавленной стоимости (табл. 3 и 4). В настоящее время скорость развития сферы услуг и промышленности примерно одинакова. Однако вклад последней в рост ВВП остается преобладающим даже в условиях посткризисного периода. Высокие показатели в 2012 г. демонстрируют нефтепереработка (118,2%), химическая промышленность (119,6%), производство транспортных средств и оборудования (114,9%), что также «работает» на сохранение роли промышленного сектора и характерно для индустриально развитых стран.

В условиях финансово-экономического кризиса некоторые эксперты заговорили о том, что

деиндустриализация экономик должна смениться их реиндустриализацией, то есть структурным ростом и развитием реального сектора, снижающим вероятность наступления очередного финансового кризиса. Поэтому прогноз падения производственной сферы на 16,4 пункта в Беларуси (табл. 1) вряд ли имеет под собой обоснование. Производственная сфера в республике была и остается ведущей, хотя и сфера услуг по своим прогрессивным направлениям еще не набрала максимума, как это происходит в постиндустриальных странах. Желательно, чтобы в будущем они развивались параллельно, а главное – в инновационных направлениях, обеспечивающих наивысший рост добавленной стоимости и, следовательно, производительности труда.

В 2012 г. в Беларуси при приросте ВВП страны на 1,5% производительность труда выросла на 4% за счет сокращения численности занятых. В программе промышленной политики страны до 2020 года поставлена задача вдвое сократить отставание по этому показателю от развитых стран. На наш взгляд, это зависит от повышения инновационности обеих сфер, производства высокотехнологичной продукции, конкурентной на мировых рынках, и оказания наукоемких услуг.

В развитых странах высокотехнологичный комплекс определяет экономический рост и модернизирует всю отраслевую экономику, заставляя ее адаптироваться к технологиям изобретательского уровня. По сути, он играет роль технологического и экономического лидера. Если его не будет или если лидерство осуществляют сырьевые отрасли, как в России (и частично в Беларуси), то технологическое, а за ним и экономическое отставание страны от государств-лидеров предотвратить будет трудно.

В рамках исследования этой темы рассматривается вопрос о централизованно направляемой структурной политике, исходный импульс развития которой дает

государство и которая успешно использовалась и продолжает использоваться многими странами, в том числе Японией и Китаем, правда, в различных вариантах.

В России также прорабатываются схожие подходы, при которых государству отводятся разные роли: от активного вмешательства до почти полного устранивания. Истина, как всегда, находится посередине.

И здесь хотелось бы обратить внимание на проблему, решение которой невозможно без помощи и управления государством. Это адаптация рынка труда к структурным изменениям экономики. От ее решения зависит во многом качество структурных сдвигов. Дело в том, что изменения в структуре видов деятельности приводят (или должны сопровождаться) к изменениям структуры и качества рабочих мест и даже занятости.

Одновременно (даже не вслед) с динамикой структурных сдвигов должно меняться качество рабочей силы, ее адаптация к новым параметрам. А это означает новые требования к уровню образования и профессионализма кадров. Рынок труда должен подстраиваться под изменение структуры видов деятельности. Должна меняться даже цена (зароботная плата) рабочей силы. И здесь ему нужна помощь со стороны государства, институциональная перестройка. Законы должны регулировать спрос и предложение рабочих мест с высокой зарплатой. Производственники знают, что дипломированный персонал найти легко, а высокопрофессиональный – трудно. Переизбыток инвестиций в образование, по мнению экспертов, так же плох, как и их недостаток. Теория эффективности сохранения избыточных рабочих мест не действует в долгосрочной перспективе по вышеприведенным причинам. Поэтому государству и бизнесу предстоит находить разные способы взаимодействия при решении задач структурной перестройки экономики. ■

О некоторых аспектах повышения эффективности Национальной инновационной системы

Активизация инновационных процессов, отчетливо проявившаяся с середины 80-х гг., определялась целенаправленным формированием в ряде стран национальных инновационных систем (НИС), ставших фундаментом устойчивого экономического роста и благосостояния общества. Стремление Беларуси находиться в русле мировых трендов, быть на первых рубежах научно-технического прогресса обусловило выбор инновационного пути как магистрального направления развития государства.

Для этого в республике принят ряд нормативных правовых актов в области научной, научно-технической и инновационной деятельности, которые позволили заложить не только основы правового регулирования, но и реализовать практические меры для эффективного использования и наращивания потенциала сферы исследований и разработок. Из принятых в последние годы концептуальных документов можно отметить Госпрограмму инновационного развития на 2011–2015 гг.; Стратегию технологического развития; Пошаговую стратегию до 2015 г. увеличения не менее чем на 200%



Александр Коршунов,

ведущий научный сотрудник Института экономики НАН Беларуси, кандидат физико-математических наук



Валерий Гончаров,

завотделом инновационной политики Института экономики НАН Беларуси, кандидат экономических наук

доли наукоемкой и высокотехнологичной продукции в общем объеме белорусского экспорта; Стратегию проведения научных исследований на 2011–2015 гг., Национальную программу развития экспорта на 2011–2015 гг.; Стратегию Республики Беларусь в сфере интеллектуальной собственности на 2011–2020 гг.; Закон «О государственной инновационной политике и инновационной деятельности в Республике Беларусь».

Наличие государственной инициативы, высокий образовательный уровень населения, создание базовых институтов инновационной инфраструктуры позволяют говорить о существовании НИС Беларуси или, по крайней мере, о процессе ее формирования. Вместе с тем анализ индикаторов инновационного развития страны, в первую очередь в контексте международных сопоставлений, свидетельствует о низком уровне эффективности НИС и ее составляющих, наличии ряда ограничений для дальнейшего ее становления. Статистические данные указывают на отсутствие серьезных оснований для беспокойства по поводу достижения целевых прогнозных параметров, предусмотренных Госпрограммой инновационного развития (табл. 1), однако нужно отметить, что в Беларуси они традиционно определяются по промышленным организациям.

Если в 2011 г. некоторые показатели инновационного развития (внутренние затраты на иссле-

дования и разработки, объем экспорта высокотехнологичной продукции) не были достигнуты, то на конец 2012 г. наблюдается даже их перевыполнение, что позволяет рассчитывать на успешную реализацию планов пятилетки. Тем не менее в масштабах национальной экономики эффект от инновационной деятельности в промышленности еще не носит определяющего характера. Так, за последние 3 года количество инновационно активных организаций не претерпело существенных изменений, а удельный вес экспорта в общем объеме отгруженной инновационной продукции остается в пределах 50–60%.

Ключевым вопросом государственной инновационной политики остается эффективность используемых мер регулирования, соответствие вызовам времени законодательных актов, реализуемых и намеченных к выполнению концепций, стратегий, программ и планов. Не менее важна проблема соотношения прямого воздействия, прежде всего в форме бюджетных субсидий и системы косвенных стимулов, создающих благоприятные условия для деятельности всех элементов НИС, начиная с научных организаций и заканчивая предпринимателями, реализующими сложные рискованные проекты.

Предложенные на сегодняшний день меры инновационной политики и способы регулирования создают впечатление, что

этот набор является полным и всеобъемлющим – структурно он охватывает практически все направления наработанных в мире рекомендаций в этой области. Однако анализ содержания предложенных или реализуемых мер показывает, что большинство из них включает значительный компонент государственной поддержки в виде субсидий или госзаказа, при этом чрезмерное по форме, но недостаточное по содержанию внимание уделяется номинальному соответствию намеченным приоритетам в научно-технической сфере и формированию госпрограмм, ориентированных на их реализацию. Степень участия государства в целом по экономике, по мнению Сергея Атрошенко, достигает 80% [1].

Несмотря на многочисленные исследования теоретических и практических проблем формирования НИС, отдельных ее элементов, в отечественной науке не выработан системный, согласованный подход к определению целей, структуры и направленности развития НИС с позиций ее влияния на устойчивость роста и конкурентоспособность экономической системы. НИС рассматривается не как инструмент созидания, а как конечная цель инновационной политики, при этом страны постсоветского пространства, включая Беларусь, зачастую просто копируют подходы экономических лидеров и пытаются строить свои «силиконовые долины» без учета совокупности стартовых условий и факторов развития.

Между тем специалисты все чаще приходят к мнению, что переносить на отечественную почву зарекомендовавшие себя модели, структуры и методики сложившихся НИС малоэффективно [2]. Устоявшаяся практика развитых инновационных систем показывает, что в них обеспечивается интерфейс между наукой, которая финансируется государством (преимущественно фундаментальные изыскания), и наукой, которая субсидируется бизнесом (в основном прикладные исследования). Структурно эта система реализо-

вана в виде огромного количества малых инновационных предприятий, которые стимулируются, с одной стороны, государством (гранты, передача прав на ОИС, предоставление помещений и оборудования, налоговые льготы), с другой – венчурным капиталом и иными средствами бизнеса, в том числе бизнес-ангелами. Данная система построена на принципах государственно-частного партнерства (ГЧП), нацеленного на превращение фундаментальных знаний в новые технологии и продукты. Отметим, что на сегодняшний день в Беларуси малое инновационное предпринимательство как сложившийся сектор отсутствует. Число малых предприятий, относящихся к отрасли «Наука и научное обслуживание», на конец 2010 г. составляло 0,4% от общего количества [3]. Кроме того, разработка законодательства в сфере ГЧП находится в начальной стадии, тогда как именно государственно-частное партнерство является, по сути, мостиком между государством и бизнесом, позволяющим решать госзадачи методами, принятыми в бизнес-сообществе.

Особое место в инновационном движении занимает отраслевая наука, которая создает и передает адаптированные к запросам производства знания. При этом главным инструментом стимулирования трансформации последних в коммерческую продукцию является прямая заинтересованность разработчика и его включенность в инновационный цикл, в том числе на завершающих стадиях. Отраслевые научные организации призваны решать задачи предметного выбора, адаптации и внедрения передовых разработок с учетом конкретных условий и специфических особенностей каждого предприятия.

В отличие от общепринятой практики развитых государств, научно-исследовательская деятельность в Беларуси сконцентрирована главным образом в институтах, на которые при решении серьезных технологических задач полагается предпринимательский сектор и государственные

субъекты хозяйствования. Так, по оценкам экспертов, разработки, выполненные в специализированных научных учреждениях, составляют 71,45% НИОК(Т)Р. Это не способствует формированию у предприятий мощного научно-инновационного потенциала, созданию устойчивого фундамента для развития. По данным ГКНТ, в части патентной и лицензионной деятельности в течение 2011 г. организации Министерства промышленности зарегистрировали: 200 изобретений (14% от общего количества); 82 товарных знака (1%); 113 договоров о передаче прав на объекты промышленной собственности (15,3%).

Приведенные показатели позволяют говорить о низком уровне взаимодействия между наукой и производством. Так, возникают проблемы на заключительном этапе инновационного цикла – коммерциализации. По данным Белстата, в 2011 г. в республике было передано 2 новые технологии, 9 высоких технологий, а количество организаций, выступивших в роли их источника, составило 3 единицы [4].

Между тем, по данным ГКНТ, в результате реализации текущей Госпрограммы инновационного развития в 2011 г. и первом полугодии 2012 г. только в рамках выполнения ГНТП создано 266 новых технологий. Таким образом, их в стране ежегодно появляется сотни (если не тысячи), внимательно отслеживается эффективность их планируемой реализации, тогда как вопросы будущего (постановки на учет, возможной передачи для более рационального использования) остаются в тени.

Спецификой системы разработки и внедрения инноваций в Республике Беларусь является довольно жесткое разделение компетенций и интересов науки, образования, государства и производства (бизнеса). Эти сферы остаются замкнутыми сами на себя, причем в каждой из них сформировался собственный комплекс социальных статусов. Действующая система научно-технической

деятельности, которая функционирует в русле программно-целевого подхода, выглядит следующим образом. Политическое руководство страны определяет общие приоритеты социально-экономического развития и соответствующей научно-технической политики. Затем правительство формирует программы по их реализации, которые охватывают практически всю хозяйственную деятельность, при этом госзаказчиками являются отраслевые министерства, устанавливающие требования к разрабатываемым продуктам и технологиям. Организации отраслевой, академической и вузовской науки формируют задания программ, которые проходят научно-техническую экспертизу и утверждаются заказчиком. На их основе создается новая продукция, которая отрабатывается на избранных предприятиях, после чего инновации распространяются на всю отрасль. Описанная система, включающая многоступенчатый, во многом формальный отбор и согласование локальным научным сообществом, фактически является рудиментом индустриальной эпохи.

Право собственности на новые технологии и продукты принадлежит, как правило, государству в целом, что создает проблему «привязки» к конкретному юридическому или физическому лицу. Изобретатель и организация, в которой он работает, не может получать доход от эксплуатации инноваций, созданных с участием государства. Кроме того, разделение обязанностей между конструкторскими бюро, научно-исследовательскими институтами и предприятиями, располагающими опытными производствами, делает невозможным защиту разработок как ноу-хау.

Немаловажно, что в сложившейся системе создание инновации чаще всего осуществляется исходя из требований техзадания, сформулированного госзаказчиком, а не на основе потребностей конечного потребителя. Это подчеркивается материалами техни-

	Год	2011 г.	2012 г.	2013 г.
Доля отгруженной инновационной продукции в общем объеме отгруженной продукции, %	план	12–13	13,5–14,5	16–17
	прогноз	–	15,0	–
	факт	14,4	–	–
	факт за полугодие	–	17,4	–
Доля инновационно активных организаций в общем количестве организаций, производящих промышленную продукцию, %	план	20,0	25,0	30,0
	факт	22,7	–	–
	прогноз	–	25,0	–
Внутренние затраты на научные исследования и разработки, % к ВВП	план	1,2–1,4	0,9–1,1	1,2–1,4
	факт	0,8	–	–
	прогноз	–	0,8–1,0	–
Объем экспорта высокотехнологичной продукции, млн долл.	план	3100,0	3934,7	4766,7
	факт	3205,3	–	–
	прогноз	–	4000,0	–

ко-экономического обоснования и бизнес-планами, где маркетинговой проработке отводится отнюдь не ведущее место. Патентные исследования и карты технического уровня также не всегда относятся к сильным сторонам НИОКР.

Руководитель предприятия при таком подходе сталкивается с проблемой освоения нового вида продукции, внедрения новой технологии, неизбежного временного снижения объемов производства, показателей результативности и оплаты труда, равно как и роста затрат на переквалификацию работников. Это приводит к увеличению риска в производственном и административном контексте, что, в лучшем случае, не стимулирует инновационную деятельность.

Западный механизм внедрения инноваций хорошо известен: фирмы, действующие в рыночной среде, занимаются разработкой и внедрением инноваций, кроме того, они финансируют часть исследований в госструктурах, для того чтобы иметь доступ к последним достижениям фундаментальной науки. Сопреженным эффектом деятельности исследователей можно назвать формирование венчурных проектов, где вкладом со стороны ученых являются права собственности на новые знания. Данная схема децентрализована и ориентирована на ресурсы непосредственного потребителя. Соответственно, проблемы трансфера знаний и внедрения научно-технической продукции практически не проявляются.

В 2012 г. нормативная база пополнилась законами №425-З «О государственной инновационной политике и инновационной деятельности в Республике Беларусь» и №424-З «О внесении изменений и дополнения в некоторые законы Республики Беларусь по вопросам государственной инновационной политики и инновационной деятельности».

Закон №425-З создавался более 10 лет, неоднократно перерабатывался и ожидался в научном и производственном сообществе как катализатор инновационных процессов в стране. Не умаляя достоинств этого основополагающего нормативного акта, отметим два существенных, на наш взгляд, обстоятельства.

Во-первых, Законом №425-З не определены виды инновационной деятельности, то есть отсутствует предмет регулирования. Неясно также, с помощью каких инструментов будут реализовываться сформулированные задачи инновационного развития. Это приведет к затруднениям в сборе и интерпретации статистической информации, получаемой от субъектов хозяйствования. Данное обстоятельство усугубляется также и тем, что понятийный аппарат, предложенный законом, существенно отличается не только от принятого в Евросоюзе и странах ОЭСР, но и от применяемого в Российской Федерации и Казахстане, что, на наш взгляд, не отвечает парадигме интеграции.

Во-вторых, законом определено следующее понятие инновации: «введенные в гражданский оборот

Таблица 1.
Актуальные показатели инновационного развития Беларуси

или используемые для собственных нужд новая или усовершенствованная продукция, новая или усовершенствованная технология, новая услуга, новое организационно-техническое решение производственного, административного, коммерческого или иного характера». При этом под «использованием для собственных нужд» не может пониматься деятельность, направленная на систематическое получение прибыли от использования результатов работ».

Таким образом, определение не является исчерпывающим и однозначным. Так, например, не до конца ясен статус продукции на складе – в оборот не введена, для собственных нужд не применяется. Кроме того, в Беларуси, в соответствии со сложившейся практикой, результаты интеллектуальной деятельности, как правило, принадлежат заказчику работ – исполнитель без официальной передачи ему прав не может получать прибыль. Однако нередко, когда исполнитель и заказчик работ относятся к ведению разных министерств, возникает конфликт интересов и проблемы с передачей и оформлением прав на результаты интеллектуальной деятельности. Таким образом, не исключены ситуации, когда юридическое или физическое лицо, создавшее инновацию с использованием ресурсов государства, не получит эффект от ее применения или реализации, что нельзя признать удовлетворительным.

Отметим, что вопросы законодательной регламентации инновационной деятельности не отличаются простотой. В силу того что она носит перманентный характер и затрагивает все общество и экономику, необходим нормативный правовой акт, который бы регулировал отношения «всех со всеми».

В целом реализуемую в Беларуси модель НИС можно охарактеризовать как «эволюционную государственно-рыночную». Это предполагает сохранение государственного патронажа над крупными игроками (академической и вузовской наукой,

валообразующими предприятиями), тогда как формирование инфраструктуры НИС и оборот ОИС происходит «естественным» образом. Существенной особенностью данного подхода является отказ государства от выстраивания институциональной структуры новой НИС: ее элементы создаются и развиваются по мере формирования спроса, в том числе самим государством. Основное внимание уделяется повышению эффективности расходования бюджетных средств.

Вероятный сценарий дальнейшего развития – консервация государственной системы фундаментальной и прикладной науки, умеренный рост корпоративной науки, создание ряда новых консалтинговых, инжиниринговых и научно-производственных организаций (но не их полноценной сети), обслуживающих малый и средний бизнес и удовлетворяющих спрос на локальные инновационные проекты. Однако при этом сохраняются сегментация и неполнота НИС, тенденция усиления технологической зависимости экономики от зарубежных производителей технологий. Также останется незамкнутой цепочка «образование – исследования – накопление знаний – условия для старта – первый этап – рост». За рубежом определены фазы и меры поддержки инновационных компаний, однако они во многом обусловлены социально-политическими и экономическими условиями, ментальностью общества каждой страны. Поэтому однозначных решений в инновационной сфере просто не существует, также нельзя опираться на опыт приглашенных экспертов – необходимы годы терпеливого труда, чтобы построить собственную эффективную инновационную схему.

Таким образом, представляется целесообразным пересмотреть методологические подходы к формированию и комплексной реализации всех стадий инновационного процесса, решив на каждом из его этапов накопившиеся системные проблемы, что позволит всей инновационной цепочке

заработать как единый механизм. К примеру, в России на начальных этапах инновационной деятельности малые научно-производственные предприятия получают поддержку из Российского фонда технологического развития, затем реализуются программы фонда Российской венчурной компании и далее – проекты Роснано.

Подобная система, а также определенная последовательность управленческих действий должны появиться и у нас, однако для этого нужно несколько лет. В противном случае развитие будет основываться на отдельных точечных решениях, тогда как инновации требуют комплексного подхода. Определяющее значение для общества и государства имеют не разрозненные попытки использовать разработки в конкретных производствах, не меры по отлаживанию работы отдельных звеньев инновационного процесса, а формирование целостной, динамичной и гибкой инновационной системы, ориентированной на модернизацию технологического базиса национальной экономики. На современном этапе формирования отечественной НИС перспективы повышения ее эффективности, на наш взгляд, должны связываться не с прямолинейным наращиванием потенциала ее ядра – академической и вузовской науки, а с развитием внешнего предметного контура. В белорусских условиях он должен на основе целенаправленного культивирования новых научных организаций связать получение знаний с их применением, расширить диффузию имеющихся технологий в производство. ■

Литература

1. Атрошенко С. Госрасходы должны соответствовать возможностям экономики. Электронный ресурс: <http://sb.by/print/post/125893>.
2. Киселев К. Инновации большие и маленькие. Электронный ресурс: <http://www.strf.ru/innovation.aspx>.
3. Ст. сб. «Малое и среднее предпринимательство в Республике Беларусь», Белстат, Минск, 2011 г. С. 27.
4. Ст. сб. «Об инновационной деятельности в 2011 году». – Мн., 2012. С. 83.
5. Руководство Осло: Рекомендации по сбору и анализу данных по инновациям. Третье издание // Организация экономического сотрудничества и развития, Статистическое бюро Европейских сообществ. – М., 2010.

Системный подход к стимулированию развития национальной высокотехнологичной сферы

УДК 338.36:339.5



Окончание. Начало в №2

Для удовлетворения потребностей развивающихся промышленных производств в квалифицированных специалистах, поддержки молодых ученых, создания привлекательных условий для трудоустройства на высокотехнологичных предприятиях и в исследовательских учреждениях необходимо реализовать ряд инициатив.

Расширение сети профессионально-технических училищ. Повышение статуса профессионального образования, улучшение учебной базы ПТУ – необходимые условия обеспечения актуальных и будущих потребностей промышленности в трудовых ресурсах. Например, сегодня на предприятиях Украины основной вид деятельности которых связан с переработкой, 28% работников имеют среднее специальное и не-



Елена Салихова, ведущий научный сотрудник Института экономики и прогнозирования НАН Украины, кандидат экономических наук

законченное высшее образование, 47,3% – среднее и неполное среднее специальное образование. Хотя в секторах, где доминируют производители высокотехнологичной продукции, значительная часть персонала имеет высшее образование, вклад работников двух вышеупомянутых категорий остается еще достаточно весомым.

Усиление взаимодействия учебных заведений и промышленных предприятий. Распространение системы производственного обучения позволит студентам параллельно с теоретическими знаниями приобрести умения и навыки, которые актуальны на рынке труда и связаны с их личностными качествами. В силу этого целесообразно разработать методические рекомендации по стандартизированной национальной оценке компетенции будущего сотрудника, что позволит

идентифицировать полученные стажером навыки, определить уровень квалификации и сертифицировать его. Также оценка должна учитывать перекрестные качества общего характера, такие как коммуникабельность, инициативность, гибкость, способность к творческому и критическому мышлению и т.д. Введение системы обязательного производственного обучения и сертификации молодых специалистов обеспечит быстрый переход от получения знаний к трудовой деятельности на высокотехнологичных предприятиях. Отметим, что для сохранения и передачи редких знаний и навыков целесообразно ввести систему государственной поддержки этого процесса за счет фискальных и социальных стимулов.

Стратегическое взаимодействие заключается в следующих

аспектах: расширение финансирования промышленным сектором отдельных учреждений образования или их факультетов (учебных программ); участие представителей производства в реализации учебного процесса (преподавательская деятельность); совершенствование системы профессионального образования (членство промышленных компаний в Совете по оптимизации ресурсов технологического развития).

Для усиления взаимодействия предприятий и образования государство должно перераспределять средства, выделенные на научные исследования аспирантов, между высшими учебными заведениями и предпринимательским сектором, предоставляя последнему деньги на проведение совместных научных изысканий. Это потребует введения Программы «Компенсация затрат на исследования». Ее цель – привлечение специалистов с ученой степенью и предоставление им возможности проведения прикладных исследований на реальных предприятиях, которым оказывается финансовая помощь в размере оплаты труда ученого в рамках подготовки кандидатской или докторской диссертации. Высокотехнологичный сектор также должен получать бонус в виде снижения профессиональных налогов и корпоративных платежей по системам социального страхования в части, касающейся аспирантов и докторантов, выполняющих свои исследования на их базе. Участниками программы выступают предприятия, которые определяют (с согласия научного руководителя или консультанта от учебного заведения) направление работы аспиранта (докторанта), а профильная государственная организация, оценивающая работу соискателя, и исследователь.

Поощрение и поддержка создания и развития высокотехнологичных предприятий инвестиционной готовности. Залогом их формирования является несколько предпосылок: общее

улучшение предпринимательского климата, совершенствование механизма технико-экономического обоснования проектов, обмен информацией между потенциальными инноваторами и инвесторами, обеспечение последних гарантиями.

В мировой практике для решения этой стратегической задачи правительствами предпринимается ряд инициатив, среди которых ключевую роль имеют программы по созданию бизнес-инкубаторов (в отдельных случаях можно встретить термины «технологические инкубаторы», или «технологические теплицы» (Израиль), «индустриальные инкубаторы» (Норвегия), «стартап-инкубаторы» (Люксембург)). Мы считаем, что для образования мощного национального высокотехнологичного производственного комплекса инкубаторы целесообразно организовывать на базе государственных высокотехнологичных компаний, в составе которых есть научные подразделения, или научных учреждений, имеющих производственные мощности. Аналогичная практика существует, например, в Израиле. В Норвегии Национальное агентство по проблемам развития индустрии с 2004 г. реализует Программу индустриальных инкубаторов, в рамках которой предусмотрено создание указанных организационных структур на базе крупных предприятий. Успех этих действий напрямую связан с решением следующих задач:

- формирование когорты компетентных менеджеров-консультантов и экспертов инновационных проектов;
- стимулирование разработки перспективной с точки зрения рынка (в первую очередь мирового) научной продукции;
- поощрение креативных ученых;
- подготовка госпрограммы финансирования создания и развития высокотехнологичных предприятий;
- определение условий распределения собственности новой

компании после завершения проекта.

В Израиле, например, последняя задача решается следующим образом: 50% передается автору идеи (разработчику), 10% – сотрудникам, до 20% – венчурным структурам, 20% – инкубатору (эти средства направляются на компенсацию расходов и наращивание мощности, впоследствии их может выкупить инвестор).

Вместе с тем инициативу по созданию инкубаторов целесообразно рассматривать не только как шаг к подъему национальной высокотехнологичной сферы, но и как социальное и государственное мероприятие, направленное на формирование новой бизнес-элиты страны.

Рынки и инновационная культура. Для усиления инновационной активности, создания и совершенствования высокотехнологичных предприятий особое значение имеет защита объектов интеллектуальной собственности (ОИС) и развитое патентное право. Когда ОИС получают охрану, они приобретают статус авуаров, которые могут быть в дальнейшем применены предпринимателями как инструменты мобилизации внешнего финансирования – получения дохода путем лицензирования или как материальный вклад в рамках сотрудничества с другими компаниями или исследовательскими учреждениями. Также они являются ключевым компонентом бизнес-стратегий новых высокотехнологичных структур. Для эффективного управления ОИС и оперативного доступа инновационных фирм к внешнему финансированию целесообразно разработать методологию диагностики ОИС, которая позволит:

- осуществить оценку качества и значимости ОИС, установить рыночные перспективы существующих и новых продуктов, созданных на их базе, рассчитать будущие потоки роялти;
- определить расходы на разработку и вывод товаров на базе ОИС на рынок;
- установить связанные с рас-

чтами риски, выявить цены на сопоставимые ОИС, которые могут быть использованы в качестве основы для оценки.

Важным моментом для укрепления национальных производителей высокотехнологичных товаров на рынке является внедрение программы «Стратегический конкурент», в рамках которой государственные специализированные учреждения должны безвозмездно предоставлять предприятиям следующие услуги:

- информационный поиск для выявления патентных портфелей конкурентов или их последних разработок в конкретной технологической сфере. Этот вид информации должен обеспечивать отслеживание различных аспектов патентной стратегии конкурентов;

- информационный поиск с целью выяснения, является ли отечественная разработка действительно новой и имеет ли она достаточный изобретательский уровень для того, чтобы подавать заявку на получение патента за рубежом;

- предоставление патентной информации о новых разработках, поведении конкурентов, выявление новых участников и анализ основных тенденций в инновациях.

Получение этой информации позволит высокотехнологичным производителям скорректировать собственную стратегию инновационного развития и соответствующим образом построить бизнес и исследовательскую политику. Финансирование деятельности госучреждений, которые будут предоставлять эти услуги, должно осуществляться в рамках указанной программы.

Программа «Инновации с учетом норм и стандартов» должна быть направлена на систематическую идентификацию соответствия международным требованиям новых отечественных продуктов для оптимизирования пути их дальнейшего продвижения на мировой рынок. Финансирование этой деятельно-

сти также ведется в рамках самой программы.

Формировать культуру и позитивное отношение к предпринимательству и принятию рисков, что является крайне важным шагом для становления новых высокотехнологичных компаний, призвана программа «Начинающий предприниматель». В ее рамках целесообразно в вузах и средних специальных учебных заведениях обучать предпринимательской деятельности, специфике венчурного финансирования, базовым профессиональным способностям, необходимым для оценки и формирования возможностей бизнеса и подготовки бизнес-плана. Увеличение осведомленности потенциальных предпринимателей о различных вариантах финансирования, а также понимание того, на что обращают внимание инвесторы и на основе чего они принимают решение, предоставит больше шансов на привлечение частного капитала.

Подводя итог сказанному, следует отметить, что описанные инструменты в основном имеют отношение к созданию предложения инноваций. Однако не менее важными являются меры по стимулированию потребности в них. Масштабы внутреннего рынка таких стран, как Украина или Беларусь, позволяют генерировать спрос, которого достаточно для окупаемости вложений в инновационные разработки. В арсенале инновационной политики должны быть госзакупки, поддержка инноваций, инициаторами которых являются потребители и спрос частного сектора. Так, государство может приобретать не только готовые инновационные изделия, но и участвовать в этапах, предшествующих их коммерциализации. Это будет более действенным фактором разработки передовых технологий и выпуска на их основе новых товаров.

В данном случае полезно учесть опыт Франции в отношении госпредприятий в сфере высоких технологий, согласно которым

государственные покупатели могут резервировать для инновационных предприятий до 15% своих расходов на закупки высокотехнологичных товаров, а также исследований и разработок, при этом основными претендентами на заключение сделок являются высокотехнологичные предприятия.

Для стимулирования частного спроса на инновации следует внедрить специальную программу, в рамках которой бюджет должен на 50% финансировать стоимость заказа бизнес-структур на разработки, которую будет осуществлять государственное научное учреждение. Еще одним инструментом воздействия на спрос могут стать субсидии на приобретение капитальных технологий с целью модернизации производственно-технологического потенциала предприятий.

Вместе с тем, как показал опыт азиатских экономик, которые фактически с нуля построили эффективные НИС, помимо государственной исследовательской и инновационной политики немаловажным фактором развития национальных высокотехнологичных производств является формирование соответствующей общественной сознательности, изменение существующих в социуме ценностных приоритетов, радикальная трансформация структур и моделей общественных отношений. Усилия, направленные на увеличение человеческого капитала в сочетании с политической волей к форсированной системной активизации инновационной деятельности, созданию передовых технологий и внедрению их в производство, – краеугольный камень достижения намеченных целей. ■

Управление ИС

В научно-технических организациях

Управление интеллектуальной собственностью (ИС) имеет фундаментальное значение для научно-технических организаций, специализирующихся на исследованиях и разработках (ИР): именно этот актив приносит им наибольшую добавленную стоимость.



Анна Поболь,
доцент кафедры
теоретической
и институциональной
экономики БГУ
кандидат
экономических наук,
доцент



Алексей Поболь,
аспирант кафедры
«Порошковая
металлургия,
сварка и технология
материалов» БНТУ

Наше предыдущее исследование спин-офф предприятий в Беларуси [1] показало, что каждое из них владеет хотя бы одним патентом и многочисленными авторскими свидетельствами, но большинство охраняемых документов было получено учеными еще в советский период. Не многие белорусские инноваторы, даже обладающие технологиями мирового уровня, могут себе позволить подачу заявок и поддержание патентов в нескольких странах мира вне СНГ ввиду их большой стоимости. Не располагая достаточными оборотными средствами и не имея государственной поддержки по патентованию изобретений за рубежом, научно-технические предприятия вынуждены использовать в качестве альтернативного механизма сохранения интеллектуальной собственности удержание ее в тайне (секрет), или прибегают к схемам долевого патентования с иностранными компаниями, внося свой вклад в виде самого интеллектуального продукта, или вынуждены

с целью выживания продавать его за границу. Первый случай ограничивает диффузию инновационных технологий в национальной экономике; два последних чреваты потерей для фирм целого сегмента или регионов внешних рынков.

Экспертный опрос, проведенный авторами в рамках проекта БРФФИ, подтвердил, что более-менее последовательное, системное, стратегически ориентированное управление имеющимися активами ИС ведется в Беларуси лишь единицами экономических субъектов. Рассмотрим основные результаты опроса.

Идентификация выборки респондентов для опроса и интервьюирования осуществлялась пошагово. Посредством анализа первичных патентных данных идентифицированы 17 научно-технических предприятий с высокотехнологичными патентами Республики Беларусь. Затем был проведен расширенный анализ накопленных этими субъектами хозяйствования портфелей объектов ИС по отечественным и зарубежным базам данных. Для расширения потенциального списка респондентов на научно-технические фирмы с патентами в областях, методологически не относящихся к высокотехнологичным, использовался метод рекомендаций «материнскими» организациями (НИИ, от которых ответвились спин-офф). Для получения качественных экспертных

оценок из общего списка было выбрано четыре предприятия с достаточно большим опытом инновационной деятельности, основанных в 1991-1994 гг., то есть имеющих возраст от 18 до 21 года.

Все они не имеют конкурентов по параметрам и цене инновационных продуктов на территории СНГ, а три из них – в мире. Основным респондентом двух предприятий был директор, двух – заместитель директора.

В качестве основы для проведения интервью была разработана анкета, обобщающая различные варианты использования интеллектуальной собственности как экономического ресурса и позволяющая определить степень осведомленности субъектов хозяйствования о таких возможностях, меру фактического введения объектов ИС (ОИС) в гражданский оборот и барьеры на этом пути.

Ввиду ряда трудностей, возникших при заполнении анкеты (сложность восприятия терминов, приоритетность для менеджеров предприятий решения их практических вопросов перед участием в исследовании), опрос предприятий сопровождался интервью с экспертами из научно-исследовательских организаций (научными сотрудниками, начальниками отделов патентования, директором) с целью получения дополнительной информации для обобщения ситуации с управлением ОИС в Беларуси и освещения проблем их защиты и коммерциализации.

Результаты анкетного обследования и их анализ

Общей характеристикой исследованных фирм в Беларуси является неспособность их полностью обеспечить защиту прав интеллектуальной собственности на создаваемые наукоемкие технологические продукты по причинам, не связанным с научной новизной.

Несмотря на то что при разработке анкеты была учтена слабая теоретическая экономическая подготовка большинства потенциальных респондентов, имеющих высшее техническое образование,

и формулировки были упрощены, при проведении опроса выявлен большой разрыв между необходимым и реальным уровнем понимания инноваторами специфики факторов, которыми они управляют, и процессов, в которых участвуют. «Такое впечатление, что вы (интервьюеры. – А.П.) разбираетесь на своем теоретическом уровне лучше практиков в том, что можно делать с интеллектуальной собственностью. Нам некогда в этом разбираться, нам нужно зарабатывать деньги тем, что мы умеем», – сказал один из респондентов. Это еще раз подчеркнуло необходимость разработки специальных учебников и учебных курсов, разъясняющих многообразие инструментов управления ИС и стратегии их использования в целях постепенного перехода от «примитивного» внедрения к максимизации добавленной стоимости.

Особенно серьезные искажения претерпевают цели инноваторов, занятых в государственном секторе науки, в связи с чрезмерной зарегулированностью научно-технической деятельности и существованием ряда правил-стимулов, неадекватных целям развития экономики, основанной на знаниях. Цитата одного из респондентов хорошо обрисовывает сложившуюся ситуацию: «От ученого, работающего в НИИ, ожидается подача патентных заявок, которые можно было бы учесть в институтской отчетности. Поэтому патентоспособное техническое решение часто дробится на как можно большее число заявок на патенты не ради составления портфеля (взаимодополняющих патентов для оптимизации их лицензирования – А.П.), а ради отчетов». В то же время у ученых не хватает ресурсов, чтобы заниматься судьбой полученных охранных документов далее.

На вопрос о том, знают ли респонденты о возможных направлениях использования своей защищенной интеллектуальной собственности, все опрошенные заявили, что знают о большин-

стве перечисленных вариантов. Новыми для них стали привлечение кредитов, где ИС выступает имущественным залогом, и финансовых ресурсов (акционеры, Белорусский инновационный фонд, венчурный капитал), например, путем включения информации об имеющихся у фирмы активах в бизнес-планы, отчеты, веб-сайты, проектные заявки, заявки на получение кредитов как свидетельство высокого уровня компетенции, специализаций и технологической способности предприятия, наличия барьеров для доступа на рынок конкурентов.

Что касается использования зарегистрированных торговых марок и промышленных образцов в маркетинге, неизвестными до сих пор были заявлены возможность лицензирования ставших ненужными (из-за слияний и поглощений, структурных преобразований, банкротств) торговых марок, к использованию которых предприятие собирается вернуться, а также возможность запуска стратегических партнерств с объединением торговых марок для разработки нового продукта, который бы «оживил» компанию.

Известными для себя назвали респонденты необходимые блоки управления ИС при выходе с высокотехнологичной продукцией на зарубежные рынки. Опрошенные также сообщили, что осведомлены о преимуществах и недостатках лицензирования, а также о целях, в которых могут использовать патентную информацию в открытом доступе об ИС других предприятий.

Однако среди методов управления интеллектуальной собственностью были упомянуты лишь обеспечение патентной защиты на зарубежном рынке для собственных изобретений, промышленных образцов, товарных знаков, даже если они защищены на домашнем рынке; хранение разработок в секрете; анализ того, как активы ИС используются или в какой степени они недоиспользованы; анализ того, принадлежат ли активы ИС, задейство-

ванные фирмой, ей самой или другим субъектам. Регулярный же аудит ОИС, оценка их стоимости, управление портфелем ОИС посредством специально сформированной команды, а также анализ того, нарушают ли эти активы ИС права других экономических субъектов или наоборот, инноваторами в Беларуси практически не проводится. Как следствие, не развита и практика формирования портфеля взаимодополняющих ОИС через патентование своих разработок несколькими патентами для разграничения областей выдачи лицензий, а также через выкуп патентов различных фирм для занятия уникальной позиции на рынке. Не проводится и всесторонняя ревизия финансовых, коммерческих и юридических выгод и рисков, связанных с портфелем ИС, перед представлением предприятия стратегическим инвесторам, покупкой или продажей части бизнеса, выходом на зарубежные рынки.

Ключевые проблемы управления ИС

Отечественные инновационные предприятия, деятельность которых опирается на собственные результаты научных исследований и разработки, используют свои активы ИС недостаточно эффективно. Это обусловлено комплексом причин, основные из которых таковы:

- *потребность в крупных начальных инвестициях в защиту ИС на рынках сбыта, с одной стороны, и ограниченность финансовых ресурсов предприятий, находящихся на ранних стадиях развития в стране с ограниченным венчурным капиталом и отсутствием государственной поддержки, с другой.* Подача заявки и поддержание патентов в нескольких странах мира вне СНГ требует «замораживания» (отвлечения от нужд инвестирования в ИР и других текущих расходов) десятков тысяч евро или долларов для каждой страны, на территории которой заявляются монопольные права. Раскрывать же через патент информацию об

изобретении в одном государстве, не защищая ее одновременно в других, в условиях глобальной конкуренции опасно;

- *редкость у ученых, организовавших свои фирмы, развитой компетенции в ведении бизнеса и использовании ИС; недостаточная развитость специализированных образовательных инновационных менеджеров в стране.* Механизмы создания и экономического использования интеллектуальной собственности нетривиальны и требуют знания условий их применения. Системная стратегия управления ИС, разработанная Всемирной организацией интеллектуальной собственности, включает несколько ступеней: идентификация активов ИС, их защита, оценка, контроль и эксплуатация, что означает необходимость овладения предприятиями специфическими инструментами каждой из этих стадий управления [2]. Необходимо также понимание динамичности рынка результатов ИР, где не всегда можно предугадать поведение конкурентов, соответственно, достижение целей фирмы требует гибкой тактики и готовности к изменениям конкретного плана мероприятий;

- *низкая абсорбционная способность спроса на технологические инновации отечественных предприятий.* Основная доля ИР (71,45% всех НИОКР) выполняется в Беларуси государственными научными и образовательными учреждениями [3]. Возможности же самостоятельно разрабатывать новые образцы техники и технологии у промышленных организаций достаточно ограничены. Тем не менее в условиях нехватки оборотных средств они предъявляют заниженный по сравнению со своими потребностями в модернизации объем спроса на инновации. Небольшое количество на промышленных предприятиях исследовательского персонала, а зачастую и его полное отсутствие приводят и к недостаточной способности восприятия и освоения новых технологий: «Заводы готовы

принять лишь простейшие технологические процессы, чтобы их могли освоить простые рабочие без квалификации» (из интервью с респондентом. – А.П.). Более того, высшее управленческое звено государственных организаций сегодня не имеет стимулов к внедрению новых разработок: «Даже если на заводах есть умные люди, понимающие полезность инновационных технологий, руководители не поощряют нововведения. Аспиранты и научные работники там, как правило, не нужны; на большинстве госпредприятий их попытки заняться исследованиями и инновациями угасают за несколько месяцев». Внедрение новшеств подразумевает высокие риски, принятие которых требует волевого решения руководства. Но этому препятствуют мягкие бюджетные ограничения предприятий, сопряженные с государственной формой собственности, и недостаток конкуренции на рынке. Такое избегающее рисков отношение к рабочему процессу «спускается от руководства предприятий вниз: так же и работники относятся к инновациям на заводах». Часто технологии приобретаются за рубежом; среди причин тому – недостаточная осведомленность субъектов хозяйствования о возможностях применения имеющихся в стране результатов исследований и разработок. Совокупность этих факторов на макроуровне приводит к разбалансированности спроса и предложения на рынке научно-технической продукции страны, а на микроуровне серьезно понижает вероятность продажи инновационными фирмами заводам имущественных прав на ИС, равно как и получения от них роялти. Как следствие, у научно-технических предприятий Беларуси низка скорость накопления капитала, необходимого для защиты ИС на зарубежных рынках;

- *законодательные барьеры.* В соответствии с Указом Президента Республики Беларусь от 31.08.2009 г. №432 «О некоторых

вопросах приобретения имущественных прав на результаты научно-технической деятельности и распоряжения этими правами» (п. 3) единственным обладателем этих прав в случае создания их полностью или частично за счет бюджетных средств является государство в лице госзаказчика и (или) исполнителя [4]. Поэтому авторы изобретений и иных результатов, как и учреждения, где они работают, не имеют ни юридического права, ни экономической заинтересованности в коммерциализации созданных ими ОИС [5]. Естественные стремления ученых довести свои научные идеи до практического освоения, готовность регулярно вкладывать дополнительные усилия в доработку технических решений и вполне справедливые надежды получить за это материальное вознаграждение сдерживаются предписаниями на различных уровнях, препятствующими ответвлению научно-технических предприятий от НИИ и вузов. С одной стороны, последним рекомендуется создавать новые производства и спин-офф предприятия; с другой – имеется прямой запрет руководителям подразделений (по определению ведущим ученым страны) являться индивидуальными предпринимателями, участвовать самим и ближайшим родственникам в деятельности коммерческих фирм. Вопрос о передаче научным учреждением и университетом прав ИС на результаты ИР создаваемому спин-офф для доведения этих разработок до рынка становится ключевой проблемой запуска малых инновационных предприятий, но законодательной основы для ее решения с учетом интересов всех сторон нет. Аналогично для уже действующих научно-технических предприятий их сотрудничество с НИИ и учреждениями образования затруднено ввиду незрелости механизмов распределения результатов совместных ИР;

■ *слабая защита прав интеллектуальной собственности на внутреннем рынке.* Зачастую

частным малым предприятиям сложно защитить свои права перед крупными государственными даже в случае, когда выплаты вознаграждения и пеня за просрочку были зафиксированы в договоре – хозяйственные суды склонны становиться на сторону последних и уменьшать сумму исковых требований. Приоритетность выплаты предприятиями-должниками налогов в госбюджет перед оплатой услуг сторонних организаций обуславливает ситуацию, когда научно-технические предприятия месяцами и даже годами не могут получить оговоренное вознаграждение за продажу или лицензирование результатов ИР, хотя его величина может быть в десятки раз меньше задолженности госпредприятия перед бюджетом (являясь при этом серьезной, а порой критической для малой фирмы);

■ *незрелость юридической поддержки защиты прав ИС при выходе на рынки дальнего зарубежья.* В стране работает 83 патентных поверенных Республики Беларусь, из них 27 являются также патентными поверенными Евразийской патентной организации со знаниями иностранных языков (английский, немецкий, французский, испанский – ни одного со знанием японского, китайского и других языков, ведущих с точки зрения уровня и темпа технологического развития стран). Весьма немногие из них предлагают в спектре своих услуг помощь в формировании патентного портфеля и разработке стратегии инновационной деятельности на зарубежных рынках. В основном их экспертиза сосредоточивается на проведении патентно-информационных поисков, подготовке материалов для подачи заявок и поддержания патентов в силе, оформлении и регистрации лицензионных договоров, представительстве в суде и апелляции инстанции, то есть на вопросах, далеких от управления ИС как экономическими активами. Для представления интересов в Европейском патентном офисе и в Ведомстве по патентам и товарным знакам США

помимо подачи заявки на патент либо оплаты взносов научно-техническим предприятиям и индивидуальным исследователям, не имеющим центра экономической деятельности либо постоянного местопребывания в ЕС или США, необходимо нанять адвоката или патентного поверенного из числа уполномоченных этими ведомствами, которых в Беларуси нет.

Следует отметить, что барьеры надлежащему управлению ИС существуют в странах не только с трансформационной, но и с развитой рыночной экономикой.

► *Отсутствует понимание важности прав ИС у владельцев бизнеса и руководителей.* В поле их зрения ИС зачастую попадает только тогда, когда возникают крупные проблемы (невозможность вывода своего продукта на защищенные зарубежные рынки и соответствующие денежные потери, или серьезное нарушение чужих прав, ведущее к судебному разбирательству вплоть до ликвидации фирмы).

► *ИС рассматривается как правовой, а не бизнес-вопрос.* Большинство руководителей предприятий относятся к управлению ИС, как к административному мероприятию, и передают его в ведение юристов, далеких от стратегии бизнеса.

► *ИС расценивается как статья расходов (пассив) и редко отражается как актив на балансе предприятия, если она получена от внешних сторон.* Это часто приводит к тому, что ИС становится «невидимой» и поэтому исключается из стратегического планирования, в отличие от других бизнес-активов.

► *Предприятию не хватает средств, знания инструментов и опыта для управления ИС стратегически, даже если высшим руководством признается важность роли ИС.*

► *Государственные, некоммерческие и общественные организации (как государственные органы и научные учреждения) часто считают, что ИС используется для защиты рынка и зарабатывания денег, что не*

входит в их функции. Приобретение прав ИС рассматривается ими как ненужные расходы. В результате ИС, разработанная этими организациями за деньги налогоплательщиков, не используется в полном объеме, а порой даже теряется.

► *Превалирующее число организаций, оказывающих услуги в области ИС, не предлагают стратегические консультации.* Большинство юристов, работающих в этой сфере, и патентных поверенных специализируются лишь на узких, «технических» областях их практики: адвокаты – на судебном процессе и вопросах заключения договоров, а патентные поверенные – на патентных заявках. Хотя некоторые используют термины управления ИС при маркетинге своих услуг, но в основном не понимают или слабо озабочены сложными связями между отдельными патентами, товарными знаками или договорами и успехом всего бизнеса. Это усугубляет специфическое отношение к ИС внутри организации как к процедурному вопросу, имеющему слабую связь с бизнес-стратегией [6].

Очевидно, что эти проблемы управления активами интеллектуальной собственности актуальны и для отечественных предприятий во всех отраслях экономики.

Меры экономической политики, усиливающие эффективное использование ИС

На основе выявленных характеристик использования интеллектуальной собственности как актива научно-технических предприятий предложим следующие векторы и инструменты государственной политики, направленные на совершенствование системы управления ИС предприятиями, осуществляющими ИР, в Беларуси:

Разработка режима защиты прав ИС, одновременно обеспечивающего:

■ институциональную базу, включая эффективные патентные службы и судебную систему;

■ среду, способствующую инновационной деятельности в стране;

■ защиту интересов государства или организации в получении адекватного вознаграждения по результатам научно-технического сотрудничества, в уменьшении риска несправедливой компенсации вложенных ресурсов и несправедливого распределения прав ИС на результаты ИР, выполненных университетами и НИИ в рамках субконтрактов;

■ комплементарные инструменты стимулирования диффузии новых технологий по НИС экономическим субъектам.

Развитие абсорбционной способности экономической системы к инновациям:

■ стимулирование спроса на технологические инновации отечественных предприятий;

■ внедрение механизмов поддержки субъектов хозяйствования всех форм собственности и размеров в освоении инновационных оборудования и технологий (например, путем предоставления им целевых кредитов или налоговых льгот по прибыли, направляемой на внутренние и совместные ИР или на приобретение инновационных технологий);

■ повышение осведомленности промышленных предприятий о достижениях и потенциальных возможностях научно-технической сферы, инновационной инфраструктуры, механизмах трансфера технологий.

Расширение у экономических субъектов знаний правовой системы и компетенций в:

■ проведении патентных исследований;

■ оценке ценности имеющихся ресурсов знаний и управлении их ИС;

■ заключении лицензионных соглашений;

■ законодательстве в области защиты прав ИС на международном уровне и урегулировании претензий в связи с их нарушением. Некоторыми инструментами могут быть:

□ разработка современного учебника для инновационных

предприятий по стратегии управления ИС на международных рынках с учетом наработок ВОИС;

□ расширение обучающих услуг Национального центра интеллектуальной собственности на руководство и работников НИИ, вузов, инновационных предприятий.

Стимулирование патентной активности научно-технических предприятий через:

■ помощь на ранних стадиях жизненного цикла и до основания фирмы в определении рисков продвижения новых технологий путем маркетинговых и патентных исследований рыночных ниш и целевых групп потребителей;

■ поддержка предприятий, разработавших перспективную технологию, но еще не имеющих «вещественных доказательств» инновационности, требуемых потенциальными заказчиками, в виде малых и средних грантов для создания образцов, технической документации, иных материальных носителей информации о технологии и ее возможностях;

■ внедрение механизмов государственной поддержки патентования белорусских разработок за рубежом при выходе на рынок ЕС, США, Юго-Восточной Азии во избежание потери Беларусью преимущественного права на технологию и рынок (например, через патентование за счет государственного кредита с отложенной выплатой государству доли полученной в результате прибыли или роялти);

■ уменьшение налогов на доход от лицензирования патентов, которые могут представлять интерес для отечественных и зарубежных инвесторов в ИР;

■ развитие специализированных консультационных услуг организаций инновационной инфраструктуры в части менеджмента ИС на внешних рынках и при взаимодействии с зарубежными предприятиями;

■ содействие открытию специализированных организаций, оказывающих научно-техническим предприятиям услуги юридической консультации по

международным рынкам, услуги маркетинговых исследований.

Стимулирование патентной активности государственных предприятий, НИИ и вузов посредством разработки ими внутренней политики, побуждающей исследователей к раскрытию своей интеллектуальной собственности. Типовая схема такой политики, например в случае лицензирования, предложена Европейской комиссией:

- прибыль делится на три относительно равные части между организацией, лабораторией и лично инноваторами;

- распределению подлежит чистая прибыль за вычетом затрат на патентование, что позволяет организации возместить расходы или их часть;

- по мере возрастания выручки доля инноватора снижается, а организации, берущей на себя расходы по поддержанию патентов, растет; одновременно последняя предоставляет возможность изобретателю на ранних стадиях создать ответвившийся бизнес для коммерциализации разработки либо предлагает карьерный рост;

- типовые схемы вознаграждения не регламентируют, как именно будет поделена выручка между конкретными инноваторами; этот вопрос решается внутри коллектива.

Общие принципы такой политики состоят в прозрачности и понятности, справедливости и равном отношении ко всем разработчикам. Они достаточно оперативно применимы и предлагают серьезные стимулы для изобретателей; позволяют избежать ненамеренного влияния на стратегические цели ИР организации, в том числе уклона в пользу краткосрочных прикладных исследований [7].

Разрешение конфликтов интересов:

- легитимация статуса научно-технических предприятий и предоставление им достаточной автономии в научной и производственной деятельности и формировании кадров через права на широкое совместительство [8];

- внедрение механизмов разрешения конфликтов интересов между субъектами инновационного процесса путем выработки образцов эффективных схем урегулирования отношений между родительскими НИИ и вузами; развитие соответствующей законодательной базы. Так, рекомендации Европейской комиссии включают формирование и публикацию организациями с крупными ИР четкой политики в отношении конфликтов интересов по поводу ИС. Такая политика может помочь персоналу идентифицировать их и предупредить о них менеджмент; избежать обстоятельств, в которых может быть ущемлена репутация организации, а также потенциальных юридических процедур, инициированных против нее или ее работников [9];

- альтернативное разрешение споров в области ИС, помимо судебной системы, например, путем поддержки нейтральных организаций, предоставляющих услуги посредничества и арбитража (по примеру ВОИС) [10].

Подчеркнем, что развитие экономической политики, стимулирующей эффективное использование интеллектуальной собственности в Беларуси, необходимо не только предприятиям, осуществляющим ИР.

Укрепление в стране системы защиты прав ИС меняет стимулы транснациональных корпораций (ТНК) о местоположении с поиска дешевой рабочей силы и рынка сбыта на поиск интеллектуальной ренты, способствуя привлечению наукоемких прямых иностранных инвестиций (ПИИ). Хорошо построенная и эффективно применяемая система управления ИС может помочь уменьшить риск несправедливого распределения прав ИС на результаты ИР, выполненных университетами и НИИ в рамках субконтрактов с ТНК [11]. Если действующий в стране режим защиты прав ИС облегчает распространение знаний, это способствует извлечению выгод от наукоемких ПИИ и отече-

ственными экономическими субъектами, не участвовавшими в ИР с ТНК.

Понимание этих особенностей актуально для Беларуси, нуждающейся в максимально эффективном использовании имеющегося научно-технического потенциала и его наращивании в условиях торгово-экономической интеграции в рамках Таможенного союза ЕврАзЭС, то есть нарастающей конкуренции на объединенных рынках. ■

Литература

1. Научно-техническое спин-офф предпринимательство в национальной инновационной системе: закономерности функционирования и развития / А.И. Поболь; под науч. ред. А.А. Столницкого. — Мн., 2011.
2. Joint Certificate Course in IPRs & Business based on IP Panorama // WIPO-KIPA-KAIST-KIPA. — 2010. — Mode of access: <http://www.wipo.int/sme/en/multimedia/>.
3. Обзор инновационного развития Республики Беларусь / Европейская экономическая комиссия ООН. — Нью-Йорк; Женева: ООН, 2011.
4. О некоторых вопросах приобретения имущественных прав на результаты научно-технической деятельности и распоряжения этими правами: Указ Президента Республики Беларусь от 31.08.2009 г. №432. Электронный ресурс: <http://www.pravo.by/main.aspx?guid=3871&pd=P30900432>.
5. Мойсейчик Г.И. О необходимости и основных направлениях реформы интеллектуальной собственности в Беларуси // Белорусский экономический журнал. 2010, №3.
6. Igniting Possibilities: a guide to Strategic IP Management / Yusan Audrey. — Singapore, 2011. Mode of access: <http://www.yusarn.com/wp-content/uploads/2011/10/Yusan-Audrey-Brochure7.pdf>.
7. Commission recommendation on the management of intellectual property in knowledge transfer activities and Code of Practice for universities and other public research organisations / European Commission // Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2008.
8. Комплексная программа научно-технического прогресса на 1986–2005 годы (по пятилетиям). Проблемный раздел 1.2.: Развитие науки в отраслях народного хозяйства / АН СССР, Гос. ком. СССР по науке и технике, Пробл. комис. «Развитие науки в отраслях нар. хоз-ва» науч. совета по проблемам науч.-техн. и соц.-экон. прогнозирования при Президиуме АН СССР и ГКНТ. — М., 1983.
9. Improving knowledge transfer between research institutions and industry across Europe: communication from the Commission / Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2007.
10. Executive Guide to Intellectual Property Management in Health and Agricultural Innovation: A Handbook of Best Practices / Eds.: A. Krattiger [et al.] — MHR: Oxford, U.K., and PIPRA: Davis, U.S.A., 2007.
11. Guimon J. Government strategies to attract R&D-intensive FDI // OECD Global Forum VII on International Investment, Paris, 27–28 March 2008. — OECD, 2008.

Стратегии коммерциализации интеллектуальных ресурсов

Наиболее эффективного использования результатов научно-технической деятельности научных организаций Беларуси можно достичь, создавая и вводя в экономический оборот объекты интеллектуальной собственности (ОИС). В настоящей статье на примере Научно-исследовательского института физико-химических проблем БГУ (НИИ ФХП) рассмотрены практические аспекты того, как в научной организации реализуются различные стратегии коммерциализации интеллектуальных ресурсов.

Управление ими на корпоративном уровне следует рассматривать в контексте стратегического и инновационного менеджмента. Это означает, что разработка и эффективное использование ОИС должны лечь в основу экономической стратегии субъекта хозяйствования. Таким образом можно создать конкурентные преимущества в продвижении наукоемких высокотехнологичных товаров и услуг конкретной научной организации на рынке.

Успешная реализация политики научного учреждения в сфере ИС возможна только при хорошо отлаженном организационном и нормативно-правовом сопровождении основных четырех составляющих работы с ОИС: их создание, правовая охрана, введение в гражданский оборот и защита. Как показывает практика, необходимо прежде всего сформировать соответствующую

организационную структуру и разработать локальную нормативно-правовую базу. Роль оргструктуры в НИИ ФХП выполняет научно-инновационный отдел, руководит которым заместитель директора института. Помимо проведения маркетинговых исследований в отделе осуществляются все патентно-лицензионные и оценочные работы в части ОИС, а также ведутся прикладные исследования, направленные на обеспечение деятельности Министерства образования в сфере управления интеллектуальной собственностью.

Локальные нормативные правовые акты включают Положение о научно-инновационном отделе, Положение о порядке и условиях стимулирования создания и использования объектов права промышленной собственности и Положение о коммерческой тайне. Кроме этого, приказом директора в институте создана комиссия по

инвентаризации, постановке на бухгалтерский учет и оценке стоимости нематериальных активов.

В мировой практике существует около десятка базовых бизнес-стратегий, позволяющих организации успешно использовать ее интеллектуальные ресурсы. Среди них наиболее широкое распространение получили следующие семь.

Стратегия защиты от конкурентов (оборонительная стратегия) реализуется с помощью формирования портфеля патентов (создание так называемой «патентной сети») в целях правовой охраны на рынке выпускаемых товаров и услуг.

Стратегия нападения (наступательная стратегия) базируется на основе получения монопольных прав в виде большого количества охранных документов (патентов и свидетельств) в целях вытеснения конкурентов и захвата большей доли рыночного сектора.

Патентно-лицензионная стратегия направлена на получение организацией-правообладателем дополнительного финансового дохода от лицензионных сделок.

Стратегия формирования уставного капитала предприятия позволяет вносить исключительные права на объекты интеллектуальной собственности, принадлежащие юридиче-



Юрий Нечепуренко,

заместитель директора по научной работе Научно-исследовательского института физико-химических проблем БГУ, кандидат химических наук

ским или физическим лицам, в уставный фонд предприятия в качестве неденежного вклада, который в соответствии с законодательством Республики Беларусь может составлять до 50%.

Стратегия создания имиджа организации (репутационная стратегия) направлена на поддержание в глазах общественности позитивного образа компании как технологически сильного предприятия. Результатом реализации данной стратегии для белорусских субъектов хозяйствования является повышение инвестиционной привлекательности организации, дополнительная возможность привлечения кредитных средств, а также известных зарубежных предприятий как партнеров.

Мотивационная стратегия предполагает использование патентов в управлении человеческими ресурсами в качестве средства поощрения творческой деятельности работников. Следуя ей, можно значительно повысить уровень доходов сотрудников университетов и научных организаций за счет выплаты вознаграждений за создание и коммерциализацию объектов интеллектуальной собственности.

Стратегия оптимизации финансово-хозяйственной деятельности позволяет снижать величину налогооблагаемой базы путем осуществления операций с нематериальными активами.

В НИИ ФХП в настоящее время реализованы пять из названных стратегий. В рамках следования оборонительной стратегии на территории Республики Беларусь и за рубежом по состоянию на 31 декабря 2012 г. институт получил 184 охраняемых документа на объекты промышленной собственности (ОПС): 162 патента на изобретения, 7 на полезную модель, 15 свидетельств о регистрации товарных знаков. В силе поддерживается 129 патентов и свидетельств в Беларуси и за рубежом (табл.).

Основное внимание уделяется патентованию изобретений, которые определяют технологиче-

Вид объекта промышленной собственности	Количество полученных охраняемых документов	Количество действующих охраняемых документов
Изобретения в дальнем зарубежье	3	3
Изобретения в странах СНГ	19	3
Изобретения в Республике Беларусь	140	104
Полезные модели в Республике Беларусь	7	4
Товарные знаки в странах СНГ	3	3
Товарные знаки в Республике Беларусь	12	12
Всего:	184	129

ский уровень национальной экономики. По данным статистической отчетности 1-опс, в прошлом году в собственном производстве НИИ ФХП и по лицензионным договорам использовались 37 объектов промышленной собственности: 24 изобретения, 6 товарных знаков и 7 секретов производства (ноу-хау).

Продукция института занимает около 30% белорусского рынка в сегменте средств медицинского назначения для хранения, очистки и дезинфекции мягких

контактных линз. НИИ ФХП БГУ выпускает пять видов продукции под товарной маркой «Мультирол» (рис. 1), которой произведено и реализовано в 2011–2012 гг. на сумму около 4 млрд руб. Для защиты своей продукции на территории Республики Беларусь институт получил три патента на изобретения и свидетельство о регистрации товарного знака «МУЛЬТИРОЛ» в 5-м классе МКТУ, для выхода на рынки России и Украины зарегистрирован товарный знак «МУЛЬТИРОЛ» и в этих странах.

НИИ ФХП – единственный производитель в нашей стране средств для проведения дактилоскопической экспертизы, которые используются в экспертно-криминалистических подразделениях МВД Республики Беларусь. Для выявления отпечатков пальцев на различных поверхностях на производственной базе институ-



Рис. 1. Средства для очистки, дезинфекции и хранения мягких контактных линз, выпускаемые под товарной маркой «Мультирол»



Рис. 2. Порошки и проявители для дактилоскопической экспертизы

Таблица. Правовая охрана объектов промышленной собственности в НИИ ФХП БГУ

та разработаны и выпускаются 14 видов порошков и два вида проявителей (рис. 2). Все их модификации защищены 14 патентами Республики Беларусь на изобретения и товарным знаком «ДАКТИ» (1-й класс МКТУ). В настоящее время институт удовлетворяет потребности внутреннего рынка в данных средствах в полном объеме (в 2011–2012 гг. изготовлено продукции на 284 млн руб.), а также осуществляет экспорт в Литву и другие страны.

Большое количество объектов промышленной собственности, разработанных в НИИ ФХП в рамках государственных программ различных уровней, прямых договоров с предпринимательским сектором и в инициативном порядке, введено в гражданский оборот на предприятиях страны. Например, в ОАО «Гродно Азот» результатами выполнения инновационного проекта по созданию производства дизельного биотоплива (рис. 3) совместно с фирмой WIEDEMANN-POLSKA (Варшава) стали три изобретения, на которые получены патенты Республики Польша. В 2008–2012 гг. по технологиям, разработанным в институте и внедренным в ОАО «Гродно Азот» и ОАО «Могилевхимволокно», произведено



Рис. 3. Установка для производства метиловых эфиров жирных кислот в ОАО «Гродно Азот»

и реализовано потребителям смесового дизельного биотоплива, соответствующего требованиям СТБ 1657-2006, на сумму более 1,5 млрд долл. (рис. 4).

В лабораториях НИИ ФХП было разработано около 20 видов лекарственных средств, которые защищены тремя десятками патентов на изобретения и 10 товарными знаками (рис. 5) и уже освоены на предприятиях фармацевтической промышленности. Так, в ОАО «Борисовский завод медицинских препаратов» запущена установка для синтеза окисленной целлюлозы, с использованием которой налажен выпуск серии лекарственных препаратов по технологиям института (рис. 6), а также окисленного крахмала (рис. 7).

Стратегия защиты является одной из базовых для отечественных производителей, включая вузы и научные организации. Она должна быть реализована в полной мере внутри страны, а также при выводе высокотехнологичной наукоемкой продукции на внешние рынки. В последнем случае возможно совместное патентование с зарубежными партнерами.

В рамках реализации патентно-лицензионной стратегии институт заключил и зареги-



Рис. 4. Транспортировка метиловых эфиров жирных кислот, произведенных в ОАО «Гродно Азот»

стрировал в патентном ведомстве 21 лицензионный договор на право использования трех видов объектов промышленной собственности, что заняло без учета лицензий на использование товарных знаков около 2% рынка лицензионной торговли ОПС на территории Республики Беларусь. На долю патентных лицензий приходится 43% договоров, а объем поступлений платежей по ним в 2012 г. составил 262,7 млн руб.

НИИ ФХП совместно с Республиканским научно-практическим центром онкологии и медицинской радиологии им. Н.Н. Александрова разработал эффективное противоопухолевое лекарственное средство «Цисплацел», предназначенное для локальной химиотерапии злокачественных опухолей головного мозга, а также опухолей в области головы и шеи, и получил патент Республики Беларусь на изобретение «Полимер-лекарственная форма цис-диамминдихлор-платины (II), обладающая противоопухолевым действием» (рис. 8). Для организации производства данного лекарственного препарата с РУП «Унитехпром БГУ» был заключен лицензионный договор на право использования патента.



Рис. 5. Лекарственные средства, выпускаемые по технологиям института на предприятиях Беларуси

В Беларуси, Армении и Украине зарегистрирован товарный знак с одноименным названием.

В институте создано изобретение «Раствор для химического осаждения сплава никель-бор на диэлектрик», на основе которого разработан комплект растворов для аэрозольно-струйной металлизации диэлектриков, применяемых для получения голографических знаков (рис. 9). В 2011 г. НИИ ФХП БГУ предоставил предприятию ЗАО «Голографическая индустрия» исключительную лицензию на право использования патента на данное изобретение.

Реализация мотивационной стратегии позволила на регулярной основе выплачивать вознаграждения авторам за создание и использование ОПС, а также лицам, содействующим их разработке и коммерциализации. Следует отметить, что в последние годы значительно возросла доля вознаграждений за внедрение ОПС в собственном производстве и по лицензионным договорам. Так, например, в 2012 г. в НИИ ФХП за создание ОПС авторам выплачен 21 млн руб., в то время как за использование – 146,6 млн руб.

Осуществление стратегии создания имиджа организации

позволило занять более активную позицию на рынке научно-технических услуг, увеличить количество договоров и объемы поступления внебюджетных средств. Благодаря реализации этой стратегии в 2011–2012 гг. институт заключил более 20 договоров на выполнение НИОКР с предприятиями Беларуси и 11 контрактов с зарубежными фирмами. В результате привлечено около 4 млрд руб. и 760 тыс. долл.

Стратегия оптимизации финансово-хозяйственной деятельности, предполагающая оптимизацию налогооблагаемой базы за счет осуществления операций с нематериальными активами, позволила получить льготы по уплате налога на добавленную стоимость и на прибыль при поступлении лицензионных платежей. С 1 января 2012 г. суммы, поступающие лицензиарам за использование объектов промышленной собственности, за исключением средств индивидуализации, освобождены от всех видов налогов при условии наличия обособленного учета ОПС. В прошлом году первоначальная стоимость поставленных в учет нематериальных активов составила 539,1 млн руб., а льготы по уплате налога на



добавленную стоимость и налога на прибыль при налогообложении лицензионных платежей – 91 млн руб.

Таким образом, грамотная экономическая политика научной организации в сфере управления интеллектуальной собственностью позволяет получить конкурентные преимущества при выпуске и реализации высокотехнологичной наукоемкой продукции, дополнительный доход и стимулировать персонал к творческой деятельности.

Работа института в этом направлении получила высокую оценку – НИИ ФХП признан победителем конкурса 2012 г. «На лучшую организацию изобретательской деятельности и управление интеллектуальной собственностью» и награжден дипломом Национального центра интеллектуальной собственности. ■

Рис. 8. Лекарственный препарат «Цисплацел», выпускаемый по лицензии в РУП «Унитехпром БГУ»



Рис. 6. Установка для синтеза окисленной целлюлозы в ОАО «Борисовский завод медпрепаратов»



Рис. 7. Установка для получения лекарственного средства «Нитрамил» в ОАО «Борисовский завод медпрепаратов»



Рис. 9. Голографические знаки, получаемые с использованием растворов для аэрозольно-струйной металлизации диэлектриков

Экономическая оценка инновационных проектов

УДК 340.001.895

Несмотря на наличие в республике достаточно полной нормативной базы, регулирующей инновационную деятельность, остается актуальной проблема обоснования затрат на выполнение инновационных разработок и прогнозной оценки их эффективности.

Действующие документы не содержат необходимых рекомендаций по экономической оценке инновационных проектов с учетом их специфики и неопределенности условий реализации и поэтому оставляют достаточно места субъективному фактору.

Единственным способом прогнозной оценки затрат на выполнение НИОКР и инновационных проектов, предусмотренным действующей нормативной базой, является калькуляция сметной стоимости работ по статьям расходов (СТБ 1080-97, бизнес-план). Ее составление производится в соответствии с общепринятым в министерствах и ведомствах порядком (РД РБ 0210.6-96) [1, 2]. Разработаны предложения по совершенствованию этой методики [3, 4].

Типовые формы калькуляции плановых затрат на НИОКР не предполагают получения прибыли разработчиком. Указ Президента Республики Беларусь от 07.09.2009 г. «О дополнительных мерах по стимулированию научной, научно-технической и инновационной деятельности» допускает включать в цену работ, выполняемых за счет средств бюджета, прибыль в размере до 7% от сметной стоимости. При этом она не связана с полученными результатами, а потому такая мера может способствовать лишь увеличению сметной стоимости работ, но не высоким технико-экономическим показателям проекта или поиску более эффективных путей их достижения.

В то же время в договор на НИОКР, в частности на выполнение инновационных проектов, финансируемых за счет бюджетных средств, допускается включать статьи, предусматривающие принци-



Людмила Пшебельская,
ассистент кафедры организации производства и экономики недвижимости Белорусского государственного технологического университета

альную возможность вознаграждения разработчика (и авторов) в случае создания и эффективного использования объектов интеллектуальной собственности (ОИС) [5].

СТБ 52.5.01-2007 предусматривает возможность определения стоимости ОИС как по затратам на создание, так и в зависимости от экономической пользы потребителя (по доходному методу). Согласно Гражданскому кодексу (ст. 980), к ОИС и объектам промышленной собственности отнесена и нераскрытая информация (в том числе секреты производства – ноу-хау). Таковой по всем формальным признакам можно считать информацию, «скрытую» в конструкторской и технологической документации, если она отвечает критерию новизны и промышленной применимости, но не заявлена для патентования и не стала достоянием неопределенного круга лиц, скажем, не изложена в научном отчете, в докладе на конференции или в журнальной статье или не «выложена» в Интернете. Следовательно, к подобного рода документации, разрабатываемой в составе инновационного проекта, при определенных условиях применимы положения СТБ 52.5.01-2007. В самом же стандарте данный вид объектов интеллектуальной собственности даже не упоминается, что дает основания контрольным органам считать необоснованным отнесение к ОИС технических решений в форме конструкторской и технологической документации.

Являясь результатом НИОКР, она подлежит бухгалтерскому учету в составе нематериальных активов согласно Инструкции [6]. Правда, в этой Инструкции одним из обязательных условий для признания прав служит наличие подтвержденных расходов учреждения на создание этой документации или на приобретение имущественных прав (в соответствии с постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 28.05.2003 г. №700 [7]). Инструкция определяет порядок учета результатов НИОКР в организациях-исполнителях, осуществляющих работы по договору с заказчиком или для себя

и за счет собственных средств, и в организациях – заказчиках НИОКР. Ни к одной из указанных категорий изготовитель продукта-инновации по конструкторской и технологической документации, разработанной в рамках инновационных проектов, не относится.

Несовершенство действующей системы оценки стоимости и налогообложения ОИС стало побудительным мотивом многих исследований и публикаций в отечественных журналах. Существует различный подход к постановке на учет в составе нематериальных активов ОИС и неохранных результатов НИОКР [8–11], отмечены недостатки применяемого для оценки стоимости ОИС затратного метода [12]. Некоторые экономисты отмечают, что в целом правовое поле в инновационной области еще только начало формироваться и многие механизмы остаются не до конца проработанными [11]. В частности, отсутствие эффективной методики учета затрат на создание инновационного продукта препятствует достоверной оценке эффективности инновационной деятельности [13].

Постановка на бухгалтерский учет ОИС, их коммерциализация должны стать правилом для организаций, что может быть обеспечено как путем повышения ответственности их руководства, так и использования мер государственного регулирования [14]. Предлагается исключить из налога на прибыль суммы превышения оценочной стоимости ОИС над затратами по его созданию при внесении ОИС в качестве вклада в уставный фонд предприятий. Это повысит заинтересованность последних в систематическом анализе портфеля ОИС и включении их в состав нематериальных активов [15].

Договор на выполнение НИОКР подписывают разработчик продукции и государственный заказчик или головная организация-исполнитель. Они же по договоренности становятся обладателями или совладельцами ОИС. Но, являясь фактически одинаковыми хозяйствующими субъектами, изготовитель продукции все же находится в экономически менее выгодном положении. Если он не подписывает договор на создание научно-технического продукта и не получает финансирования на разработку, то у него нет и оснований для включения результатов НИОКР в состав собственных нематериальных активов.

Далее следует, что, вложив значительную часть собственных средств в инновацию (не менее половины от общего размера инвестиций), ее изготовитель вынужден приобретать (испрашивать) право на использование ОИС у государственного заказчика или головной организации-исполнителя, которые свои ресурсы в этот проект не вкладывали. Более того, получив (приобретая) право на введение в гражданский оборот разработки, выполненной частично и за счет средств бюджета, изготовитель продукции затем возвращает вложенные из бюджета средства автору ОИС и головной организации-исполнителю в форме роялти и государству – в форме налоговых платежей.

С другой стороны, получение вознаграждения разработчиком за эффективные технические решения также проблематично, если договор на реализацию инновационного проекта заключается с госзаказчиком. Между ними в случае создания ОИС предусматривается, согласно типовому договору на НИОКР, дополнительное (лицензионное) соглашение. Но ни тот, ни другой дополнительный доход при использовании ОИС предприятием – изготовителем продукции не получают, поскольку последнее в этом случае договорных отношений

с разработчиком и государственным заказчиком не имеет и потому обязательств использовать ОИС и тем более делиться с доходом от их коммерциализации не принимает.

В соответствии с Указом Президента Республики Беларусь от 31.09.2009 г. «О некоторых вопросах приобретения имущественных прав на результаты научно-технической деятельности и распоряжения этими правами» обладатель указанных прав определяется в договоре на выполнение НИОКР. Государственный заказчик, являющийся обладателем имущественных прав, может безвозмездно передавать полученные результаты или предоставлять право их использования исполнителям, не являющимся государственной организацией, выделившей собственные средства в размере не менее 50% от общего объема для финансирования работ и производящей отчисления в инновационный фонд госзаказчика. Очевидно, что таких субъектов хозяйствования, осваивающих продукты-инновации и производящих отчисления в инновационный фонд государственного заказчика, скажем Национальной академии наук Беларуси или Министерства промышленности, у нас немного. Значит, даже вложив в разработку более чем половину собственных средств, они не имеют права на безвозмездное использование ее результатов.

Очевидно, что сбалансированные экономические интересы разработчика, госзаказчика (или головной организации-исполнителя) и изготовителя продукции по результатам НИОКР могут быть отражены в договоре на создание и освоение новации между госзаказчиком и непосредственно изготовителем и заключаемом на его основе договоре субподряда между изготовителем и разработчиком продукта. Действующие положения [16, 17] в принципе не исключают такого варианта при соблюдении установленного порядка использования бюджетных средств и отчетности. В этом случае у изготовителя возникает возможность постановки результатов НИОКР на учет как нематериальных активов и формирования фонда финансирования будущих инноваций, появляется также правовая основа для выплаты вознаграждения разработчику в случае эффективного использования результатов его работы, условия для снижения риска в связи с недостижением или неполным их освоением и для сбалансированной финансовой ответственности всех участников инновационного процесса в случае недостижения заявленных результатов. Принятие такой схемы договорных отношений при реализации инновационных проектов способствовало бы также преодолению пассивности изготовителя продукции, так называемой инновационной сдержанности, несвойственной рыночной экономике, установлению более тесных и экономически обоснованных отношений между наиболее значимыми субъектами инновационного процесса. Впрочем, обсуждение деталей реализации такой возможности выходит за рамки данного исследования.

Согласно Гражданскому кодексу Республики Беларусь (ст. 732), к срокам выполнения и к цене НИОКР применяются правила ст. 662, 663 и 693, а к государственным контрактам на реализацию НИОКР – ст. 718–722. Ст. 662 предусматривает возможность указания в договоре как стоимости работы, так и способа ее определения. При этом она может быть твердой или приблизительной, включать как компенсацию издержек подрядчика, так и причитающееся ему вознаграждение. Составление сметы – только один из возможных способов установления цены. В случае указания в договоре приблизи-

тельной суммы и возникновении необходимости выполнения дополнительных работ подрядчик вправе рассчитывать на оплату непредвиденных расходов или выполненной части работы при отказе заказчика увеличить стоимость заказа.

Гражданский кодекс Республики Беларусь (ст. 723) не только не исключает неопределенность условий выполнения НИОКР и риск случайной невозможности исполнения обязательств по договору, но и указывает, что этот риск (если иное не предусмотрено законодательством или договором) несет заказчик. В то же время Гражданский кодекс не налагает на исполнителя НИОКР ответственности даже в случае его невиновности в освоении или неэффективной реализации новой продукции, как это предлагается сформулировать в типовом договоре на выполнение НИОКР и инновационных проектов. Такая ответственность должна быть сбалансирована с учетом виновности сторон в недостижении запланированного результата, что имеет следствием неэффективное использование бюджетных или внебюджетных средств.

Далее, Гражданский кодекс (ст. 664) допускает, что фактические расходы подрядчика могут оказаться меньше тех, что учитывались при определении цены. В этом случае сохраняется его право на оплату работы по договорной цене, если заказчик не докажет, что экономия средств повлияла на качество выполнения заказа. В договоре может быть предусмотрено также распределение полученной подрядчиком экономии между сторонами.

Приведенные положения не противоречат и правилам выполнения работ для государственных нужд, сформулированным в ст. 718–722 Гражданского кодекса. Поэтому имеются правовые основы в рамках закона существенно усовершенствовать как методику прогнозной оценки стоимости инновационных проектов, так и механизмы их финансирования с учетом специфики.

Законодательные нормы, распространяющиеся на способы определения цены инновационных проектов, намного более гибкие, чем действующие подзаконные акты в этой области. Применительно к области исследований к важнейшим положениям законодательства относятся:

- признание неопределенности условий выполнения проектов и связанных с этим рисков исполнителя и заказчика;
- установление, что риск случайной невозможности исполнения договоров на НИОКР может нести и заказчик;
- указание в договоре при его заключении не только твердой, но и приблизительной цены работы или только способа ее определения;
- возможность разделения цены работы на две части, одна из которых включает издержки исполнителя, а другая – его вознаграждение по результатам работы и право, по крайней мере, на часть сэкономленных средств.

Следовательно, действующее законодательство не только не препятствует совершенствованию метода определения прогнозной стоимости инновационных проектов, но и позволяет устанавливать договорную цену с учетом неопределенности условий реализации проекта, учитывать при этом риски разработчика, изготовителя продукции и заказчика, распределять экономию средств, получаемую разработчиком в результате принятия более эффективных решений, не снижающих качество продукта-инновации, и доход, получаемый ее изготовителем, с учетом объективной оценки вклада участников инновационных проектов.

Примерные формы договоров на выполнения НИОКР и на передачу имущественных прав на результаты работ утверждает Государственный комитет по науке и технологиям Республики Беларусь, что предоставляет ему право более справедливого урегулирования договорных взаимоотношений субъектов инновационной деятельности. ■

Статья поступила в редакцию 01.11.2012 г.

Summary

The analysis of innovation projects specifics and normative documents in the Republic of Belarus, which determine the process of their economic assessment, shows that the most significant features of the project – the uncertainty of the conditions of implementation and the associated risks are ignored. It is necessary to set a contract price of innovation projects taking into account uncertainty conditions for implementation, developer, manufacturer and customer risks, necessity of distribution the savings obtained by the developer better decision-making, and income derived by manufacturer, using an objective assessment of the contribution of participants of innovative projects.

Литература

1. Методические рекомендации по планированию, учету и калькулированию себестоимости научной-технической продукции / Гос. комитет по науке и технологиям Респ. Беларусь; разработ.: Ф.И. Гилицкий, В.Ф. Толмачев. – Мн., 1998.
2. Об утверждении состава затрат по производству и реализации продукции, товаров (работ, услуг), учитываемых при налогообложении прибыли и относящихся к особенностям состава затрат, связанных с осуществлением исследований и разработок: утв. постановлением Совета Министров Республики Беларусь 15.03.2007 г. №326: www.pravo.levonevsky.org/bazaby/org507/basic/text0027.htm.
3. Гилицкий Ф.И. Умным бедность не грозит / Ф.И. Гилицкий, В.А. Пархименко, В.М. Стрж // Экономика. Финансы. Управление. 2010, №1. С. 31–36.
4. Проанализировать механизм формирования себестоимости и цены научно-исследовательских, опытно-конструкторских и опытно-технологических работ и разработать предложения по его совершенствованию: отчет о НИР (заключ.) № Госрегистрации 20091014/ БГУИР. – Мн., 2009.
5. Формы по подготовке проектов заданий научно-технических программ (подпрограмм) на 2006–2010 годы: утв. приказом председателя ГНТ Республики Беларусь от 09.11.2005 г. №184: http://www.uipr.basnet.by/prikaz_konkurs.doc.
6. Методические рекомендации по оценке стоимости и учету объектов интеллектуальной собственности в составе нематериальных активов: утв. приказом Госпатента, М-ва экономики, М-ва финансов, ГНТ Республики Беларусь 06.04.1999 г. // Организация научно-технической деятельности в Республике Беларусь. 4-й выпуск / А.К. Суторин и др. – Мн., 1999. С. 126–143.
7. О правах на результаты научной, научно-технической и инновационной деятельности. – Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 28.05.2003 г. №700. – Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь, 2003 г., №61, 5/12523.
8. Азгальдов Г. Инновации: границы применения // Г. Азгальдов, А. Костин // Наука и инновации. 2009, №11. С. 53–55.
9. Воскресенская Л.С. Учет и отражение в отчетности расходов на научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки: зарубежный и отечественный опыт // Бухгалтерский учет и анализ. 2006, №3. С. 32–35.
10. Жукowska Е.М. Учет инвестиций в интеллектуальную собственность и нематериальные активы // Бухгалтерский учет и анализ. 2008, №10. С. 36–39.
11. Леонович Е. Правовое регулирование инновационной деятельности // Наука и инновации. 2010, №3. С. 51–53.
12. Жукowska Е.М. Проблемы и пути развития инновационной деятельности субъектов предпринимательства // Бухгалтерский учет и анализ. 2007, №5. С. 25–28.
13. Авилкина М.А. Инновационный продукт как объект бухгалтерского учета // Потребительская кооперация. 2009, №2. С. 17–23.
14. Байнев В.Ф. Научно-технический прогресс на рубеже тысячелетий: полезная оценка // Белорусский экономический журнал. 2008, №1. С. 4–16.
15. Морозова Ю.Э. Управление ценообразованием инновационных проектов // Вести Института современных знаний. 2009, №3. С. 116–120.
16. Положение о порядке конкурсного отбора и реализации инновационных проектов, финансируемых из республиканского бюджета, научно-исследовательских, опытно-конструкторских и опытно-технологических работ и работ по организации и освоению производства научно-технической продукции, финансируемых за счет средств инновационных фондов: утв. постановлением Совета Министров Республики Беларусь 10.10.2006 г. № 1329 // Нормативное правовое обеспечение научно-технической деятельности в Республике Беларусь. 2-й выпуск / Суторин А.К. и др. – Мн., 2007. С. 18–21.
17. Положение о порядке разработки и выполнения научно-технических программ: утв. постановлением Совета Министров Республики Беларусь 31.08.2005 г. №961 // Организация научно-технической деятельности в Республике Беларусь. 10-й выпуск / А.К. Суторин и др. – Мн., 2005. С. 142–149.

Лестнице товарной

ПО Вверх



Рынок высокотехнологичной продукции имеет свои особенности и в силу этого требует нетрадиционного подхода к реализации своих товаров. То, как должна правильно действовать научная организация, чтобы продать результаты научных исследований и разработок, какой маркетинговый инструментарий лучше всего подойдет для этих целей, мы решили выяснить за круглым столом. Его участники – ученые-теоретики и практики, обеспечивающие успешную коммерциализацию принципиально новых продуктов и технологий.

Ирина Емельянович:
Для того чтобы детально рассмотреть концепцию маркетинга высокотехнологичных товаров, следует остановиться на их сущности, определить специфику данного рынка, а также выявить потенциальных потребителей, изучить их поведение и процесс принятия решений о приобретении разного рода новинок.

Иван Акулич:

Что касается инновационных продуктов, то в качестве таковых обычно рассматриваются различные новые технологии, произведенные на их базе продукты и услуги, а также маркетинговые, логистические и управленческие инновации. По сравнению с жизненным циклом обычного товара жизненный цикл высокотехнологичной продукции более сложен. Принято считать, что он включает четыре этапа. Первый – НИОКР, так называемое зарождение изделия, второй – непосредственное его производство, третий – вывод продукта на рынок и превращение его в товар. На последнем, четвертом, этапе поддерживаются взаимоотношения с потребителями и особое внимание уделяется сервисному обслуживанию. Многие маркетологи помимо жизненного цикла изделия предлагают

также рассматривать жизненный цикл принятия инновационных продуктов. Он обусловлен различной восприимчивостью к товару со стороны потребителей, которая может меняться по истечении некоторого промежутка времени.

Татьяна Зорина:

С учетом этих особенностей под маркетингом высокотехнологичной продукции подразумевается концепция управления субъектами хозяйствования, нацеленная на удовлетворение потребностей компетентных потребителей-новаторов более эффективными по сравнению с компаниями-конкурентами процессами формирования научно-технических идей, создания, освоения и реализации инноваций. И понятно, что у такого маркетинга есть своя специфика. При разработке его инструментария особое внимание следует уделять научно-технической среде, анализу мировых тенденций развития товарного рынка, исследованию вопросов защиты интеллектуальной собственности. Нужно учитывать, что жизненный цикл высокотехнологичной продукции динамичнее и короче и составляет в среднем 1,5 года. Основой ее конкурентоспособности являются маркетинговые ин-



Ирина Емельянович,
заместитель
главного редактора
журнала «Наука
и инновации»



Иван Акулич,
заведующий
кафедрой
маркетинга
Белорусского
государственного
экономического
университета,
доктор
экономических наук,
профессор

новации для всех звеньев цепочки создания ценностей, включая организацию сервисных процессов на всех стадиях товародвижения.

Борис Гусаков:

Необходимо помнить, что инновации начинаются с понимания нужд и ожиданий потребителей. Этот принцип обеспечивается интерактивным взаимодействием разработчиков, производителей, продавцов и покупателей инновационных продуктов. И решение о создании новых высокотехнологичных товаров должно приниматься на основе анализа существующих и прогноза будущих потребностей потенциальных клиентов. Специфика маркетинга научной организации состоит в том, что разработка инноваций рассматривается как работа команды, в которой должны быть специалисты, представляющие потребности основного заказчика, и специалисты, ориентированные на прогрессивные технологические решения. Считается, что крайние позиции в инновационной деятельности приводят к непредсказуемым и случайным результатам. К тому же инновации требуют эффективных «решателей задач». Рыночная привлекательность является ключевым критерием отбора нововве-

дений на концептуальной стадии. Приоритет отдается продуктам, нацеленным на растущие сегменты рынка. Они имеют больше шансов на успех.

Вадим Голик:

Для высокотехнологичной продукции, разработанной на основе уникальных передовых технологий, именно технологии первичны. Маркетинг находится на втором плане и играет свою роль как средство исследования сегментов и распространения информации об уникальности и ценности технологии на глобальном рынке. И такие товары – это глобальные товары. Маркетинг первичен для многих потребительских продуктов, поскольку они могут стать весьма привлекательными и ценными для целевых потребителей за счет эффективного позиционирования. Чтобы создать конкурентоспособный отличительный образ своих товаров, корпорации вкладывают огромные средства в маркетинговые мероприятия, которые способствуют получению прибыли и повышению стоимости торговых марок и брендов. Компания может иметь портфель известных торговых марок, но не владеть заводами, на которых производится ее продукция. Для нее главное – концентрация на разработке новых товаров и маркетинге.

Наталья Макаренко:

На мой взгляд, очень важной особенностью маркетинга инновационных продуктов является высокая степень рыночной и технологической неопределенности, когда во многих случаях создание новой технологии не влечет за собой спроса по разным причинам. Это может быть неосведомленность потребителя, непредсказуемость его поведения или несовместимость новой технологии с уже используемой. Отмечу также зависимость сбыта технологий от объема и качества инновационного потенциала потребителя, отчего, к примеру, экспорт белорусского ПВТ ори-



Татьяна Зорина,
доцент кафедры
логистики и ценовой
политики БГЭУ,
кандидат
экономических наук



Борис Гусаков,
профессор кафедры
менеджмента БНТУ,
доктор
экономических наук,
профессор



Вадим Голик,
доцент кафедры
Маркетинга
Белорусского
государственного
экономического
университета,
кандидат
экономических наук,
доцент

ентирован на высокотехнологичные рынки Северной Америки и Западной Европы.

Сергей Царик:

Основное, что нужно учитывать при продвижении высокотехнологичных товаров, – это очень узкая ниша и невысокий спрос в силу специфики. То есть заинтересованных в продукции такого плана интернет-пользователей крайне мало. И это заставляет выстраивать стратегию продвижения с учетом глубокой проработки целевой аудитории, четкого взвешивания их потребностей вплоть до определения особенностей их поведения в интернет-пространстве с точки зрения психологии. И здесь будет важно все, включая подачу информации на сайте, организацию его структуры и навигации. Для потребительских товаров все намного проще, так как спрос гораздо выше, статистика той же популярности пользовательских запросов к поисковым системам более пригодна для изучения и формирования результирующих выводов с дальнейшим выстраиванием стратегии продвижения.

Ирина Емельянович:

Очевидно, что научная организация, как и любой другой субъект хозяйствования, в качестве первоочередной задачи рассматривает реализацию своей продукции. Как должно правильно действовать учреждение, занимающееся прикладными исследованиями, чтобы продать их результаты?

Вадим Голик:

Здесь на первое место выступают маркетинговые исследования соответствующих целевых рынков, иначе инвестиции в разработки высокотехнологичных товаров могут обернуться убытками. Например, технология может быть новейшей и востребованной рынком, но покупательная способность может не соответствовать цене на продукт и даже его себестоимости. В маркетинге рынок – это совокупность

существующих и потенциальных покупателей и потребителей, имеющая определенные признаки сегментирования. Менеджеры по маркетингу устанавливают критерии выбора сегментов и групп потребителей и покупателей. Это позволяет выявить те свойства высокотехнологичного продукта, которые будут ценны для некоторой группы потребителей; установить его стоимость, соответствующую ожиданиям рынка; разработать мероприятия по продвижению и распределению продукта, которые создадут конкурентоспособный образ товара и обеспечат необходимый охват целевых сегментов.

Иван Акулич:

Основными критериями выбора последних могут быть такие, как высокая схожесть запросов потребителей внутри сегмента; его емкость и возможность увеличения в будущем; прибыльность; доступность сегмента; уровень конкурентоспособности фирмы. Определив целевые сегменты, а значит, и целевой рынок, следует провести позиционирование инновационного продукта, создать у потенциальных покупателей мнение о том, что он обладает целым рядом достоинств и преимуществ по сравнению с ранее используемыми товарами. В качестве таких характеристик обычно рассматриваются: выгоды от использования новой технологии; нового товара; выгоды фирмы, создавшей новый товар и ставшей лидером отрасли.

Борис Гусаков:

В жизненном цикле «НИОКР – производство – использование» научные исследования и разработки занимают начальное место. Спрос на них целиком зависит от потребностей и возможностей производства. Специфика маркетинга научной организации – это удовлетворение прогнозируемого спроса на результаты НИОКР, который в основном формирует технологический уклад экономики. Из известных шести укладов наиболее актуален на сегодняшний день пятый, опирающийся на

достижения в области микроэлектроники, информатики, биотехнологии, генной инженерии, новых видов энергии, материалов, освоения космоса, спутниковой связи, основой которой станут разработки био- и нанотехнологии, генная инженерия, мембранные и квантовые технологии, фотоника, микромеханика, термоядерная энергетика. США перешагнули порог шестого уклада. Из стран СНГ наиболее продвинута Россия, однако в ней 11% технологий относится ко второму укладу, почти треть к третьему, 50% к четвертому и только 10% к пятому. В Беларуси соответственно 20, 45, 25 и 10%. Второй и третий технологический уклады практически исчерпали возможности использования новых НИОКР. Следовательно, в Беларуси имеет место как невысокий спрос на них, так и ограниченные потребности производства их финансировать.

Сергей Царик:

Если говорить о продвижении в интернет-пространстве, то основной упор во всей работе должен быть сделан на сайт. Интернет-представительство – это центральное звено во всей маркетинговой политике в онлайн. Многие не придадут этому большого значения и остаются в проигрыше. Естественно, для подготовки сайта к приему посетителей нужно привлекать профессионалов. Но даже если есть какие-либо финансовые ограничители, это не мешает самостоятельно провести небольшой анализ подобных сайтов в целевых регионах. Даже такая минимальная работа позволит быть в тренде и не выглядеть белой вороной на фоне других. Учет региональных особенностей, максимальная информативность и обновляемость интернет-представительства – это основные составляющие успеха. Если дополнительно будет проделана работа по нормализации взаимодействия сайта с поисковыми системами, то ресурс начнет привлекать целевых пользователей из поисковых систем. А это будет означать, что сайт живет.



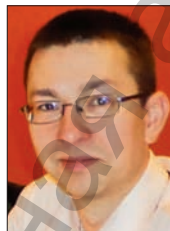
Наталья Макаrenchенко,

заместитель начальника отдела маркетинга и развития администрации Парка высоких технологий



Сергей Царик,

директор белорусского направления компании Promo Webcom



Владимир Пархименко,

заведующий кафедрой экономики БГУИР, кандидат экономических наук

Ирина Емельянович:

Отечественные научные учреждения в основном все заработанные средства направляют на поддержание текущей деятельности, хотя известно, что для создания высокотехнологичной продукции перспективного спроса необходимо инвестировать в исследования наиболее передовых научных областей. Куда организация должна направлять свои ресурсы, чтобы обеспечить развитие высокотехнологичной продукции?

Татьяна Зорина:

В первую очередь на фундаментальные и прикладные изыскания, подготовку адекватных требованиям рынка специалистов, включая обучение за рубежом, создание экспериментальных лабораторий и др. В связи с этим в распределении ресурсов между наращиванием текущей деятельности и инвестированием в будущее возможности необходимо придерживаться пропорции на уровне 70:30. Опыт зарубежных компаний свидетельствует о целесообразности поддержания такой пропорции на уровне 40:60. Однако для отечественных научных организаций это практически невозможно, поэтому предложенное для них соотношение можно назвать первоочередной мерой или минимальными усилиями по инвестированию в будущее возможности.

Вадим Голик:

Предприятие должно разрабатывать хотя бы одну так называемую возникающую технологию, которая определит его будущее развитие; иметь ключевые технологии, на основе которых производится конкурентоспособный товар, и по минимуму использовать базовые или широкодоступные технологии. Здесь все индивидуально и зависит от текущей структуры организации. В любом случае в ее рамках должно быть лицо, ответственное за направление продвижения в Интернете. У него должно быть время на то, чтобы этим заниматься, а также постоянно углублять свои знания, так как сфера довольно динамичная.

Сергей Царик:

По моему мнению, предугадать успешность тех или иных приемов продвижения не способен никто. Можно основываться на опыте коллег по цеху, конкурентов и делать шаги вперед. Только методом проб и ошибок можно понять, правильный ли вектор выбран. В любом случае, если время и другие ресурсы вкладываются в развитие своего собственного интернет-представительства, эти инвестиции будут органичны, так как сайт завтра не пропадет и всегда будет способствовать процветанию организации. Выстраивание стратегии продвижения в том же Интернете всегда будет привязано к сайту вне зависимости от используемых приемов. Да и затратная часть на такие работы, в особенности когда целевыми рынками являются зарубежные, несопоставимо мала в сравнении с традиционными маркетинговыми мероприятиями.

Владимир Пархименко:

К сожалению, строгого алгоритма решения этой проблемы нет. Здесь нужны и интуиция, и смелость, и холодный расчет, и опыт, и просто-напросто везение. В 2007 г., когда появился первый айфон, в итоге сделавший революцию на рынке смартфонов, в очень авторитетном издании была напечатана рецензия: мол, да, интересная игрушка, но большого успеха этот продукт иметь не будет. Эти слова были написаны серьезным экспертом, который занимался аналитикой профессионально. И сегодня мы знаем, как сильно он ошибся. Эта история о том, что будущее предвидеть практически невозможно. Поэтому инвестирование в будущее – это сколь необходимая, столь и не просчитываемая вещь.

Ирина Емельянович:

С помощью каких инструментов наиболее эффективно выводить высокотехнологичный продукт на рынок?

Вадим Голик:

В зависимости от степени уникальности технологии, на основе которой разработан продукт, ее ценности для покупателей и потребителей, дифференциации и позиционирования разрабатываются приемы продвижения товара на рынок для стадий жизненного цикла изделия, таких как внедрение, рост, зрелость и спад. Составляющие маркетинга – это реклама, мероприятия по связям с общественностью, личные продажи и методы их стимулирования. Для внедрения высокотехнологичной продукции обычно применяются первые три элемента в данном комплексе. Интенсивность их использования зависит от типа и масштабов рынков, для которых предназначен новый продукт, – это рынок потребительских товаров или производственного назначения. Важное значение имеет активное участие в национальных и зарубежных выставках, конференциях, публикации в специализированных печатных и электронных изданиях, что способствует появлению новых контактов и клиентов.

В связи с возрастающей ролью интернет-технологий целесообразно открыть интернет-магазин для отечественных и зарубежных клиентов, где будет представлен каталог белорусской научно-технической продукции. Необходимо размещать информацию о товарах на всевозможных электронных торговых площадках, использовать партнерские программы, получать информацию о проведении тендеров в различных странах, использовать базы данных и др.

Татьяна Зорина:

По общему правилу наиболее эффективным средством коммуникаций являются личные продажи. Но при адаптации маркетинговых мероприятий к специфике высокотехнологичных товаров нужно учитывать их целевую ориентацию, реализуемую на основе процессов сегментации и позиционирования инновационной продукции. Наиболее эффективно продвигать нововведения

в процессе формирования и развития инновационных потребностей на этапе разработки идеи. Реализация готовой продукции более затратна.

Сергей Царик:

Если говорить о мероприятиях в области интернет-маркетинга и поискового маркетинга в частности, то наиболее выгодно продвигать сайт в поисковых системах. Если он будет адекватным, то наличие его на высоких позициях по ключевым словам и фразам, к примеру в Google, даст свой эффект. Сайт будет найден заинтересованной аудиторией. Тем более не стоит забывать об отсутствии в Интернете территориальных границ. Это означает, что высокотехнологичный продукт сможет выполнить задачу привлечения иностранных заказчиков. Поисковые системы – одни из наиболее популярных веб-сайтов во всем мире. Поэтому, делая на них упор, мы получаем максимальный охват целевой аудитории при небольших затратах.

Ирина Емельянович:

Многие фирмы на территории бывшего СССР, в том числе и в Республике Беларусь, применяют приемы маркетинга, которые разработаны в западных странах. Например, в области рекламы, мерчендайзинга, бенчмаркинга и т.д. Насколько они адаптированы к нашим реалиям?

Татьяна Зорина:

На мой взгляд, их можно использовать только с учетом существующей специфики. Безусловно, размеры инвестиций в развитие высокотехнологичной продукции в Республике Беларусь значительно меньше, однако научно-технический потенциал нашей страны и уровень развития маркетинга позволяют выпускать конкурентоспособные товары и продвигать их на международные рынки.

Наталья Макаренко:

Чтобы вывести инновационный продукт на рынок, преодолев неосведомленность и

другие барьеры, инновационные предприниматели вынуждены вкладывать в рекламу и продвижение огромные средства – до 70% стоимости проекта. Где их взять? Ведь убедить банк пойти на риск и проинвестировать создание не имеющего аналогов в мире продукта, который будет эффективно удовлетворять качественно новую потребность, не так просто. Во-первых, слишком высока степень финансового риска, во-вторых, поскольку инновационные проекты начинают приносить прибыль не раньше чем через 3–5 лет, подобные кредиты должны быть рассчитаны на долгосрочную перспективу, в которой они будут снижать финансовые показатели кредитных учреждений, в-третьих, банки обязательно потребуют предоставления залога имущества или других гарантий, и тогда уже сам предприниматель задумается, стоит ли ему рисковать. Однако мировой практике давно известен институт венчурного финансирования, когда необходимые средства могут предоставляться под перспективную идею без гарантированного обеспечения имеющимся имуществом и залогом служит заранее оговариваемая доля акций существующей или создаваемой фирмы. В Беларуси к настоящему времени отсутствует такой механизм, государственные предприятия и банки не могут вкладывать деньги в проекты без гарантии их возврата. Поэтому в отечественное законодательство предстоит ввести изменения, направленные на развитие венчурного финансирования.

Сергей Царик:

Зарубежные приемы весьма актуальны для интернет-маркетинга. Конечно, есть определенные различия в тех же интернет-сайтах, в психологии и поведении пользователей. Однако глобальной разницы в методиках продвижения не существует, так как модель удовлетворения пользовательских потребностей схожа. Соответственно, используемые на западных рынках мероприятия хорошо работают и у нас.

Ирина Емельянович:

Известно много по-настоящему креативных маркетинговых ходов, обеспечивших успешное позиционирование научно-технической продукции. Что, по вашему мнению, лежит в их основе?

Сергей Царик:

Позиционирование в маркетинге представляет собой комплекс мероприятий по формированию отличительного конкурентоспособного образа товара в глазах потребителей и покупателей, и здесь должна быть синергия всего. Очень важно правильно представить информацию о продукции на сайте. Над этим нужно потрудиться и с креативной точки зрения, и с точки зрения интуиции – понимания того, как будет воспринята информация пользователем, что именно ему нужно. Но чистая идея, не подкрепленная стратегией продвижения, основанной на конкретном плане, четких показателей эффективности и т.д., вряд ли сможет привести к успеху. К сожалению, научное сообщество не до конца осознает значимость интернет-канала с точки зрения «двигателя» их продукции. И это печально. Но при этом есть масса примеров того, как белорусские производственные предприятия идут уверенными шагами вперед, в том числе и на зарубежные рынки, наращивая свои экспортные мощности и концентрируясь на мероприятиях по интернет-маркетингу.

Татьяна Зорина:

Активное продвижение инновационного продукта прежде всего основано на креативной идее, а также на расчете эффективности ее реализации. Показателен в этом отношении пример реализации инновационного проекта – программно-технического комплекса «Тренажер машиниста электропоезда метрополитена», предназначенного для первичного обучения, проверки подготовки машинистов к управлению электропоезда, оценки их реакции и правильно-

сти действий при аварийных и нестандартных ситуациях. Тренажер разрабатывался в НИИСА в конце 90-х гг., модернизирован в 2009-м ОАО «АГАТ-системы управления» и не имеет аналогов в странах СНГ. Сформированный комплекс маркетинга, включающий решения в области товарной, ценовой, сбытовой и коммуникативной политики, позволил эффективно продвигать на рынке изделие. Это подтверждается высокими конкурентными позициями на внешнем рынке. В 2010 г. тренажер поставлен и успешно эксплуатируется в Бакинском метрополитене. В 2011-м он признан победителем конкурса перспективных разработок «Зеленый свет 2011» (Москва) и рекомендован к внедрению на метрополитенах стран СНГ. В прошлом году тренажер введен в эксплуатацию в Московском железнодорожном колледже №52. Ведутся переговоры о реализации программно-технического комплекса для Тбилисского, Ереванского, Московского, Нижегородского, Самарского и ряда других метрополитенов. По итогам 2011 г. в рамках республиканского конкурса в области маркетинга «Энергия успеха» ОАО «АГАТ-системы управления» за проект «Инновации на экспорт – стратегия успеха» стало лауреатом и получило главный приз в номинации «Маркетинговая стратегия» и удостоено звания «Лучшая компания в области маркетинга».

Наталья Макаренко:

В Парке высоких технологий немало успешных примеров. Один из них – программа Viber, выпущенная в ноябре 2010 г. и позиционируемая как «Убийца Skype». Создатели рассказали о приложении друзьям и сделали его доступным для загрузки через веб-сайт. В первый день у Viber было 18 пользователей, за три недели – 31 тыс., менее чем через месяц – 1,8 млн. Сегодня более 100 млн используют этот сервис, через него ежемесячно проходит 2 млрд сообщений и 1,5 млрд минут разговоров. Создате-

лям удалось уловить тенденцию рынка: в 2009–2010 гг. потребители осознали возможности смартфонов и начали массово их использовать. Skype же был разработан для стационарного компьютера, так и не став по-настоящему дружественным для смартфонов: его мобильная версия работала неустойчиво и быстро истощала аккумулятор телефона. За 2 года Viber сумел стать достойным конкурентом популярному приложению Skype благодаря тому, что он работает в синхронизации со смартфоном, позволяя абонентам быть на связи все время, размещая и принимая звонки через телекоммуникационные компании, но избегая их высоких тарифов.

Владимир Пархименко:

Говоря о креативных маркетинговых ходах, важно понимать, что без маркетинга зачастую вообще невозможен долгосрочный и стабильный успех на рынке. Если позволите, одна поучительная история. В БГУИР в октябре была открыта лекция Александра Золотарева – исполнительного директора компании MapsWithMe, которая делает популярные во всем мире мобильные карты. Их особенность – использование офлайн, то есть без доступа к Интернету, что очень удобно, например, для туристов за границей, где затраты на интернет-трафик могут быть для наших соотечественников неподъемными. Во время лекции Александр продемонстрировал график скачиваний мобильного приложения из аппстора – магазина приложений для айфонов. Вначале график шел почти горизонтально, продажи практически не росли, а затем резко взмыл вверх, поменяв направление чуть ли не на абсолютно вертикальное. Александр задал вопрос: догадаетесь, когда к нам в компанию пришел профессиональный маркетолог? Ответ, что называется, очевиден. ■

Ирина ЕМЕЛЬЯНОВИЧ

Фото Павла ДИКА

Сильным покоряется металл



Н и у кого не вызывает сомнений то, что инженерный труд базируется на результатах научных исследований. Производство не может существовать без науки, ибо она закладывает и проверяет принципы работы новых устройств, техники и технологий. И то, что в последние десятилетия в мире произошло существенное снижение интереса молодежи к научной, изобретательской, инженерной деятельности, вызывает озабоченность научной общественности. В беседе с академиком Владимиром КЛУБОВИЧЕМ

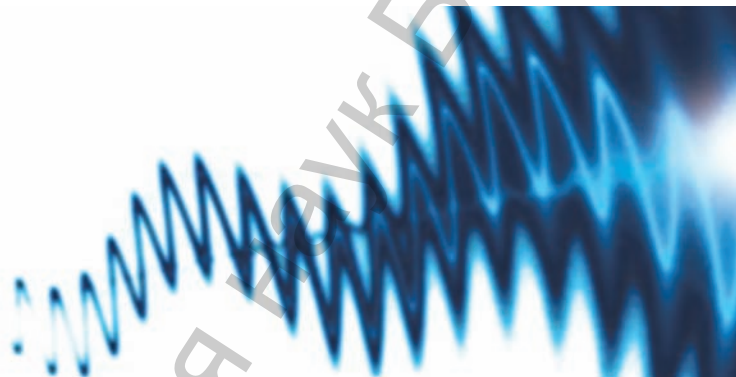
мы попытались определить побуждающие мотивы, способные зажечь искру творчества и увлеченности наукой и инженерией.

- У каждого времени свои ценности, потребности и мотивы, которые выступают фундаментальными основами, обеспечивающими развитие общества. В современном мире они претерпели определенную трансформацию, и мы являемся свидетелями того, что быть ученым, инженером или технологом абсолютно непрестижно и даже антипрестижно. Академик сегодня не авторитет, хотя раньше это ученое звание приравнивалось к должности генерал-лейтенанта. А ведь мы живем в технологизированном пространстве, требующем высококвалифицированных специалистов, профессионалов, способных вести множество новых научно-технических направлений, совершенствовать существующие. В данных условиях требуется серьезное осмысление сложившейся ситуации и разворот государственных структур, средств массовой информации, научной и технической элиты в сторону повышения авторитета естественно-научных и инженерных специальностей.

- Как бы вы охарактеризовали современного инженера?

- Инженер выступает центральной фигурой научно-технического прогресса. От его креативности, умения планировать, создавать, управлять, эксплуатировать, работать с все более сложными техническими устройствами и системами зависит качество нашей жизни. К тому же нынешний инженер должен обладать инновационным мышлением, профессиональной мобильностью и, что немаловажно, иметь соответствующую мотивацию. К этому многообразию требований я бы добавил наличие изобретательской жилки и смекалки, способности находить нужную информацию и умение самообучаться. На мой взгляд, это базовые вещи.

- Насколько я могу судить, ваша карьера ученого во многом определилась благодаря слаженной работе в триаде ученый – инженер – рабочий. Практически все, что наработано вами за 56 лет научной и общественной деятельности, создавалось в тесном контакте с инженерами и исключительно под нужды промышленности.



Выдающемуся ученому в области технологии обработки металлов, физического материаловедения, организатору науки, педагогу, академику НАН Беларуси, доктору технических наук, профессору, лауреату Государственной премии БССР, заслуженному деятелю науки Республики Беларусь Владимиру Владимировичу Клубовичу исполняется 80 лет. Он родился в д. Вороницы Зельвенского района Гродненской области, в крестьянской семье.

В 1956 г. окончил Белгосуниверситет. С 1957 по 1975 г. был научным сотрудником, заведующим лабораторией Физико-технического института АН БССР. С 1975 г. – Витебское отделение Института физики твердого тела и полупроводников АН БССР, с 1994 г. – Институт технической акустики НАН Беларуси.

В мае 1973 г. В.В. Клубович защитил докторскую диссертацию на тему «Основы теории и технологии волочения металлов и сплавов с наложением ультразвука».

Основополагающие труды академика В.В. Клубовича, его учеников и соратников в области физики и технологического использования ультразвука получили по-настоящему мировое признание и вошли в анналы мировой науки. С 2002 г. по настоящее время В.В. Клубович работает главным научным сотрудником Института технической акусти-

ки НАН Беларуси, осуществляет научное руководство проводимыми в институте исследованиями в области ультразвуковых технологий обработки материалов, возглавляя созданный в ИТА научно-технический совет по акустическим процессам и технологиям.

Академик В.В. Клубович является членом бюро Отделения физико-технических наук НАН Беларуси, членом научного совета НАН Беларуси по проблемам машиностроения, научным руководителем региональной научно-технической программы «Инновационное развитие Витебской области», членом редколлегии журналов «Вестці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Сэрыя фізіка-тэхнічных навук», «Вестник ПГУ» и ряда специализированных профессиональных изданий.

На протяжении всего периода научной деятельности Владимир Владимирович Клубович вносит достойный вклад в развитие науки. Им опубликовано лично и в соавторстве свыше 500 научных работ, в том числе 15 монографий, одна из которых переведена на английский язык и издана в США. Имеет более 180 авторских свидетельств и патентов на изобретения. Результаты его научных разработок нашли широкое применение как в разных отраслях промышленности, так и в развитии физической науки.

За особые заслуги В.В. Клубович отмечен Государственной премией БССР, орденом «Знак Почета», двумя медалями.

– Все было именно так. Едва я был зачислен в аспирантуру, как началось мое знакомство с производством. Научный руководитель Василий Петрович Северденко нас, молодых аспирантов физтеха, на 20 дней откомандировал в ознакомительную поездку по таким промышленным гигантам СССР, как Московский металлургический завод «Серп и молот», Магнитогорский металлургический, Челябинский тракторный завод и Свердловский Уралмаш. Так мы впервые познакомились с заводами и их инженерными службами, с задачами, которые приходилось им решать. Самое ценное, что мы вынесли из этих поездок и встреч, – осознание собственной значимости, необходимости наших научных знаний промышленникам, понимание того, что все, чем нам придется заниматься, будет служить делу, иметь практическое применение и будет востребовано. Сегодня, даже при таком высоком уровне развития техники и технологий, доступности информации и средств коммуникации, прямого и тесного контакта науки с производством, понимания общности стоящих задач не наблюдается.

То ли интерес притупился, то ли ученый-инженер-рабочий разучились делать вместе одно дело, или снизился уровень мотивации... Сложно дать однозначный ответ. Скорее, тут целый комплекс проблем, которые требуют своего решения.

– Вы считаете, что уровень мотивации на создание инновационного продукта сегодня недостаточен?

– Скажу о моем жизненном опыте. После завершения учебы на физическом факультете БГУ, а это был 1956 г., и годового учительствования в средней школе в д. Юратишки Молодечненского р-на я решил пойти работать в Физико-технический институт Академии наук БССР. Поехал в Минск, снял квартиру и заявился к директору физтеха академику Василию Петровичу Северденко. Сказал, что вот, мол, хочу экспериментировать, заниматься наукой. Он тут же предложил работу в только что созданном отделе – физики твердого тела и полупроводников, который возглавлял академик Николай Николаевич Сирота. Но я упросил Василия Петровича взять меня к себе и, получив согласие, стал членом его команды. Сам



Северденко был докой в области ультразвуковых исследований, которые в 60-е гг. только набирали обороты. Многие из научных достижений в ультразвуковой технологии уже тогда нашли свое приложение в машиностроении, резке и обработке металлов, неразрушающем контроле, медицинской диагностике, и поиск этот продолжается до сих пор. Василий Петрович посоветовал мне заняться исследованиями по применению ультразвука для обработки металлов. В лабораторию института была куплена ультразвуковая установка, изготовленная на Ленинградском заводе, – громадная, занимающая целую комнату. Она и стала нашей кормилицей – исследовательским инструментом и опытным произ-

Владимир Клубович с братом Константином, его женой Ольгой и братом Евгением (справа налево), 1959 г.



В.В. Клубович с коллегами. Лаборатория физики металлов Витебского отделения Института физики твердого тела и полупроводников, 1976 г.



В.В. Клубович с сыном Андреем и профессором О.В. Абрамовым, Москва, 1997 г.

водством одновременно. На ней мы не только экспериментировали, но и выполняли заказы промышленности. Работу эту вели совместно с заводчанами. Так, перед Магнитогорским метизным заводом стояла задача получить высокопрочную композиционную проволоку диаметром 140 микрон и длиной 5 км. Используя ультразвук для интенсификации процессов пластической деформации металлов, нам удалось создать тонкую и сверхпрочную проволоку из нержавеющей стали и чистой меди.

Бурное развитие микроэлектроники в 70–80-е гг. требовало припоев из сплавов свинца и олова в виде тончайшей проволоки диаметром 120–150 микрон. Рязанский завод цветных металлов, выпускающий припой, был неконкурентоспособным, поскольку метод обычного волочения не давал микронных размеров. От механического воздействия металл деформировался, терял прочность и обрывался. Перед нами была поставлена задача разработать технологию получения припоя микронных размеров и наладить его выпуск. Нам удалось рассчитать замкнутую колебательную систему для волочения тонкой и тончайшей проволоки с наложением ультразвуковых колебаний на инструмент-волоку, что позволило уменьшить силу трения – свести ее к нулю, достичь желаемых микрон для припоя. В результате государство прекратило его

импорт, а мы, запатентовав метод, получили на него 2 авторских свидетельства и 20 тыс. рублей вознаграждения на трех человек (в числе авторов был и инженер завода) – сумма по тем временам огромная. Статья, где мы описывали пионерную разработку, в 1964 г. была переведена англичанами и опубликована в международном журнале «Акустика». И хотя сделано это было без нашего ведома, претензий предъявить мы, конечно, не могли – опыта не хватало. Так что в дальнейшем именно наши наработки по использованию ультразвука были восприняты западными производителями. Но это уже другая область проблем, с которой, кстати сказать, мы не научились справляться до сих пор. Мы по-прежнему не умеем полноценно защищать и охранять интеллектуальную собственность и, самое главное, ее коммерциализировать.

К слову, введение поощрительного вознаграждения за каждое выданное авторское свидетельство в 1960-е гг. обусловило рост количества изобретений. И это исторический факт. Еще одно хочется заметить: если перед инженером или ученым стоит четкая цель, он приложит максимум усилий, для ее достижения. Но когда ее нет, нельзя уповать на успех, бессмысленно.

– Неужели все так в жизни было просто: пришел, увидел, победил?

– Я вырос в бедной многодетной по нынешним временам семье, где было четверо детей. Земли, которая кормила нас, было всего 3,5 га. До войны успел окончить два класса, старшие братья – по четыре. Помню воскресенье 22 июня 1941 г. Мы с родителями поехали на рынок в Зельву. Когда возвращались обратно, попали под бомбежку немецких самолетов. К счастью, не мы были их целью, а ближайший аэродром. Его и разнесли вдребезги вместе с техникой, а уже через два дня в деревню вошли оккупанты.

Никогда не забуду случай, произошедший в том же 1941 г. При отступлении Красной армии за железнодорожным переездом застрял танк – топливо закончилось. Мальчишки, мои двоюродные братья Иосиф и Миша, а с ними еще и соседский парнишка, неподалеку пасли коров и решили поглядеть, что там да как. Обнаружили в танке снаряды, вытащили их по одному на каждого. Я в тот день отправился на сбор орехов неподалеку на лесную просеку. Зовут меня друзья пойти с ними, а я отвечаю: «Сейчас нарву орехов и приду!» Только вот бежать пришлось в деревню за помощью: мощный взрыв всколыхнул всю округу, никто из ребят не уцелел...

В школе я учил немецкий язык, но это громко сказано, на самом деле учителем был бывший боец, прошедший всю войну и побывавший в Германии. Он кое-как



В лаборатории физики металлов
Института технической акустики, 2004 г.

мог писать и читать, поэтому учил тому, что умел сам. В университете меня определили во французскую группу. Так что, надо прямо сказать, иностранный язык был моим слабым местом. А тут в аспирантуре предстояло сдать кандидатский минимум. Необходимых знаний не было. В общем, претендент на отчисление – и без вариантов. И пришлось проявить характер. Чтобы из-за какого-то французского вылететь из аспирантуры! Ни за что! Каждый день зубрил по 20 новых слов, потом повторял их, добавлял новые 20, и так несколько месяцев. Педагог была уверена, что шансов у меня нет, пропустила всех, а меня оставила напоследок, видимо, чтобы не расстраиваться. Открыла текст для перевода – прочитал и перевел, одну страницу, вторую... Она попросила перевести без прочтения, я и тут справился. Удивил я ее тогда, да и всех. Пятерку, конечно, не заслужил, но честную четверку на экзамене заработал.

– Владимир Владимирович, от чего, на ваш взгляд, зависит продуктивность труда ученого?

– Первостепенной, по моему мнению, является свобода творчества на микроуровне, которая достигается организацией труда в творческих группах, где все строится на принципах самоуправления. Здесь и свобода в принятии решений по распределению работы и по вознаграждению, установлению удобных графика-

ков, использованию выделенных финансовых средств. А еще доступность новейшей техники и технологий – чем лучше инструментарий в арсенале ученых, тем эффективнее они могут проявлять свои способности. Чего греха таить, всем известно, на каком оборудовании создается белорусская наука... Руководству страны следует выделять больше средств на приобретение современных научных приборов, оборудования, информационного обеспечения. Важной остается и внутренняя мотивация человека – желание получать удовлетворение от работы, от того, что она нужна и применима, имеет высокую цену.

– В вашем голосе слышится некоторая досада. Неужели в арсенале ваших научно-практических наработок есть те, которые не дошли до потребителя?

– Холостой режим работы – такое сравнение напрашивается у меня, когда я вспоминаю судьбу одного изобретения – уникальную технологию ультразвуковой заточки хирургических скальпелей. Могу авторитетно заявить, что мы были первыми, кому удалось свести толщину режущей кромки до одного микрона. При общепринятой тогда в мировой практике заточке режущего инструмента на алмазном круге наивысшим показателем было 5 микрон. У нашего скальпеля была еще одна отличительная особенность: мы могли делать его волнообразным, со слегка рваными, а не идеально ровными краями, что способствовало скорейшему заживлению ран. С применением ультразвука достигались еще такие эффекты, как упрочнение материала – скальпель не так быстро притуплялся, и его можно обеззараживать потоком нейтронов. Проведенная клиническая практика в Витебском и Минском медицинских университетах, НИИ травматологии и других медучреждениях доказала эффективность применения таких хирургических инструментов. Ко всему прочему процесс заживления ран у про-



В.В. Клубович с женой Галиной и внуком Владимиром, 2003 г.

оперированных пациентов таким лезвием шел быстрее на 3–4 дня. Мы предложили использовать сменные лезвия для скальпеля. Положительные заключения хирургов из различных клиник позволяли рассчитывать на заказ со стороны государства. В 1992 г. было создано опытное производство и изготовлено 500 тыс. уникальных скальпелей. Однако по непонятным причинам Миздрав отказался от их закупки, и всю работу пришлось свернуть. Мы к тому времени пошли дальше, создали образцы инструментов для микрохирургии глаза. Обращение к конкретным чиновникам из соответствующего ведомства показало, что наша многолетняя работа никому не нужна, к ней нет интереса. В итоге страна по-прежнему закупает скальпели за рубежом, а наша разработка пылится на полке в ожидании, авось кто заметит и даст ей вторую жизнь. Так что эффективность работы ученого можно рассмотреть с трех позиций – бесперспективная, востребованная и перспективная. Вопрос только в том, кто ее оценивает. В данном конкретном случае наш труд попал в разряд бесперспективных.

– Как возникло директорство в вашей биографии? Вы 27 лет возглавляли Институт технической акустики.

– Компартия Белоруссии на XXVIII съезде приняла решение о создании в Витебске филиала ака-

демического института АН БССР. Два таких научных учреждения уже были открыты в Могилеве – Физико-технический институт и Институт физики и биологического профиля в Гродно. Реализуя резолюцию съезда, в 1975 г. руководство академии подписало постановление об организации филиала Института физики твердых тел и полупроводников в Витебске на базе трех институтов: физики твердого тела и полупроводников, физико-технического и физики. Николай Александрович Борисевич, президент Академии наук БССР, уговорил меня стать директором. Не помогли мои ухищрения: даже в лечкомиссии спрятался – провел там три недели. Не сработало. Других аргументов для отказа у меня не было, и я согласился. Это было первое в Витебской области научно-исследовательское академическое учреждение, и внимание к нему со стороны партийных органов и администрации было особое. Нам передали помещения инженерно-педагогического техникума площадью 500 м². Мы перевезли кое-какое оборудование, со временем обзавелись своим, и пошла работа. В 1985 г. у нас уже было свое здание, рассчитанное на 450 человек. Институт вырос с 10 человек до 245. Нам выделяли до 30 квартир в год. Название «Институт технической акустики» предложил академик-секретарь Отделения физико-математических наук академик Федор Иванович Федоров. Являясь еще филиалом, мы уже были главными в Союзе по применению ультразвука при обработке металлов и сплавов давлением. 80% заказов института шло от оборонной промышленности. Мы работали над созданием приборов ночного видения, приборов для определения параметров газов «летающей ракеты», технологических процессов обработки металлов и полимерных материалов с ультразвуком. Нами разработаны научные основы использования ультразвука для управления процессом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза, ионно-плаз-

менного напыления, воздействия ультразвука на сплавы с памятью формы, применения ультразвука в медицине и биотехнологии. Институт и сегодня проводит фундаментальные исследования в области физики полупроводников, магнитоэлектрических явлений, ультразвука, занимается прикладными исследованиями и научно-техническими разработками, принимает участие в выполнении заданий, входящих в различные госпрограммы.

– Что заставило вас уйти с занимаемой должности – возраст, усталость, обстоятельства?

– На посту директора я проработал с 1975 по 2002 г. Думаю, этого достаточно, я многое сделал, пришло время уступить дорогу молодым.

– Вы окончательно ушли из науки?

– Нет, я по-прежнему с ней: работаю главным научным сотрудником Института технической акустики НАН Беларуси, заведующим лабораторией пластичности в БНТУ. Поскольку мы были пионерами в области ультразвуковой обработки материалов с памятью формы, то продолжаю заниматься и этой тематикой. Сейчас в кооперации с академиком Сергеем Жданком и Борисом Хрустальевым, Кузбасским государственным техническим университетом участвуем в публичном конкурсе на получение гранта Правительства Российской Федерации на разработку технологий получения наноматериалов из различных металлов и сплавов и применению их в промышленности, а также по использованию мощного ультразвука для создания наночастиц из оксидов цинка и меди, обладающих антибактериальными свойствами.

Мной подготовлено 34 кандидата и 6 докторов наук, еще двое должны вскоре защититься. Сейчас работаю с талантливой аспиранткой-заочницей из Москвы, которая ведет перспективную и интересную тему – технология обработки конденса-

рованных сред с применением мощного ультразвука. В работе предложен новый способ получения наночастиц оксидов металлов в соноплазменном разряде путем введения в реакционную камеру ультразвуковых колебаний высокой мощности – не менее 2 кВт. Научная новизна и значимость результатов состоит в установлении основных закономерностей и особенностей возникновения и развития кавитации в жидкости при воздействии мощных ультразвуковых колебаний. В результате удалось теоретически и экспериментально показать, что если мощность ультразвука превышает величину порога кавитации в три и более раз, то размеры кавитационной области заполняют весь объем сонохимического реактора, наночастицы под действием высокого давления ускоряются и движутся со скоростью более 300 м/с.

– Владимир Владимирович, вы на пороге своего 80-летия. Что вас держит на плаву?

– Прежде всего работа, закисаю без дела. Я трудоголик и горд этим. А вообще-то весь род Клубовичей – долгожители: отец не дожил трех месяцев до 100 лет, дед с бабкой прожили 103 и 108 лет. Считаю, что пока у человека есть мечта, есть желание ее достичь – есть смысл жить и творить. Рассчитывал на то, что сын станет продолжателем моего дела, да он в бизнес ушел. Теперь вот лелею надежду, что внук, который уже попытал счастья в Венесуэле, вернется и станет моим единомышленником.

Я глубоко убежден, что исчезнет сегодня техника – исчезнет и человек. Нам следует больше думать о новых творческих подходах и прежде всего над тем, как вовлечь молодежь в науку и инженерное дело, побуждать молодых людей придумывать, конструировать, изобретать – чтобы быть создателями вещей, а не только их потребителями. ■

Жанна КОМАРОВА

БЕЛОРУСЫ: ЭТНОГЕНЕЗ И СВЯЗЬ С ДРУГИМИ СЛАВЯНСКИМИ НАРОДАМИ С ПОЗИЦИИ ДНК-ГЕНЕАЛОГИИ

УДК 575.17

“ Изучение истории славянских популяций представляет значительный интерес. Считается, что славяне появились на занимаемых ими сейчас землях в середине 1-го тысячелетия н.э. Откуда пришли, где жили их предки до середины 1-го тысячелетия, на каких языках разговаривали – на эти вопросы академическая наука ответы пока не сформулировала. ”



Принципиально важные сведения могут быть получены с использованием методологии новой науки – ДНК-генеалогии. Методология новой науки – перевод динамической картины мутаций в нереккомбинантных участках мужской половой хромосомы в хронологические показатели, во времена жизни общих предков популяций, а на самом деле – общих предков древних родов и племен. То есть фактически производится расчет времен, когда в древности жили эти роды и племена. В свою очередь, построение «карты» этих времен по регионам, материкам, континентам позволяет понять миграционные пути наших предков.

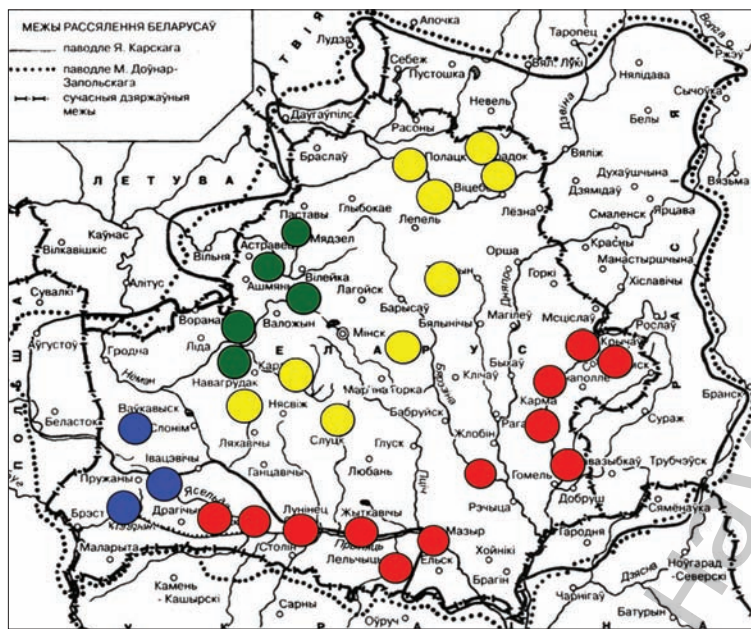
Проведен анализ обширного массива образцов этнических белорусов (больше тысячи гаплотипов), что дает возможность для достаточно глубоких обобщений в отношении познания не столько современной структуры белорусского народа (этим занимается популяционная генетика), сколько его этногенеза и связей с другими славянскими народами под углом ДНК-генеалогии. Сведения такого рода в отношении этнических белорусов в современной научной литературе отсутствуют.

Материалом для проведения исследований были массивы

биологических образцов мужского населения Беларуси, сформированные учеными Института этнографии и фольклора и Института генетики и цитологии НАН Беларуси (аликваты коллекций переданы в Центр как практическая реализация диссертационной разработки). Изучались образцы мужского происхождения, доноры которых в ходе добровольного анкетирования для себя и своих предков в двух поколениях указали этническую принадлежность «белорус». Информация о местах сбора приведена на карте расселения белорусского этноса (рис. 1).

Распределение образцов Y-ДНК по местам сбора (в скобках указано отнесение к зонам на карте и число образцов): Понеманье – Волковыск (А, n=16), Ивье (В, 27), Молодечно (В, 19), Новогрудок (В, 56), Сморгонь (В, 37), Барановичи (С, 31); Поозерье – Городок (С, 24), Лужесно и Городок (С, 76), Полоцк (С, 22), Улла (С, 56), Мядель (В, 39); Центр – Крупки (С, 21), Мир (С, 48), Слуцк (С, 44), Червень (С, 29); Поднепровье – Ветка (D, 15), Климовичи (D, 50), Кричев (D, 34), Славгород (D, 32), Чечерск (D, 28); Восточное Полесье – Житковичи (D, 55), Лельчицы (D, 22), Мозырь (D, 50), Светлогорск (D, 28); Западное Полесье – Пинск (D, 35), Лунинец (D, 51), Иваново (D, 35), Береза (А, 31), Кобрин (А, 55).

Рис. 1. Расположение населенных пунктов, где проводился сбор материала. Цветом отмечены зоны, давшие характерные распределения генеалогических линий: синим – А, зеленым – В, желтым – С, красным – D



Гаплотипы приводятся в порядке маркеров, принятом в стандарте FTDNA: DYS393, DYS390, DYS19, DYS391, DYS385a, DYS385b, DYS426, DYS388, DYS439, DYS389I, DYS392, DYS389II, DYS458, DYS337, DYS448, DYS460, GATAH4, DYS456, DYS438, DYS635. Значения маркера GATAH4 указаны в конвенции FTDNA. Для 312 гаплотипов из 1086 были известны SNP, для остальных отнесение к гаплогруппам и субкладам проводилось путем построения деревьев, включающих как отнесенные по SNP гаплотипы, так и те, для которых такого отнесения не проводилось, выделения стабильных ветвей и оценки их сходимости к одному предку [1].

Расчет деревьев проводился с помощью программного пакета PHYLIP [2], с оптимизацией Neighbour Joining и Fitch-Margoliash и графической обработкой в программе MEGA 5. Времена до общих предков и погрешности рассчитывались в соответствии с опубликованной методикой [3, 4].

Перевод числа мутаций в сериях гаплотипов проводился по 17-маркерным гаплотипам, в формате Y-File, используя константу скорости мутации, равную 0.034 на гаплотип за условное поколение в 25 лет [4].

Гаплогруппа R1a1 (SRY10831.2)

Гаплогруппа R1a1 представлена в настоящей выборке 551 гаплотипом (50,7%), что совпадает в целом со статистикой по соседним славянским народам – русским, украинцам и полякам. Расчет по 545 гаплотипам в формате Y-File, не имеющим пропусков в аллелях, дал в сумме 3143 мутации от следующего базового гаплотипа:

13 25 16 10 11 14 12 12 10 13 11 30 15 14 20 11 11 15 11 23.

Это соответствует 5100±520 годам до общего предка, что в пределах погрешности совпадает с величиной 4550±475 лет назад, полученные тем же методом для 258 17-маркерных гаплотипов русских из выборки [5], с базовым гаплотипом:

13 25 16 11 11 14 12 12 10 13 11 30 15 14 20 11 11 15 11 23.

Разница в одну мутацию (DYS390 10 11) на 17 маркерах соответствует 750 годам между базовыми гаплотипами. Однако более строгое рассмотрение методами ДНК-генеалогии дает одного и того же общего предка для русских и белорусских носителей R1a1. Это предок евразийского субклада R1a1a1b1 (Z283), живший около 5500 лет назад, к которому восходят две основные ветви, найденные у всех

славян, – европейский субклад M458 и центрально-евразийский Z280 [6]. Соотношение этих заметно различающихся линий у русских и белорусов не совпадает (у русских меньше M458), а счет поперек ветвей в разнородных выборках создает впечатление разного возраста.

Более корректно было бы провести анализ белорусской выборки с разделением по ветвям, но в силу невысокого разрешения дерева 20-маркерных гаплотипов такая задача может быть решена лишь частично. На дереве (рис. 2) удастся выделить только 4 ветви из потенциальных 10–12, найденных у восточных славян при анализе протяженных гаплотипов из коммерческих баз данных. Из них заметно выделяется центрально-европейская ветвь субклада M458, что располагается слева вверху и помечена синим. Она насчитывает 131 гаплотип и сходится к базовому гаплотипу: **13 25 16 10 11 14 12 12 11 13 11 29 16 14 20 11 11 17 11 23.**

Он в точности совпадает по имеющимся маркерам с известным в протяженном формате базовым гаплотипом центрально-европейской ветви. Совпадают в пределах погрешности и времена до общего предка – 2625±300 и 2900±400 лет соответственно.

Вторая ветвь субклада M458, западнославянская (вверху справа, помечена малиновым), насчитывает 36 гаплотипов и дает общего предка 2150±320 лет назад. Базовый гаплотип совпадает с базовым гаплотипом западнославянской ветви, известной в большем разрешении [6]: **13 25 17 10 10 14 12 12 10 13 11 30 16 14 20 11 11 16 11 23.**

Однако время до общего предка ветви, рассчитанное для 67-маркерных гаплотипов, оказывается заметно больше – 2700±300 лет назад. Специальное исследование показало, что к занижению значения приводит расчет по меньшему количеству маркеров в сравнении с откалиброванным 67-маркерным стандартом, и носители западнославянской ветви у белорусов никак не выделяются

из состава западнославянской ветви R1a-M458 в Европе.

Абсолютное большинство остальных 384 гаплотипов R1a1 (около 35% от всей выборки) относится к евразийскому субкладу R1a1a1b1a2 (Z280), как можно заключить из анализа около 2000 протяженных гаплотипов славян из коммерческих баз данных [7]. Другие принципиальные субклады – «восточный» R1a1a1b2 (Z93), скандинавский R1a1a1b1a3 (Z284) и северо-западный R1a1a1a (L664) – присутствуют у всех славянских народов на уровне долей процента, и крайне маловероятно, что белорусы составляют исключение.

Субклад Z280 состоит из большого количества ветвей разного «возраста» и численности, что можно выделить при анализе протяженных гаплотипов и SNP. Однако на дереве 20-маркерных гаплотипов, как правило, они перекрываются, так что об отнесении можно судить лишь по косвенным признакам. Например, из статистических данных по протяженным гаплотипам соседних народов. Подобный подход позволил идентифицировать еще 2 ветви. Первая, занимающая на дереве сектор справа внизу (выделенная зеленым), состоит из 128 гаплотипов и сходится к следующему базовому гаплотипу:
13 25 16 11 11 15 12 12 10 13 11 30 15 14 20 11 12 15 11 24.

Он совпадает с соответствующим фрагментом базового гаплотипа северной евразийской ветви (Z92), ее младшей подветви, что представлена в коммерческих базах данных преимущественно русскими, белорусами и литовцами. Время до общего предка 128 белорусов из этого списка также совпадает в пределах погрешности со временем до предка соответствующей ветви 67-маркерных гаплотипов – 2675±300 и 2350±250 лет соответственно. Без сомнения, это одна и та же генеалогическая линия.

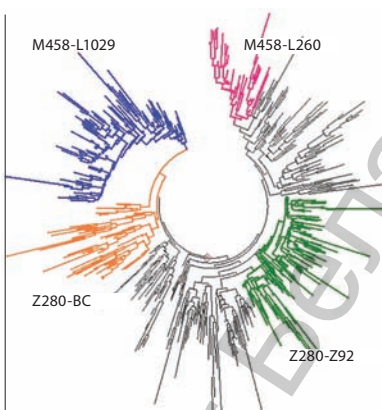
Вторая ветвь, из 88 гаплотипов, располагается на дереве рядом с центрально-европейской (выделена оранжевым) и имеет

следующий базовый гаплотип:
13 25 16 10 11 14 12 12 10 13 11 30 15 14 20 11 11 16 11 23.

Он совпадает с базовым гаплотипом балто-карпатской ветви, на идентичность с которым указывают и времена до общих предков – 3750±450 и около 4300 лет назад соответственно. В коммерческих базах данных эта ветвь характерна для Прибалтики, а также польского Поморья, и ее наличие у белорусов вполне закономерно.

Оставшиеся 168 гаплотипов не удается разделить на стабильные ветви в имеющемся 20-маркерном формате. Все вместе они дают базовый гаплотип, очень близкий к приведенному выше балто-карпатскому:
13 25 16 11 11 14 12 12 10 13 11 30 15 14 20 11 11 16 11 23.

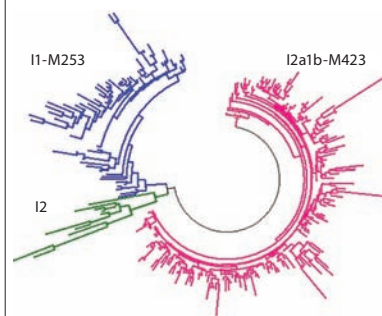
В данном формате он совпадает с базовыми гаплотипами восточной карпатской и западной евразийской ветвей, а также с базовым гаплотипом всего субклада Z280, начавшегося расходиться около 4900 лет назад. Время до общего предка белорусов из данного списка (4200±450 лет) свидетельствует больше в пользу последнего варианта, что также согласуется со статистическими данными по протяженным гаплотипам славян. С базовыми гаплотипами центрально-европейской и западнославянской ветвей субклада M458 этот гаплотип расходится на 5 и 4 мутации соответственно. Это дает 4300 и 3325 лет между ними или, с учетом «возраста» самих ветвей, $(2600 + 4200 + 4300)/2 = 5550$ и $(2150 + 4200 + 3325)/2 = 4800$ лет до общего предка субкладов M458 и Z280. Расчет по 67-маркерным гаплотипам дал для этой точки датировку в 5500±600 лет назад, что то же самое (в пределах погрешности). Тем самым ранее высказанное положение об одном и том же общем предке носителей R1a1 у русских и белорусов можно считать доказанным. Естественно, пять тысяч лет назад он не был ни русским, ни белорусом. Вскоре его род двинется на восток, заселит территории современ-



ных Беларуси и России, а также сопряженных территорий, и его потомки станут в итоге современными белорусами и русскими гаплогруппы R1a1 [6].

Гаплогруппа I (M170)

Сводная гаплогруппа I занимает у белорусов второе место после R1a1, охватывая 24% всей выборки. Дерево имеет довольно простую структуру и распадается на две однородные ветви с относительно недавними общими предками, а также небольшую (< 1% от выборки) группу гаплотипов из других ветвей I2 (рис. 3).



Выборка гаплогруппы I1 у белорусов сходится к общему предку, жившему 3700±450 лет назад, и к базовому гаплотипу:
13 23 14 10 14 14 11 14 11 12 11 28 15 16 20 10 10 14 10 22.

Это совпадает с данными по всей гаплогруппе при расчете по протяженным гаплотипам. В 20-маркерном формате ветвь не удается разрешить на дочерние, а потому в данном приближении белорусские I1 можно считать неотличимыми от остальных, ко-

Рис. 2. Дерево 551 гаплотипа гаплогруппы R1a1. Цветом выделены ветви, соответствующие ранее определенным ветвям субклада R1a1a1b1 (Z283) [6]. По часовой стрелке, начиная сверху, это западнославянская (M458, L260, 36 гаплотипов), северная евразийская (Z280, Z92, 128 гаплотипов), балто-карпатская (Z280, SNP пока не определен, 88 гаплотипов) и центрально-европейская (M458, L1029, 131 гаплотип) ветви

Рис. 3. Дерево 262 гаплотипов гаплогруппы I. Цветом выделены гаплогруппа I1 (M253, 61 гаплотип, синий), «динарская» ветвь I2a1b (M423, 194 гаплотипа, малиновый), и ветви I2, отличные от «динарской» (10 гаплотипов, зеленый)

Рис. 4.
Дерево 109 гаплотипов гаплогруппы N1c1

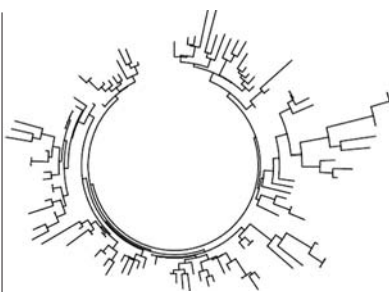
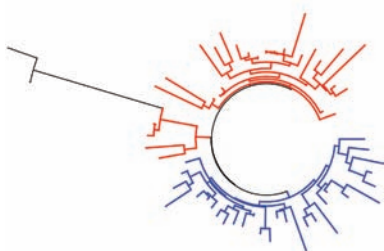


Рис. 5.
Дерево 58 гаплотипов гаплогруппы R1b1a2.

В верхней части (выделено красным) находится ветвь, предположительно относящаяся к «восточному» субкладу R1b1a2a1 (L150), в нижней (синий) – гаплотипы из западноевропейского субклада R1b1a2a1a (L51)



которые распределены в основном в северной части Европы.

Еще более однородной является ветвь I2a1b (ранее известная как I2a2), представленная 194 гаплотипами. Базовый гаплотип ветви:

13 24 16 11 14 15 11 15 13 13 11 31 17 15 20 10 10 15 10 23.

Он совпадает с базовым гаплотипом «динарской» ветви, повсеместно встречающейся у славян и достигающей пика распространенности в Боснии и Герцогине. Однако время до общего предка, рассчитанное по белорусской выборке, оказалось заметно больше того, что дают расчеты по протяженным гаплотипам – 3200 ± 350 и 2200 ± 250 лет соответственно. Для выяснения причины расхождения был вновь проведен модельный расчет эталонной выборки 67-маркерных гаплотипов I2a1b по той же методике, что для западнославянской ветви. Как и ожидалось, счет по 17-маркерной панели дал завышенный результат, в точности совпавший с цифрами для белорусов. Причина этого та же, что уже обсуждалась выше. Следовательно, общий предок всех носителей «динарской» ветви I2a1b, вне зависимости от региона, один и тот же, с временем жизни 2200 ± 250 лет назад.

Разрозненные гаплотипы, предположительно из субклада

I2a2 (ранее известного как I2b1), не образуют отдельных ветвей и могут на сегодняшний день рассматриваться как незначительная примесь в общей массе.

Гаплогруппа N1c1 (Tat)

Подобно ветвям гаплогруппы I, белорусская выборка из 109 гаплотипов N1c1 дает довольно однородное дерево, в котором сложно выделить дочерние подветви (рис. 4). Ее базовый гаплотип:

14 23 15 11 11 13 11 12 10 14 14 30 17 14 19 11 11 14 10 21.

Это южно-балтийская ветвь (N1c1a1a-L550 в текущей нотации ISOGG), которая в полном 67-маркерном формате имеет следующий базовый гаплотип (отмечены совпадающие аллели):

14 23 14 11 11 13 11 12 10 14 14 30 – 17 9 9 11 12 25 14 19 28 14 14 15 15 – 11 11 18 20 14 15 17 19 36 36 13 10 – 11 8 15 17 8 8 10 8 11 10 12 21 22 14 10 12 12 17 7 13 20 21 16 12 11 10 11 11 12 11 (южно-балтийский базовый гаплотип).

Время жизни общего предка белорусов – 3825 ± 400 лет назад, что, однако, примерно на 1000 лет раньше, чем дал расчет по 67-маркерным гаплотипам. Модельный расчет с выборкой южно-балтийской ветви дал тот же результат, что и для 67-маркерных гаплотипов – около 2700 лет назад. В численном отношении доля гаплогруппы N1c1 среди белорусов составляет 10%, что заметно меньше, чем среди этнических русских (14%) [5, 8], но больше, если принимать во внимание только ее южно-балтийскую ветвь (40–50% от N1c1 у русских, то есть 6–7%).

Гаплогруппа R1b1a2 (M269)

К самой распространенной в Западной Европе гаплогруппе R1b1a2 относится 58 гаплотипов из белорусской выборки (5,3%), что практически совпадает со статистикой у русских (4,8%) [5, 8]. Дерево распадается на две ветви, по 29 гаплотипов каждая. Первая сходится к общему пред-

ку, жившему 3725 ± 520 лет назад. Ее базовый гаплотип:

12 24 14 11 11 14 12 12 12 13 13 29 16 15 19 11 11 15 12 23.

Вторая ветвь имеет практически тот же «возраст» – 3825 ± 520 лет, но ее базовый гаплотип отличается на 5 мутаций:

13 23 14 10 11 14 12 12 13 13 29 17 15 19 11 11 16 12 23.

Первый базовый гаплотип совпадает с соответствующим фрагментом 67-маркерного базового гаплотипа ветви R1b1a2a1 (L150+, L51-) с предком, жившим около 6000 лет назад. Она крайне редко встречается в Западной Европе, но характерна для ряда народов Северного Кавказа и Закавказья (армяне, грузины, ассирийцы, осетины, дагестанцы), Восточной Европы (башкиры, татары, чехи, греки) и Центральной Азии (туркмены, казахи, уйгуры), а также евреев ашкенази. Второй базовый гаплотип – это один из вариантов европейских ветвей субклада R1b1a2a1a (L51+), которых в текущей классификации ISOGG насчитывается 155. Разница в 5 мутаций между «западным» и «восточным» базовыми гаплотипами соответствует 4300 годам между ними и их общему предку, жившему $(3725 + 3825 + 4300)/2 \approx 5900$ лет назад, что в пределах погрешности совпадает со временем жизни предка родительского субклада R1b1a2a1 (L150). Относительно недавнее время жизни предка «восточной» ветви у белорусов, возможно, говорит о том, что среди них преобладают представители какой-либо из дочерних ветвей этого субклада, пока недостаточно изученного в сравнении с западно-европейскими ветвями.

Гаплогруппа E1b1b1 (M35.1)

Процент носителей гаплогруппы E1b1b1 у белорусов относительно невелик (4%), примерно на том же уровне, что у других европейских народов, не относящихся к средиземноморскому ареалу. Базовый гаплотип – **13 24 13 10 16 18 11 12 12 13 11 30 15 14 20 9 11 16 10 21** – совпадает с базовым гаплотипом

ветви E1b1b1a1b (V13), наиболее представленной в Европе, но, в отличие от 3600 лет до общего предка, что дает расчет протяженных гаплотипов V13, белорусская выборка показывает предка 5750 ± 700 лет назад. Счет по 17-маркерным фрагментам эталонной выборки V13 дал 4250 ± 450 лет до общего предка. Очевидная причина расхождения та же, что в разобранном выше случае с гаплогруппой N1c1, то есть наложение нескольких далеко отстоящих ветвей. Недостаточное разрешение не позволяет провести надежное разделение по ветвям, что приводит к «завышению» времени до общего предка за счет гаплотипов, не относящихся к субкладу E1b1b1a1b.

Гаплогруппа J (P209)

К гаплогруппе J в выборке относятся 33 гаплотипа (3% от всех). Выделяется ветвь из 13 гаплотипов с предком, жившим 3100 ± 600 лет назад, и базовым гаплотипом: **12 24 15 10 13 17 11 15 12 12 11 28 16 16 19 11 10 13 9 21.**

Он всего на одну мутацию (выделена) отличается от базового гаплотипа ветви J2b2a (L283), имеющей «возраст» 4000 ± 450 лет и рассеянной с низкой частотой по всей Европе, но почти не встречающейся на Ближнем Востоке. Очевидно, 13 белорусов относятся к той же самой довольно редкой европейской ветви гаплогруппы J2.

Следы еще одной редкой генеалогической линии обнаруживаются среди носителей гаплогруппы J1, которые образуют довольно компактную ветвь с базовым гаплотипом:

13 24 14 10 13 19 11 13 12 13 11 29 19.2 14 21 11 11 15 10 21.

Общий предок попадает на время 3000 ± 650 лет назад, а базовый гаплотип этой малочисленной ветви на 5 мутаций (выделены) отстоит от базового гаплотипа ветви J1* (DYS388=13), имеющей «возраст» около 5000 лет и характерной для народов Северного Кавказа. Для последней ветви недавно был определен SNP Z1842, еще не индексируемый в ISOGG. Разница

в 5 мутаций в данном формате соответствует 4300 годам между гаплотипами, и общий предок белорусской и северокавказской выборок датируется временем $(3000 + 5000 + 4300)/2 = 6150$ лет назад. Следовательно, носители гаплогруппы J1 в выборке из Беларуси представляют ветвь, родственную или дочернюю «кавказскому» субкладу. Вопреки ставшему штампом определению гаплогруппы J1 как семитской, рано отделившаяся ветвь Z1842 практически не имеет в своем составе ни арабов, ни евреев, а потому крайне маловероятно, что рассматриваемые 8 гаплотипов – след евреев ашкенази, составлявших до Первой мировой войны до 20% населения Беларуси. У нее другое происхождение, пока неизвестное.

Остальные гаплотипы, что относятся, по-видимому, к разным ветвям субклада J2a, группируются по 2–3, не образуя выраженных ветвей. Их детальный анализ не проводился ввиду малости выборки и низкого разрешения.

Гаплогруппы C3, G1, G2a, N, Q, R1b1a1, R2, T

На долю всех остальных гаплогрупп приходится 32 гаплотипа, или 3% от всей выборки. Из них 15 относится к гаплогруппе G2a. Их базовый гаплотип можно записать так:

14 22 15 10 14 15 11 12 11 12 11 29 17 16 21 11 11 15 10 21.

Он совпадает с базовым гаплотипом родительской ветви субклада G2a1c2a (P303, ранее известного как G2a3b), характерного для Северного Кавказа, но рассеянного с низкой частотой по всей Европе и, судя по находкам ископаемой ДНК, представлявшего одну из основных генеалогических линий Европы эпохи неолита [9]. Время до общего предка белорусских гаплотипов (7200 ± 1100 лет) совпадает в пределах погрешности с оценкой для субклада P303 (около 6300 лет назад). Очевидно, если не все, то значительная часть носителей этой гаплогруппы в Беларуси относится к субкладу G2a1c2a.

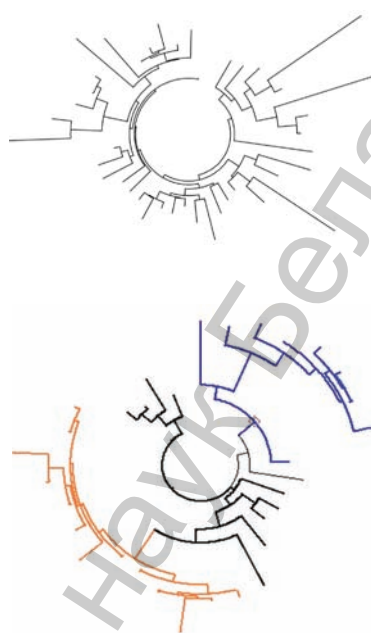


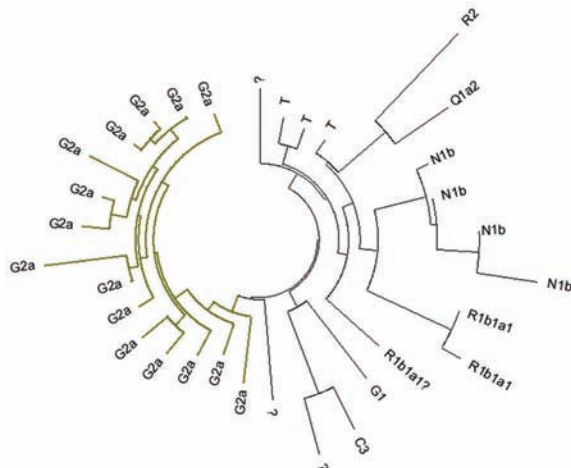
Рис. 6. Дерево 41 гаплотипа гаплогруппы E1b1b1

Рис. 7. Дерево 33 гаплотипов гаплогруппы J.

Справа сверху находится не имеющая пока индекса ветвь гаплогруппа J1 (Z1842) (8 гаплотипов, синяя); слева внизу – ветвь J2b2a (L283) (13 гаплотипов, оранжевая)

Единичные гаплотипы из других ветвей собраны в правой части дерева. Их отнесение делалось с помощью поиска близких гаплотипов в коммерческих базах данных и программы Whit Athey. Из них как минимум 9 гаплотипов можно отнести к линиям центрально- и восточноазиатского происхождения. Это гаплогруппы C3 (M217), G1 (M342), N1b (P43, N1c2b в текущей нотации), Q1a2 (M25) и R1b1a1 (M73). Их крайне мало, на уровне долей процента, как и у русских. Да и те, что есть, возможно, достались частично от литовских татар, переселение которых из Крыма в Великое княжество Литовское в XV в. хорошо документировано. Татары

Рис. 8. Дерево 32 гаплотипов из минорных гаплогрупп



Этнос Зона	Белорусы					Русские	Поляки	Хорваты	Литовцы
	A	B	C	D	Всего				
N	122	178	351	435	1086	545	825	1100	256
R1a-Z280	18,9	20,2	14,2	13,6	15,5	21,5	21,1	22,0	13,6
R1a-CE	13,1	9,6	12,3	12,6	12,1	6,0	9,4	...	5,0
R1a-NEA2	9,8	11,8	13,4	11,0	11,8	10,8	1,7	...	7,2
R1a-BC	3,3	6,7	8,5	9,7	8,1	6,4	5,7	...	7,9
R1a-WS	1,6	4,5	4,0	2,8	3,3	3,2	17,2	...	1,4
I2a1b	17,2	7,9	16,5	23,2	17,9	11,7	6,4	37,8	3,5
N1c1	7,4	14,6	11,7	7,8	10,1	14,3	5,8	0,4	46,5
I1	9,8	6,7	3,7	5,5	5,6	9,5	7,5	5,5	5,5
R1b1a2	8,2	8,4	4,8	3,7	5,3	4,8	12,6	7,9	3,9
E1b1b1	2,5	2,8	4,3	4,1	3,8	2,9	2,7	10,7	0,8
J2	4,1	1,1	2,6	2,1	2,3	2,9	3,6	6,2	1,6
G2a	0,8	1,7	0,6	2,1	1,4	1,8	1,3	2,7	1,2
J1	0,8	0,6	0,9	0,7	0,7	0,9	0,2	1,1	0,0
I2a2	0,0	0,6	1,4	0,2	0,6	0,2	2,2	1,5	1,2
Прочие	2,5	2,8	1,1	0,9	1,5	2,9	2,4	4,2	0,8

Обозначения ветвей R1a: CE – центрально-европейская, WS – западнославянская, NEA2 – северная евразийская (Z280+, Z92+), подветвь с предком 2350±250 лет назад, BC – балто-карпатская, Z280 – остальные ветви субклада, неразличимые в 20-маркерном формате. Данные по распределению гаплогрупп у русских, хорватов и литовцев взяты из [5, 10, 11] соответственно. Статистика по полякам получена с польского проекта FTDNA. Распределение гаплогрупп R1a1 по ветвям было получено путем анализа базы данных IRAKAZ [7], содержащей на настоящий момент 3126 гаплогрупп R1a1 длиной 67 маркеров и более. Ввиду отсутствия статистически значимых данных по хорватам в таблице для них указан суммарный процент носителей R1a1.

Таблица 1. Распределение основных гаплогрупп и ветвей у славян и литовцев (%)

рано утеряли свой язык, перейдя на старобелорусский, а часть их крестилась, слившись тем самым с белорусами.

Проведенный анализ показал, что у белорусов представлены те же Y-хромосомные линии, что и у русских, с теми же общими древними предками. Следовательно, оба восточнославянских народа близки по своему происхождению, поскольку восходят к одним и тем же группам древних этносов. Различия касаются в основном процентного соотношения этих линий, а также географического распределения для некоторых из них. Следует понимать, что хотя выявленные в генетической структуре этнических белорусов и русских гаплогруппы сводятся во времени к общим древним предкам (с приведенными базовыми гаплогруппами), однако это не означает, что данные предки проживали (и проживали ли?) на территориях, занимаемых современными этносами. Вопрос, какие конкретно из потомков древних генеалогических линий в конце концов осели на той или иной территории, более сложный. Анализ географического распределения Y-хромосомных линий более четко иллюстрирует данную проблему.

Статистически значимые результаты такого анализа можно получить из табл. 1, где собраны данные по славянским народам, а также ближайшим соседям белорусов – литовцам.

Важная особенность исследованного массива этнических белорусов состоит в том, что образцы ДНК были собраны преимущественно в сельскохозяйственных районах. Города-райцентры, как правило, аккумулируют местное население, которое, несмотря на многочисленные войны, оставалось стабильным и в историческое время не испытывало внешних миграций. При сравнительно равномерном представлении историко-этнографических регионов (рис. 1) это дает основания полагать, что географическое распределение генеалогических линий белорусов может дать дополнительную информацию об их этногенезе.

Поскольку распределение некоторых генеалогических линий на территории Беларуси имеет явно выраженный градиент (I2a1b, R1a-Z280, табл. 1), использование при анализе усредненных значений будет заведомо некорректным. По этой

причине и с учетом выявляемых особенностей пула гаплогрупп данные по местам сбора образцов были разделены на 3 зоны: В – северо-западная территория, непосредственно примыкающая к Литве; С – центр Беларуси и часть Поозерья; D – Полесье и южная часть Поднепровья. В дополнение к ним 3 самых западных места сбора – Волковыск, Кобрин и Береза (часть Западного Полесья и южная часть Понеманья) – были выделены в зону А, поскольку для их отнесения к зонам В, С или D нет фактических оснований.

В распределении ветвей по зонам хорошо видно особое положение зоны В, граничащей с Литвой. Там заметно снижен процент носителей ветви I2a1b (8% против 18% в среднем по Беларуси) и повышено представительство N1c1 (15 и 10% соответственно). По мере удаления от Литвы (С и D) процент носителей N1c1 закономерно снижается, а I2a1b – растет. Если сравнить эти данные со статистикой по литовцам (4% I2a1b и 47% N1c1), то очевидно, что такую тенденцию можно объяснить вкладом древних балтских этносов в этногенез белорусов. Дополнительным аргументом в пользу такого отнесения служит то, что в коммерческих базах данных носители гаплогруппы N1c1 как у литовцев, так и у белорусов представлены исключительно южно-балтийской ветвью (L550+), в то время как у русских, в состав которых входят потомки ассимилированных финно-угорских народов, эта ветвь составляет не более 40–50% от всех носителей N1c1. Эти данные также позволяют предположить, что вклад финно-угорских народов Русской равнины в этногенез белорусов был минимальным, если не отсутствовал вообще.

Ветви гаплогруппы R1a1 не показывают статистически значимых корреляций с географией – они распределены по территории Беларуси достаточно равномерно. Несколько особое положение занимает северная евразийская ветвь (Z92) – одна из основных

генеалогических линий белорусов, русских и литовцев, но редко встречающаяся у западных и южных славян. В зоне А, граничащей с Польшей, можно также отметить более высокую долю носителей гаплогрупп I1 и R1b1a2 – 10 и 8% против 6 и 5% в среднем по Беларуси соответственно. Остальные генеалогические линии, что сообщая охватывают 10% белорусов, слишком малочисленны, чтобы делать подобные оценки.

Белорусы занимают «стратегически» важный регион между балтами на севере и украинцами на юге, между поляками и русскими на западе и востоке соответственно и к северу от Карпат, по которым в древности проходили многочисленные миграции славянских племен. С точки зрения взаимодействия и взаимовлияния этносов интересным представляется анализ распределения генеалогических линий на прилегающих к соседним этносам территориях (табл. 1).

Такой анализ показывает, что между белорусами из зоны А и поляками выявляются значительные отличия в северно-евразийской и западно-славянской ветвях гаплогруппы R1a, а также между гаплогруппами R1b1a2 и I2a1b (та же тенденция и при сравнении с зоной В). Существенная разница имеется между белорусами из зоны В и соседними литовцами (R1a-Z280, R1a-CE, R1a-NEA2, R1a-WS). При сравнении территорий, соседствующих с Россией (зоны С и D), обращает на себя внимание разница в гаплогруппе R1a (R1a-Z280, R1a-CE, R1a-BC), а также между гаплогруппами I2a1b и I1.

Таким образом, выявляемые с соседними этносами различия могут свидетельствовать о том, что, несмотря на происхождение от общих древних предков (наличие общих древних генеалогических линий), историческое развитие

современного белорусского этноса имело свои особенности, присутствующие только данной территории.

Совместный анализ датировок и распределения генеалогических линий у белорусов и соседних народов дает возможность очертить несколько волн заселения, которые внесли свой вклад в этногенез современных белорусов. Самые ранние датировки прослеживаются примерно с 4300 лет назад, когда начался рост балто-карпатской ветви R1a1, а также родительских ветвей западной и центральной евразийской ветвей того же субклада Z280. К той же волне, скорее всего, относится и большинство носителей гаплогруппы I1 у белорусов и русских. Эту волну можно условно назвать автохтонной, поскольку генеалогические линии тех, кто ранее жил на этой территории, пресеклись, и их Y-хромосомные гаплогруппы нам неизвестны.

Следующая по счету волна связана с ростом южно-балтийской ветви N1c1, начавшимся 2700±300 лет назад. В настоящее время пик распространения

этой ветви приходится на Литву и Латвию, но это необязательно означает, что ее предок жил именно там. Гаплогруппа N1c1 имеет азиатское происхождение, а потому не менее вероятно, что ее южно-балтийская ветвь сформировалась где-то восточнее и на берега Балтийского моря ее носители пришли несколько позже. Поскольку пути и датировки миграции соответствующих этносов пока неизвестны, эту волну затруднительно соотносить с какой-либо из современных ей археологических культур.

Наконец, третья ключевая датировка попадает на середину – конец 1-го тысячелетия до н.э. Она соответствует быстрому росту «динарской» ветви I2a1b (2200±250 лет назад), северной евразийской ветви R1a1 (2350±250 лет назад), а также нескольких дочерних ветвей субклада Z280, что не выделяются на дереве 20-маркерных гаплотипов (рис. 2), но были охарактеризованы по протяженным гаплотипам [6]. Судя по географическому распределению этих линий, их рост шел из разных центров. Скорее, это были встречные миграции с юга или юго-запада (I2a1b и часть ветвей Z280) и со стороны Балтики (северная евразийская ветвь R1a1). Очень возможно, что последняя зародилась в Беларуси. Не совсем ясна картина с субкладом M458, ветви которого начали выделяться раньше (3000–2700 лет назад),

но, судя по пику в Чехии и Польше, а затем спаду их численности в восточном направлении, носители этого заметно отстоящего от Z280 субклада могли появиться на территории Беларуси позже. Возможно, с той же волной расселения, что и упоминавшиеся выше ветви.

Представители этих генеалогических линий составляют сейчас основу всех без исключения славянских народов – как



современных, так и подвергшихся ассимиляции и влившимся в состав немцев, венгров, румын, греков, турок. Есть все основания связать эту цепь демографических событий с миграциями славян и распространением славянских языков. Как видно из анализа датировок и географии, сомнительно, чтобы все эти родственные, но все же разные народы попадали под одну и ту же археологическую культуру. Этим, видимо, и объясняются безуспешные попытки привязать прародину славян к какому-то конкретному месту и дате. Их формирование было растянуто во времени и пространстве, как можно судить по сумме доказательств. Детали этого процесса еще предстоит высчитать, но несомненно, что территория Беларуси играла в нем одну из ключевых ролей.

Таким образом, проведенные исследования показали, что основными родами-гаплогруппами белорусов являются R1a1 (51% от всех рассмотренных гаплотипов, общий предок жил около 5500 лет назад), I2 (18%, общий предок жил 2200±250 лет), I1 (6%, общий предок жил 3700±450 лет назад), N1c1 (10%, общий предок жил 2700±400 лет назад). Роды-гаплогруппы распределены по территории Беларуси неравномерно.

У этнических белорусов представлены те же самые Y-хромосомные линии, что и у русских, с теми же общими древними предками. Следовательно, оба восточнославянских народа близки по своему происхождению, поскольку восходят к одним и тем же группам древних этносов.

Вместе с тем в этногенезе белорусов явно выделяется вклад древних балтских этносов: носители гаплогруппы N1c1 у белорусов представлены исключительно южно-балтийской ветвью (L550+).

Вклад финно-угорских народов Русской равнины в этногенез белорусов был минимальным, если не отсутствовал вообще, что отличает этносы белорусов и русских: у русских, в состав которых входят потомки ассимилированных финно-угорских

народов, южно-балтийская ветвь составляет не более 40–50% от всех носителей N1c1.

Наличие минорных гаплогрупп центрально- и восточноазиатского происхождения указывает на некоторую степень ассимиляции в генофонде белорусов генофонда «литовских» (крымских) татар. В то же время анализ не выявил в генофонде белорусов линий, найденных у евреев ашкенази. Таким образом, белорусский и еврейский этносы, несмотря на длительное сосуществование, с генетической точки зрения не взаимодействовали.

Выявляемые с соседними этносами различия могут свидетельствовать о том, что, несмотря на происхождение от общих древних предков (наличие общих древних генеалогических линий), историческое развитие современного белорусского этноса имело свои особенности, присущие только данной территории.

В целом Беларусь составляет единую славянскую зону со славянами Восточной Европы по данным ДНК-генеалогии с точки зрения истории миграций и времен жизни общих предков ДНК-генеалогических линий.

Авторы выражают искреннюю признательность кандидату химических наук А.С. Золотареву за помощь в подготовке материала и обсуждении статьи. ■

Статья поступила в редакцию 03.12.2012 г.

Игорь Рожанский,

Академия ДНК-генеалогии, Цукуба, Япония, кандидат химических наук

Иосиф Цыбовский,

первый замдиректора Центра судебных экспертиз и криминалистики Министерства юстиции Республики Беларусь, кандидат биологических наук

Анна Богачёва,

судебный эксперт Центра судебных экспертиз и криминалистики Министерства юстиции Республики Беларусь

Светлана Котова,

начальник управления молекулярно-биологических исследований Центра судебных экспертиз и криминалистики Министерства юстиции Республики Беларусь, кандидат химических наук

Татьяна Забавская,

научный сотрудник Центра судебных экспертиз и криминалистики Министерства юстиции Республики Беларусь

Наталья Шахнюк,

судебный эксперт Центра судебных экспертиз и криминалистики Министерства юстиции Республики Беларусь

Анатолий Клесов,

Академия ДНК-генеалогии, Бостон, США, доктор химических наук, профессор

Summary

A series of 1086 Y-chromosomal 20-marker haplotypes from Belarus was analyzed in terms of DNA genealogy. It was found that these haplotypes belong to Eastern Slavic (R1a1), North-West Slavic (I1), South Slavic (I2), and South Baltic (N1c1) tribes, and detailed analysis of history of the tribes was presented.

Литература

- Rozhanskii I. Evaluation of the convergence of sets in STR phylogeny and analysis of the haplogroup R1a1 tree // Proc. Russian Academy of DNA Genealogy, ISSN 1942-7484. Vol. 2, No 8, 2010. P. 1316–1324.
- Felsenstein J. PHYLIP (Phylogeny Inference Package) version 3.6. Department of Genome Sciences, University of Washington, Seattle, 2004.
- Klyosov A.A. DNA Genealogy, mutation rates, and some historical evidences written in Y-chromosome. I. Basic principles and the method // J. Genetic Genealogy. Vol. 5, 2009. P. 186–216.
- Rozhanskii I.L., Klyosov A.A. Mutation Rate Constants in DNA Genealogy (Y Chromosome) // Advances in Anthropology. Vol. 1. No 2, 2011. P. 26–34.
- Roewer L., Willuweit S., Krüger C., et al. Analysis of Y chromosome STR haplotypes in the European part of Russia reveals high diversities but non-significant genetic distances between populations // Int. J. Legal Med. Vol. 122, 2008. P. 219–223.
- Rozhanskii I.L., Klyosov A.A. Haplogroup R1a, its subclades and branches in Europe during the last 9000 years. Adv. Anthropol. Vol. 2, No. 3, 2012. P. 139–156.
- Rozhanskii I., Klyosov A., Zolotarev A. IRAKAZ R1a database // Proceedings of the Academy of DNA Genealogy, ISSN 1942-7483. Vol. 5. N 5, 2012. P. 553–559.
- Клесов А.А. Биологическая химия как основа ДНК-генеалогии и зарождение «молекулярной истории» // Биохимия (Москва). Т. 76, № 5, 2011. P. 636–653.
- Lacan M., Keyser C., Ricaut F.-X., Bruccato, N., et al. Ancient DNA suggests the leading role played by men in the Neolithic dissemination // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. Vol. 108, 2011. P. 18255–18259.
- Mrsic G., Grskovic B., Vrdoljak A. et al. Croatian national reference Y-STR haplotype database // Mol. Biol. Rep. Vol. 39, 2012. P. 7727–7741.
- Lappalainen T., Laitinen V., Salmela E., Andersen P., Huoponen K., Savontaus M.L., Lahermo P. Migration Waves to the Baltic Sea Region // Ann. Hum. Genetics. Vol. 72, 2008. P. 337–348.

Экспертная система для диагностики анемий

Экспертная система по выявлению пациентов с риском возникновения различных видов анемий предполагает его расчет на различных этапах лабораторного обследования. В любом случае необходимо начинать с общего анализа крови (гемограммы) с использованием гематологического анализатора. В ходе реализации данного многопараметрового анализа может быть получено достаточно информации для постановки диагноза, либо, что более вероятно, станет ясно, что необходимо для дальнейшего обследования больного.

Вначале следует оценить вероятность возникновения наиболее часто встречающихся анемий, связанных со следующими видами патологии: анемии вследствие нарушения гемоглобинообразования (железодефицитные, железорезистентные, В₁₂ и фолиеводефицитные); гемолитические анемии (микросфероцитарные); гемоглобинопатии (талассемии).

Высокая частота встречаемости патологий, связанных с нарушением гемоглобинообразования, а также распространенность сочетания нарушений обмена железа и фолиевой кислоты при хроническом течении заболевания делают наиболее актуальным выявление этих состояний уже на этапе оценки гемограммы. Для этого предлагаем использовать экспертную систему, построенную на оценке вероятной принадлежности результатов общего анализа крови к этим патологическим состояниям. При этом определяются морфофункциональные характеристики циркулирующего пула эритронов. Оценка должна производиться как для результа-

тов анализа с манифестированными признаками анемии, так и для латентных ее форм. В первом случае используются следующие параметры: гемоглобин (HGB, g/l); количество эритроцитов (RBC, $\times 10^{12}/л$); гематокрит (HCT); среднее содержание гемоглобина в эритроците (MCH, pg); средний объем эритроцита (MCV, fl). Во втором: среднее содержание гемоглобина в эритроците (MCH, pg); средний объем эритроцита (MCV, fl); средняя концентрация гемоглобина в эритроците (MCHC, g/dl); показатель вариации эритроцитов по объему (RDW-CV, %).

Для каждого из этих показателей строится функция принадлежности (M) к определенному виду патологии, где значения, полностью соответствующие определенному виду патологии, оцениваются как 1, полностью соответствующие норме и не встречающиеся в данной патологии – как 0, все промежуточные, в зависимости от степени выраженности, оцениваются значениями в диапазоне от 1 до 0.

Функция принадлежности показателей эритронов к нарушению эритропоэза, связанному с дефицитом железа и/или патологией его обмена

Гемоглобин (HGB)

В качестве нормального интервала определена зона для мужчин 135–170 g/l, для женщин – 125–150 g/l (соответствие патологии 0). При содержании количества гемоглобина менее 135 g/l у первых и менее 125 g/l у вторых появляется степень принадлежности к патологии, которая достигает 1 при значениях гемоглобина 75 g/l и менее.



Александр Прокопович, заведующий клинико-диагностической лабораторией Республиканского научно-практического центра радиационной медицины и экологии человека



Эльдар Надиров, замдиректора по научной работе Республиканского научно-практического центра радиационной медицины и экологии человека, кандидат медицинских наук, доцент



Дмитрий Прокопович, врач-гигиенист 23-го санитарно-эпидемиологического центра Вооруженных Сил Республики Беларусь

В интервалах от 135 до 75 g/l у мужчин и от 125 до 75 g/l у женщин принадлежность к патологии оценивается по формуле:

$$\text{для мужчин} \\ m_{\text{HGB}} = \frac{135 - X_{\text{пациента}}}{135 - 75},$$

$$\text{для женщин} \\ m_{\text{HGB}} = \frac{125 - X_{\text{пациента}}}{125 - 75},$$

где $X_{\text{пациента}}$ – результат пробы пациента.

Эритроциты (RBC)

В качестве нормального интервала определена зона 4,5–5,5 $\times 10^{12}/л$ для мужчин, для женщин – 3,9–5 $\times 10^{12}/л$ (соответствие патологии 0). При уменьшении содержания количества эритроцитов менее 4,5 $\times 10^{12}/л$ у первых и 3,9 $\times 10^{12}/л$ у вторых появляется степень принадлежности к патологии, которая достигает 1 при значениях эритроцитов у мужчин 4 $\times 10^{12}/л$ и менее, у женщин 3,5 $\times 10^{12}/л$ и менее. В интервалах от 4,5 $\times 10^{12}/л$ до 4 $\times 10^{12}/л$ у мужчин и от 3,9 $\times 10^{12}/л$ до 3,5 $\times 10^{12}/л$ у женщин принадлежность к патологии оценивается по формуле:

$$\text{для мужчин} \\ m_{\text{RBC}} = \frac{4,5 - X_{\text{пациента}}}{4,5 - 4},$$

$$\text{для женщин} \\ m_{\text{RBC}} = \frac{3,9 - X_{\text{пациента}}}{3,9 - 3,5},$$

где $X_{\text{пациента}}$ – результат пробы пациента.

Гематокрит (HCT)

В качестве нормального интервала определена зона для мужчин 0,40–0,52, для женщин – 0,36–0,48 (соответствие патологии 0). При уменьшении гематокрита менее 0,4 у первых и 0,36 у вторых появляется степень принадлежности к патологии, которая достигает 1 при значениях 0,3 и менее. В интервалах от 0,4 до 0,3 у мужчин и от 0,36 до 0,3 у женщин принадлежность к патологии оценивается по формуле:

$$\text{для мужчин} \\ m_{\text{HCT}} = \frac{0,4 - X_{\text{пациента}}}{0,4 - 0,3},$$

$$\text{для женщин} \\ m_{\text{HCT}} = \frac{0,36 - X_{\text{пациента}}}{0,36 - 0,3},$$

где $X_{\text{пациента}}$ – результат пробы пациента.

Среднее содержание гемоглобина в эритроците (MCH)

Считается нормой зона 27–34 pg (соответствие патологии 0). При MCH менее 27 pg появляется степень принадлежности к патологии, которая достигает 1 при значениях MCH 18,5 pg и менее. В интервале от 27 pg до 18,5 pg принадлежность к патологии оценивается по формуле:

$$m_{\text{MCH}} = \frac{27 - X_{\text{пациента}}}{27 - 18,5},$$

где $X_{\text{пациента}}$ – результат пробы пациента.

Средний объем эритроцита (MCV)

В качестве нормального интервала определена зона 80–95 fl (соответствие патологии 0). При уменьшении MCV менее 80 fl появляется степень принадлежности к патологии, которая достигает 1 при значениях MCV 64 fl и менее. В интервале от 80 до 64 fl принадлежность к патологии оценивается по формуле:

$$m_{\text{MCV}} = \frac{80 - X_{\text{пациента}}}{80 - 64},$$

где $X_{\text{пациента}}$ – результат пробы пациента.

Общий показатель многокритериальной оценки гемограммы на принадлежность результатов анализа к состояниям, связанным с дефицитом железа и/или патологией его обмена, складывается из суммы значений пяти вышеуказанных показателей, где каждый показатель имеет равную степень значимости. Общий критерий соответствия $M_{\text{микро}}$ максимально при патологии равен 1, в норме – 0 и рассчитывается по формуле:

$$M_{\text{микро}} = m_{\text{HGB}}/5 + m_{\text{RBC}}/5 + m_{\text{HCT}}/5 + m_{\text{MCH}}/5 + m_{\text{MCV}}/5,$$

где $M_{\text{микро}}$ – общий критерий соответствия; m_{HGB} , m_{RBC} , m_{HCT} , m_{MCH} , m_{MCV} – критерии соответствия отдельных показателей; 5 – количество учитываемых в равной степени значимости показателей.

Функция принадлежности показателей эритрона к нарушению эритропоэза, связанному с дефицитом витамина В₁₂ и фолиевой кислоты (макроцитарные анемии) Гемоглобин (HGB)

В качестве нормального интервала определена зона для мужчин 135–170 g/l, для женщин – 125–150 g/l (соответствие патологии 0). При уменьшении содержания количества гемоглобина менее 135 g/l у мужчин и менее 125 g/l у женщин появляется степень принадлежности к патологии, которая достигает 1 при значениях гемоглобина 51 g/l и менее. В интервалах от 135 до 51 g/l у мужчин и от 125 до 51 g/l у женщин принадлежность к патологии оценивается по формуле:

$$\text{для мужчин} \\ m_{\text{HGB}} = \frac{135 - X_{\text{пациента}}}{135 - 51},$$

$$\text{для женщин} \\ m_{\text{HGB}} = \frac{125 - X_{\text{пациента}}}{125 - 51},$$

где $X_{\text{пациента}}$ – результат пробы пациента.

Эритроциты (RBC)

В качестве нормального интервала определена зона 4,5–5,5×10¹²/л для мужчин, для женщин – 3,9–5×10¹²/л (соответствие патологии 0). При уменьшении содержания количества эритроцитов менее 4,5×10¹²/л у мужчин и 3,9×10¹²/л у женщин появляется степень принадлежности к патологии, которая достигает 1 при значениях количества эритроцитов 1,4×10¹²/л и менее. В интервалах от 4,5×10¹²/л до 1,4×10¹²/л у мужчин и от 3,9×10¹²/л до 1,4×10¹²/л у женщин принадлежность к патологии оценивается по формуле:

$$\text{для мужчин} \\ m_{\text{RBC}} = \frac{4,5 - X_{\text{пациента}}}{4,5 - 1,4},$$

для женщин

$$m_{\text{RBC}} = \frac{3,9 - X_{\text{пациента}}}{3,9 - 1,4},$$

где $X_{\text{пациента}}$ – результат пробы пациента.

Гематокрит (HCT)

В качестве нормального интервала определена зона для мужчин 0,4–0,52, для женщин – 0,36–0,48 (соответствие патологии 0). При показателе гематокрита менее 0,4 у мужчин и 0,36 у женщин появляется степень принадлежности к патологии, которая достигает 1 при значениях гематокрита 0,18 и менее; в интервалах от 0,4 до 0,18 у мужчин и от 0,36 до 0,18 у женщин принадлежность к патологии оценивается по формуле:

$$\text{для мужчин} \\ m_{\text{HCT}} = \frac{0,4 - X_{\text{пациента}}}{0,4 - 0,18},$$

$$\text{для женщин} \\ m_{\text{HCT}} = \frac{0,36 - X_{\text{пациента}}}{0,36 - 0,18},$$

где $X_{\text{пациента}}$ – результат пробы пациента.

Среднее содержание гемоглобина в эритроците (MCH)

В качестве нормального интервала определена зона 27–34 pg (соответствие патологии 0). При увеличении MCH выше 34 pg появляется степень принадлежности к патологии, которая достигает 1 при значениях MCH 36,4 pg и более; в интервале от 34 до 36,4 pg принадлежность к патологии оценивается по формуле:

$$m_{\text{MCH}} = \frac{X_{\text{пациента}} - 34}{36,4 - 34},$$

где $X_{\text{пациента}}$ – результат пробы пациента.

Средний объем эритроцита (MCV)

В качестве нормального интервала определена зона 80–95 fl (соответствие патологии 0). При показателе MCV более 95 fl появляется степень принадлежности к патологии, которая достигает

1 при значениях MCV 129 fl и более. В интервале от 95 до 129 fl принадлежность к патологии оценивается по формуле:

$$m_{MCV} = \frac{X_{\text{пациента}} - 95}{129 - 95},$$

где $X_{\text{пациента}}$ - результат пробы пациента.

Общий показатель многокритериальной оценки гемограммы на принадлежность результатов анализа к состояниям, связанным с дефицитом витамина B₁₂ и фолиевой кислоты, складывается из суммы значений пяти вышеуказанных показателей, где каждый имеет равную степень значимости. Общий критерий соответствия $M_{\text{макро}}$ максимально при патологии равен 1, в норме - 0 и рассчитывается по формуле:

$$M_{\text{макро}} = m_{\text{HGB}}/5 + m_{\text{RBC}}/5 + m_{\text{HCT}}/5 + m_{\text{MCH}}/5 + m_{\text{MCV}}/5,$$

где $M_{\text{макро}}$ - общий критерий соответствия; m_{HGB} , m_{RBC} , m_{HCT} , m_{MCH} , m_{MCV} - критерии соответствия отдельных показателей; 5 - количество учитываемых в равной степени значимости показателей.

Функция принадлежности показателей эритрона к латентным нарушениям эритропоза, связанным с дефицитом железа и/или патологией его обмена (микроцитарные анемии)

Построение функции патологии для MCH и MCV - такое же, как и при манифестированной микроцитарной анемии.

Средняя концентрация гемоглобина в эритроците (МСНС)

В качестве нормального интервала определена зона 32-36 g/dl (соответствие патологии 0). При показателе МСНС ниже 32 g/dl появляется степень принадлежности к патологии, которая достигает 1 при значениях МСНС 28 g/dl. В интервале от 32 до 28 g/dl принадлежность к патологии оценивается по формуле:

$$m_{\text{МСНС}} = \frac{32 - X_{\text{пациента}}}{32 - 28},$$

где $X_{\text{пациента}}$ - результат пробы пациента.

Показатель вариации эритроцитов по объему (RDW-CV)

В качестве нормальной вариации принята вариация, не превышающая 12-14% (соответствие патологии 0). При вариации 14% и более появляется степень принадлежности к патологии, которая достигает 1 при значениях RDW-CV 16% и более. В интервале от 14 до 16% применяется формула:

$$m_{\text{RDW-CV}} = \frac{X_{\text{пациента}} - 14}{16 - 14},$$

где $X_{\text{пациента}}$ - результат пробы пациента.

Общий показатель многокритериальной оценки гемограммы на принадлежность результатов анализа к состояниям латентного нарушения эритропоза, связанного с дефицитом железа и/или патологией его обмена, складывается из суммы значений четырех вышеуказанных показателей, каждый из которых весьма значим. Общий критерий соответствия $M_{\text{микро}}$ при патологии равен 1, в норме - 0 и рассчитывается так:

$$M_{\text{микро}} = m_{\text{MCH}}/4 + m_{\text{MCV}}/4 + m_{\text{МСНС}}/4 + m_{\text{RDW-CV}}/4, \text{ где } M_{\text{микро}} - \text{общий критерий соответствия; } m_{\text{MCH}}, m_{\text{MCV}}, m_{\text{МСНС}}, m_{\text{RDW-CV}} - \text{критерии соответствия отдельных показателей; } 4 - \text{ количество учитываемых в равной степени значимости показателей.}$$

Функция принадлежности показателей эритрона к латентным нарушениям эритропоза, связанным с дефицитом витамина B₁₂ и фолиевой кислоты (макроцитарные анемии)

Построение функции патологии для MCH и MCV - такое же, как и при манифестированной макроцитарной анемии.

Средняя концентрация гемоглобина в эритроците (МСНС)

В качестве нормального интервала определена зона 32-36 g/dl (соответствие патологии 0). При показателе МСНС выше 36 g/dl появляется степень принадлежности к патологии, которая достигает 1 при значениях МСНС 38 g/dl. В интервале от 36

до 38 g/dl принадлежность к патологии оценивается по формуле:

$$m_{\text{МСНС}} = \frac{X_{\text{пациента}} - 36}{38 - 36},$$

где $X_{\text{пациента}}$ - результат пробы пациента.

Показатель вариации эритроцитов по объему (RDW-CV)

В качестве нормальной вариации принята вариация, не превышающая 12-14% (патология = 0). При вариации 14% и более появляется степень принадлежности к патологии, которая достигает 1 при значениях RDW-CV 16% и более. В интервале 14-16% используем формулу:

$$m_{\text{RDW-CV}} = \frac{X_{\text{пациента}} - 14}{16 - 14},$$

где $X_{\text{пациента}}$ - результат пробы пациента.

Общий показатель многокритериальной оценки гемограммы на принадлежность результатов анализа к состояниям латентного нарушения эритропоза, связанного с дефицитом витамина B₁₂ и фолиевой кислоты, складывается из суммы значений четырех вышеуказанных равнозначных показателей. Общий критерий соответствия $M_{\text{микро}}$ максимально при патологии равен 1, в норме - 0 и рассчитывается по формуле:

$$M_{\text{микро}} = m_{\text{MCH}}/4 + m_{\text{MCV}}/4 + m_{\text{МСНС}}/4 + m_{\text{RDW-CV}}/4, \text{ где } M_{\text{микро}} - \text{общий критерий соответствия; } m_{\text{MCH}}, m_{\text{MCV}}, m_{\text{МСНС}}, m_{\text{RDW-CV}} - \text{критерии соответствия отдельных показателей; } 4 - \text{ количество учитываемых в равной степени значимости показателей.}$$

Таким образом, предлагаемый математический способ многокритериальной оценки результатов исследования крови позволяет количественно охарактеризовать их принадлежность к различным видам анемий. Эта оценка может быть проведена при смешанных формах патологии (микро- и макроцитарные анемии) и дает возможность количественно охарактеризовать вероятность наличия латентных форм анемии. ■

ЛЕЧЕНИЕ ОБСТРУКТИВНЫХ ФОРМ

ОСТРОГО БРОНХИТА у детей раннего возраста

УДК: 616.233-002-036.11-053.2-07-08

Острый обструктивный бронхит – одна из наиболее частых причин госпитализации детей раннего возраста. В отделениях острых респираторных инфекций Городской детской инфекционной клинической больницы г. Минска такие пациенты составляют около 20%. Синдром острой бронхиальной обструкции может развиваться на фоне бронхита, бронхиолита и редко – при пневмонии. Обструкция связана с рядом механизмов – со спазмом мышечного слоя бронха, с отеком слизистой оболочки, гиперсекрецией слизи, – выраженность которых у разных больных может быть различной. При локализации инфекции в бронхиолах и мелких бронхах (бронхиолит), где мышечный слой представлен мало, преобладает гиперсекреция и воспалительный отек при малой выраженности бронхоспазма.

Бронхиальная обструкция как защитная реакция доста-

точно эффективна и объясняет, например, почему при гриппозном бронхите, при котором обструктивный синдром бывает редко, пневмонией – более частое осложнение, чем при других ОРВИ (не более 1%), к тому же у детей раннего возраста пневмонии реже осложняют течение бронхитов, чем у взрослых (4%) [1, 2]. Однако, как и любой другой защитный механизм, при чрезмерном проявлении бронхиальная обструкция может приводить к нарушениям состояния больного, что не отличает ее от других болезней адаптации. Термины «острый обструктивный бронхит» и «бронхиолит» используются в основном у детей первых 4 лет жизни. У них большинство обструктивных форм бронхитов возникает на фоне РС-вирусной и парагриппозной инфекции 3-го типа, остальные вирусы вызывают не более 20% случаев обструктивных бронхитов. У старших детей обструк-

ция на фоне бронхита может возникать при микоплазменной и хламидийной инфекции. В Международной классификации болезней X пересмотра (МКБ X) острый обструктивный бронхит и острый бронхиолит рассматриваются под единым шифром J21 (острый бронхиолит), причем в зарубежной литературе используется преимущественно термин «бронхиолит», а в русскоязычной – «обструктивный бронхит». Тем не менее между этими заболеваниями есть разница в этиопатогенезе, клинике, тяжести состояния, вариантах исхода, что должно определять и различия в терапии. В настоящее время лечение острого синдрома бронхиальной обструкции практически унифицировано, определяется главным образом его тяжестью и мало зависит от этиологии, поэтому и приступы бронхиальной астмы, и обструктивные формы острых бронхитов лечатся однотипно. Возможно, подобная тактика оправдана как стартовая терапия до уточнения диагноза, к тому же внедрение современных протоколов с использованием преимущественно ингаляционной терапии и современных методов доставки лекарственных средств (небулайзеры, спейсеры) позволило значительно уменьшить лекарственную нагрузку на больных, свести до минимума инфузионную терапию, сократить сроки и



Татьяна Самаль,
доцент 1-й кафедры
детских болезней
Белорусского
государственного
медицинского
университета,
кандидат
медицинских наук



Фото Натальи ГУСАКОВОЙ

Татьяна Маскаленко,
врач-педиатр
Городской детской
инфекционной
клинической
больницы,
г. Минск



стоимость лечения. Однако новые данные, полученные согласно принципам доказательной терапии, требуют различного подхода к лечению острой бронхиальной обструкции в зависимости от ее причины. Более 95% случаев острых бронхитов у детей, включая обструктивные формы, вызываются респираторными вирусами, поэтому в связи с отсутствием эффективных этиотропных средств такие больные лечатся симптоматически. Дети с выраженной обструкцией, дыхательной недостаточностью и при неэффективности терапии, которую проводят согласно алгоритму (табл.), требуют госпитализации. С другой стороны, учитывая защитный механизм острой бронхиальной обструкции, небольшая обструкция, не влияющая на самочувствие и проявляющаяся только на фоне активности ребенка, в терапии не нуждается.

Синдром бронхиальной обструкции у детей грудного возраста возникает на 2–3-й день ОРВИ и протекает обычно в легком или среднетяжелом варианте. Эпизод обструктивного бронхита отличается от приступа астмы не только возникновением во время ОРВИ с повышенной температурой (ОРВИ – частая причина обострения астмы), но в основном постепенным развитием обструкции в течение нескольких дней. Эти признаки

не абсолютны, при последующем наблюдении может оказаться, что это был дебют астмы, особенно у ребенка с atopическим дерматитом и/или отягощенной наследственностью по atopии. Тяжелое течение обструкции связано обычно с развитием бронхиолита или выраженной гиперреактивностью бронхов, например, у детей с бронхиальной астмой, перенесших неонатальные пневмопатии, бронхолегочную дисплазию, при пассивном курении и т.д. При повторных эпизодах обструктивного бронхита обструкция развивается нередко уже в первый день болезни. Характерными признаками обструктивного синдрома являются: экспираторная одышка, удлинение выдоха, экспираторные, чаще свистящие, хрипы, слышимые на расстоянии, коробочный перкуторный звук над всей поверхностью легких. Однако при тяжелой обструкции свистящие хрипы могут отсутствовать из-за ослабления работы дыхательных мышц, и дальнейшего учащения дыхания не происходит. Признаками тяжелой обструкции, требующей неотложных мер, являются также учащение дыхания до 70 в 1 минуту и выше, резко выраженное беспокойство ребенка, заметное втяжение межреберий и особенно яремной ямки, а в крайних случаях – парадоксальное движение передней брюшной

стенки с западением мечевидного отростка грудины, центральный цианоз (у маленьких детей – цианоз языка), а также снижение парциального давления кислорода (pO_2) и повышение углекислого газа (pCO_2). Для бронхиолита характерны также рассеянные крепитирующие хрипы, которые редко выслушиваются при обструктивном бронхите.

Для лечения острого бронхита, в том числе его обструктивных форм, предлагается огромное количество симптоматических и патогенетических препаратов. Эффективность и безопасность большинства из них в условиях контролируемых исследований не доказана, тем не менее их агрессивная реклама в медицинских изданиях и средствах массовой информации приводят к полипрагмазии и излишним расходам на лечение. При тяжелой обструкции, дыхательной недостаточности проводится кислородотерапия. Физиотерапевтические электропроцедуры при бронхитах не показали эффективности, их применение лишь затягивает лечение. Массаж, постуральный дренаж, напротив, имеют прекрасный эффект, особенно при обструктивном бронхите.

Согласно протоколу, для бронхолитической терапии на первых этапах лечения бронхиальной обструкции рекомендованы ингаляционные адrenomиме-

тики и эуфиллин внутрь, однако предпочтение должно отдаваться адреномиметикам, поскольку эуфиллин менее эффективен и в 50% случаев вызывает побочные эффекты.

Сложным вопросом является определение объема инфузии. Острые воспалительные заболевания легких сопровождаются повышением синтеза антидиуретического гормона и задержкой жидкости в организме, которая локализуется в легких, обеспечивая воспалительный отек в данном случае бронхов, и является одним из компонентов обструкции. Поэтому внутривенные инфузии проводят только при наличии признаков обезвоживания. При их отсутствии суточная потребность в жидкости уменьшается до 50%, из которых при необходимости, например, инфузии эуфиллина, парентерально вводится не более 1/3 объема [3, 4]. Об эффективности лечебных мероприятий судят по снижению частоты дыханий на 15 и более в 1 минуту, уменьшению втяжений податливых мест грудной клетки (при тяжелой обструкции в первую очередь – мечевидного отростка, затем –

яремной ямки и межреберий) и интенсивности экспираторных шумов. В дальнейшем нормализуется температура. Купирование явлений обструктивного бронхита происходит к 5–7-му дню, однако шумное дыхание при беспокойстве может сохраняться до 10–14 дней. При бронхиолите разрешение процесса более медленное (7–10 дней). Отсутствие эффекта от проводимой по протоколу терапии, обеспечивающей выраженное бронхолитическое и противоотечное действие, указывает на механическую закупорку бронхов (например, воспалительным детритом) инородным телом или на пороки развития бронхов и требует пересмотра тактики ведения больного.

Детям с признаками гиперреактивности бронхов и повторными эпизодами обструктивного бронхита оправданно сочетанное назначение спазмолитиков и ингаляционных ГКС, уже как стартовая терапия. Дополнительно при обструктивном бронхите могут назначаться:

■ **Муколитики** преимущественно прямого действия (АЦЦ) – при вязкой трудноотделяемой мокроте совместно с

массажем и адекватной гидратацией. Назначение АЦЦ проводится под наблюдением врача, поскольку недостаток жидкости может привести к парадоксальному эффекту – сгущению мокроты, а гипергидратация – к избытку мокроты; и то, и другое может усилить бронхиальную обструкцию. Муколитический эффект амброксола наступает не ранее 5 суток, что ограничивает его применение при острых ситуациях.

■ **Фузафунгин** (Биопарокс) – при сочетании с фарингитом, для снижения уровня бактериальной обсемененности носоглотки;

■ **Фенсперид** (Эреспал) – как противовоспалительное средство;

■ **Ингаляционные глюкокортикостероиды** (ГКС) – при длительно сохраняющемся кашле у детей с трахеобронхитом;

■ **Паливизумаб** (Синаджиз) – моноклональные антитела против РС-вируса используются при РС-вирусном бронхиолите у детей группы риска (глубоко недоношенные, дети с БЛД), его применяют и профилактически. Однако, учитывая высокую стоимость препарата, широкого применения он не нашел.

Наиболее сложная проблема – лечение острого бронхиолита. Поскольку в основе заболевания лежит не бронхоспазм и отек, а механическая закупорка бронхиол эпителиальными клетками и компонентами клеточной пролиферации, использование классических препаратов для лечения бронхиальной обструкции (бронхолитиков и ГКС) неэффективно. Многочисленные рандомизированные контролируемые исследования показали, что бронхолитики (сальбутамол, ипратропий), а также ингаляции адреналина, глюкокортикостероиды – как системные (преднизолон, дексаметазон), так и ингаляционные (будесонид) – не влияют на тяжесть симптомов, их продолжительность и прогноз бронхиолита. Более того, в некоторых исследованиях выявлено ухудшение клинических и функциональных параметров при использовании β_2 -адреномиметиков. Показано

Таблица.
Алгоритм лечения синдрома острой бронхиальной обструкции



также, что применение ГКС способствует персистенции РС-вирусов в эпителии дыхательных путей и повышает риск рецидивов обструкции и бронхиальной астмы. Поэтому в настоящее время относительно этих препаратов существуют следующие рекомендации. Первое: при бронхолите не должно быть рутинного использования бронхолитиков. При отсутствии клинического улучшения на фоне назначения β_2 -адреномиметиков их дальнейшее использование должно быть прекращено. Второе: системные и ингаляционные ГКС не должны рекомендоваться для лечения острого бронхолита, за исключением детей, имеющих тяжелую форму болезни и/или признаки гиперреактивности дыхательных путей (повторная обструкция, бронхиальная астма, пневмопатии и ИВЛ в период новорожденности в анамнезе и т.д.). В Австралии ГКС никогда не использовались для лечения бронхолита независимо от его тяжести.

Основу лечения острого бронхолита составляют симптоматические мероприятия:

- минимальное вмешательство и мониторинг с помощью пульсоксиметрии насыщения крови кислородом;
- достаточная оксигенация (включая СРАР и ИВЛ), адекватная гидратация. Поэтому программа инфузионной терапии предполагает возмещение патологических потерь при ограничении физпотребности на 20-50%, санацию верхних дыхательных путей, обеспечение носового дыхания, в том числе с использованием интраназальных деконгестантов.

Острый бронхолит, таким образом, является самолимитирующимся заболеванием с медленным спонтанным улучшением, для которого характерна выраженная полипрагмазия.

В настоящее время предполагаются альтернативные методы лечения острого бронхолита у детей, например ингаляции 3%-го и 5%-го раствора NaCl три раза в день, которые оказались

эффективными при лечении нетяжелого бронхолита на амбулаторном этапе. На этапе стационарного лечения эта терапия позволила сократить сроки госпитализации с $3,5 \pm 2,9$ дня до $2,6 \pm 1,9$ дня, какие-либо побочные эффекты такой терапии не были выявлены. В настоящее время исследуется комбинированная терапия бронхолита ингаляциями гипертонического раствора и бронхолитиков (вентолин, адrenaлин). Так, в работе Khalid Al-Ansari [4] назначение эпинефрина совместно с растворами NaCl различной концентрации – 0,9%, 3% и 5% – каждые 4 часа при тяжелом бронхолите у детей первого полугодия жизни показало большую эффективность концентрированных растворов соли, сроки госпитализации составили соответственно $4,2 \pm 1,11$, $4,0 \pm 1,22$ и $3,69 \pm 1,09$ дня, побочных реакций также не было. Проведено много исследований по использованию противорС-вирусного препарата рибавирина у детей с РС-вирусным бронхолитом. Однако его эффективность не доказана. Препарат обладает токсичностью, потенциальной мутагенностью и высокой стоимостью, и поэтому в большинстве стран он не рекомендован к применению.

Учитывая практически исключительно вирусную этиологию бронхолита у детей грудного возраста, антибактериальная терапия не показана. Бактериальные осложнения в виде острого среднего отита развиваются у 0-7% больных с тяжелым течением РС-вирусного бронхолита, и в 5-12% РС-отрицательных случаев. Другие бактериальные осложнения острого бронхолита встречаются еще реже.

Длительное (более 2 недели) сохранение дыхательных расстройств, диффузных крепитирующих хрипов в легких, прогрессирующее нарастание дыхательной недостаточности на фоне стойкой фебрильной температуры либо волнообразное течение симптомов может указывать на трансформацию острого бронхолита в облитерирующий

бронхиолит, этиология которого обычно связана с аденовирусной инфекцией (3, 7 и 21-го типов). При подозрении на развитие облитерирующего бронхиолита к лечению дополнительно к бронхолитикам добавляются:

- антибиотики широкого спектра действия (цефтриаксон), поскольку наличие бактериальной микрофлоры в очагах формирующегося фиброза может привести к прогрессированию деструктивных изменений в бронхах, вплоть до развития бронхоэктатической болезни, однако на течение самого облитерирующего бронхолита антибиотики не влияют и рекомендуются не всеми авторами;

- системные ГКС внутрь 1 мг/кг по преднизолону в течение 3-6 месяцев с целью подавления воспаления и замедления фиброобразования в легких;

- на ранних этапах целесообразно использование гепарина по 100-200 ЕД/кг/сут;

- O_2 -терапия по показаниям, включая СРАР или ИВЛ;

- по показаниям при появлении признаков легочной гипертензии, ингибиторы АПФ, силденафил и др.;

- минимум внутривенных инфузий (не более 15-20 мл/кг/сут).

Мы провели анализ 89 историй болезней детей, лечившихся в четырех отделениях острых респираторных инфекций ГДИКБ с диагнозом «ОРИ, ринофарингит, обструктивный бронхит». Указаний на осложненное течение ОРИ, сопутствующие заболевания не было, группы больных в отделениях были достаточно однородны. Средний возраст детей составил 9,6 месяца. Большинство (80%) поступило в первую неделю болезни (в первые 3 дня – 36 детей (40%); на 4-7-й день – такое же их количество). 40% (36 детей) получали антибактериальную терапию на амбулаторном этапе. Из них в 90% случаев (32 больных) назначались лактамные антибиотики: амоксициллин – 13 человек (40,6%), амоксициллин/клавуланат – 14 человек (44%), цефуроксим – 5 человек (15,6%).

Макролидные антибиотики назначались в 4 (10%) случаях антибактериальной терапии.

Диагностика синдрома бронхиальной обструкции не всегда была корректной: из 89 историй болезни не было указаний на проводимую перкуссию в 29 случаях, участие вспомогательной мускулатуры – в 65 случаях. У 10 больных диагноз обструктивного бронхита был не обоснован: не было экспираторной одышки у 9 больных, а у 2 одышка была инспираторной, что характерно для обструкции верхних дыхательных путей. У 10 больных из 89 была описана классическая клиника острого бронхита с диффузными крепитирующими хрипами и выраженной дыхательной недостаточностью. Клинический диагноз у этой группы больных также был «острый обструктивный бронхит». Это не противоречит МКБ X, однако целесообразно различать эти виды патологии.

Подходы к лечению детей с острым обструктивным бронхитом в клинике существенно отличались в разных отделениях. Антибактериальную терапию получал 91% детей в двух отделениях, 71% – в третьем и 43% – в четвертом. В целом 74% (66 человек) детей с данной патологией получили антибактериальную терапию, средний курс составил 4,9 дня. Поскольку острый обструктивный бронхит имеет преимущественно вирусную этиологию, а сопутствующая инфекционная патология у обследованных детей отсутствовала, антибактериальная терапия была чрезмерной и зависела от индивидуальных подходов врачей, что с точки зрения доказательной медицины не допустимо. При тщательном анализе историй болезни мы учитывали хотя бы один симптом, который мог быть даже формально расценен как признак бактериальной инфекции: лихорадка выше 38° С более 3 дней, длительность кашля более 2 недель, односторонний характер хрипов в легких, повышение хотя бы одного

из показателей общего анализа крови (лейкоцитоз, нейтрофилез, повышение палочкоядерных нейтрофилов, СОЭ). Тем не менее даже по этим сомнительным критериям у 40 больных (67%) антибактериальная терапия была не обоснована. Как говорил микробиолог Л.С. Страчунский, «полностью избежать безосновательного назначения антибиотиков не удастся, поскольку оно обусловлено как трудностями диагностики, так и вполне понятным желанием врача перестраховаться». Однако достаточно давно разработаны показания к антибактериальной терапии, и использование этих жизненно необходимых, невосполняемых средств в качестве «страхового полиса» недопустимо. Положительным следует считать то, что основной группой антибиотиков были макролиды – 53–80% в зависимости от отделения, из них кларитромицин – у 43 (80%), учитывая, что единственными бактериальными патогенами, вызывающими СБО, являются атипичные микроорганизмы (микоплазмы, хламидии).

Все дети получали небулайзерную терапию беродуалом, которая продолжалась все время их нахождения в стационаре, причем у всех первоначально выполнялись

3 ингаляции в течение часа, что свидетельствует о рутинном подходе к бронхолитической терапии.

Что касается терапии глюкокортикостероидами, то здесь отмечались существенные различия в отделениях. Так, если в отделении с минимальным назначением антибактериальной терапии лечение глюкокортикоидами, в том числе ингаляционными, не проводилось никому, то в других отделениях около 50% детей ингалировалось фликсотидом, системные гормоны (дексаметазон) использовались у 8 пациентов в виде однократной инъекции в приемном покое. Из других назначений в отделениях иногда использовались кислородотерапия, ингаляции физиологического раствора. Амброксол в двух отделениях получали все дети, два других отделения использовали его в единичных случаях.

Таким образом, проведенный анализ диагностики и лечения обструктивных форм острого бронхита показывает важность административного ресурса, постоянного образования врачей для уменьшения влияния субъективного фактора, для повышения эффективности и снижения стоимости лечения. ■

Статья поступила в редакцию 15.08.2012 г.

Литература

1. Бронхиты у детей: пособие для врачей // Под ред. Таточенко В.К. – М., 2004.
2. Зосимов А.Н. Детская пульмонология. Принципы терапии. – М., 2008.
3. Кузнецова А.А., Наточин Ю.В. Физиологический анализ гиперосмолярности плазмы крови при пневмонии // Тер. архив. 2002. №12. С. 56–60.
4. Khalid Al-Ansari, Mahmud Sakran, Bruce L. Davidson, Hella Mahjoub, Khalid Ibrahim. Nebulized 5% or 3% Hypertonic or 0,9% Saline for Treating Acute Bronchiolitis in Infants. The Journal of Pediatrics, 2010, vol. 157 №4, 630–634.

Summary

Recently all over the world the quantity of children of early age with acute bronchitis complicated by obstructive syndrome is increased. In a genesis of bronchial obstruction the mucosa edema, inflammatory infiltration, hypersecretion have major importance. The mechanism of a bronchospasm is expressed less. The methods differentiated therapy of acute obstructive bronchitis are not well-developed. Based on scientific publications, treatment with β_2 -agonists is not always successful. The use of nebulized epinephrine is also controversial. Corticosteroids are also used on some countries, but the treatment effects are not vivid. The question of synergistic interaction between 3% hypertonic saline and β_2 -agonists is worth considering.

Лучшие диссертации года

В январе 2013 г. Высшая аттестационная комиссия Республики Беларусь провела очередной конкурс на лучшую диссертацию года. В №2 журнала мы познакомили читателей с работами — лауреатами конкурса, авторы которых получили в 2012 г. ученую степень доктора наук. Сегодня представляем пять кандидатских диссертаций, отмеченных дипломами ВАК.

Ирина БЕЛЬСКАЯ, начальник главного правового управления Высшего хозяйственного суда Республики Беларусь
«Посредничество (примирение) в хозяйственном процессе: актуальные проблемы и тенденции развития»

В диссертационном исследовании сделаны выводы о возможности включения посредничества (медиации), признаваемого внесудебным способом разрешения спора, в хозяйственный процесс (соответствие целям и задачам хозяйственного судопроизводства, корреляция основных принципов); о преимуществах, связанных с использованием его судом (гарантия законности заключаемого сторонами соглашения, оперативность его исполнения и наличие принудительного порядка, бесплатность процедуры для сторон); об отнесении содержания примирительной процедуры к медиации (основаны на общих целях и принципах, единстве правового статуса и функций примирителя и медиатора; едином порядке проведения); о возможности использования примирительной процедуры.

Дано ее определение как совокупности процессуальных норм, регулирующих действия Хозяйственного суда и направленных на достижение примирения сторон и прекращение производства по делу. Выделена структура примирительной процедуры, состоящая из трех подстадий: подготовительной (включая назначение примирителя) и заключительной (завершая утверждением соглашения о примирении), которые проводятся судьей, а также основной подстадии (непосредственно медиации), проводимой примирителем.

Автором сделаны комплексные предложения по разрешению правовых проблем, возникающих при включении посредничества в хозяйственный процесс, а также по совершенствованию правового регулирования примирительной процедуры и повышению ее качества.

Разработаны меры, стимулирующие стороны к использованию посредничества, обоснованы и дополнены принципы примирительной процедуры.

Автором выработаны основные положения проекта Закона Республики Беларусь «О медиации», а также дополнений в Хозяйственный процессуальный кодекс Республики Беларусь, связанных с указанным законом, в частности дефиниции медиации, определение сферы действия закона, принципов медиации, квалификационных требований к медиатору, его правового положения, порядка выбора сторонами кандидатуры, порядка и сроков проведения процедуры и др.

Результаты диссертационного исследования могут быть использованы в нормотворческой деятельности. ■

Андрей ТОРКАНЕВСКИЙ, старший преподаватель Белорусского государственного университета
«Рим в системе принципата и становление христианской общины Рима (I – середина II в. н.э.)»

Автором раскрыта специфика социальной среды становления христианской общины в Риме в условиях раннего принципата, выявлено негативное отношение христиан к основным положениям его идеологии. В ходе исследования сделано доказательство даты появления первых христиан в Риме (40-е гг. I в.) и определения состава (преобладание выходцев из восточных провинций над римлянами, значительное количество вольноотпущенников и рабов, женщин) и организационной структуры христианской общины на первоначальном этапе (несколько общин без централизованной структуры).

Выявлены причины обвинения императором Нероном христиан в поджоге Рима (первая для принципата угроза массового бунта бесправных римских граждан, использование императором враждебности низшего слоя римских граждан к образу жизни и ценностям христиан).

Дана характеристика периода 70–90-х гг. I в. как переходного от христианской общины к церковной организации римских христиан и выявлены факторы, способствовавшие возвышению римской церкви в христианстве (развал иерусалимской христианской общины, острота проблемы отношений христиан

с языческим окружением и властями в главном городе империи в условиях кризиса скорых эсхатологических ожиданий, массовость и героический ореол римских мучеников). Период первой половины II в. определен как завершающий в формировании христианской церкви Рима (с первым в христианстве обоснованием в ней сотериологической роли церкви).

Результаты исследования могут быть использованы для дальнейших научных разработок в области всеобщей истории, истории древнего Рима, раннего христианства, а также при создании учебных курсов в данной области. ■

Юлия БОКШИЦ, младший научный сотрудник Белорусского государственного университета

«Формирование биметаллических наночастиц металлов подгруппы меди в водных растворах и оксидных пленках»

В рамках исследования выполнена разработка методов получения биметаллических частиц Ag–Cu и Ag–Au типа «ядро-оболочка» и в виде частиц золото-серебряного сплава со средним размером 10–15 нм в растворе за счет химического восстановления наночастиц AgI–CuI, при контактом восстановлении серебра на наночастицах меди и при взаимодействии зольей индивидуальных металлов, а также в оксидной матрице-носителе (SiO₂, GeO₂, Al₂O₃) при термическом воздействии на воздухе.

Предложен метод электрохимического исследования поверхности биметаллических наночастиц Ag–Au, основанный на использовании реакции подпотенциального электроосаждения адатомов свинца и показавший наличие низкотемпературной интердиффузии, приводящей к образованию наночастиц золото-серебряного сплава в смешанных золях указанных металлов.

Автором выявлен эффект формирования серебряных кластеров и их стабилизации в оксидном носителе

при термообработке биметаллических наночастиц Ag–Au в пленке GeO₂ и установлены возможности сенсibilизации с их участием люминесценции ионов европия в оксидной матрице.

Полученные данные позволили предложить новые пленочные покрытия-конвертеры УФ-излучения в излучение видимого диапазона и в совокупности внесли существенный вклад в химию металлических наночастиц и металл-оксидных композитов на их основе. ■

Юлия ЛАБЫЧ, ассистент кафедры математического анализа Гомельского государственного университета им. Ф. Скорины

«Аппроксимационные свойства рациональных операторов Паде»

В ходе научной работы найдена асимптотика поведения строк таблицы Паде и точных порядков наилучших равномерных рациональных приближений функций Маркова. Доказаны асимптотические равенства для равномерных уклонений – перио-

дических функций с регулярно убывающими коэффициентами Фурье от строчных и параболических последовательностей элементов из таблиц Паде и Чебышёва. Получены асимптотические равенства для наилучших равномерных рациональных приближений

непрерывных на отрезке функций, представимых рядами по многочленам Чебышёва.

Результаты исследования вносят важный вклад в конструктивную теорию функций. ■

Надежда АНТОНОВА, начальник отдела Национального института образования Министерства образования

«Методыка ўзаемазвязанага навучання аўдзіраванню і чытанню ў працэсе выкладання беларускай мовы (I – IV класы школ з рускай мовай навучання)»

У гэтай працы зроблена тэарэтычнае абгрунтаванне дыдактычных функцый аўдзіравання/чытання як аб'екта вывучэння ў I – II класах (прадметныя ўменні і навыкі сістэмы навучання мове) і сродку навучання маўленчай дзейнасці ў III – IV класах (агульнавучэбныя маўленча-камунікатывыя ўменні і навыкі сістэмы развіцця маўлення вучняў). Аўтарам вызначаны комплекс ідэнтычных для аўдзіравання і чытання ўменняў, якія забяспечваюць разуменне вуснага і пісьмовага тэксту на беларускай мове, іх сістэматызацыю ў адпаведнасці з працэсам асэнсаванага ўспрымання маўленчага паведамлення (уменні прагназавання зместу тэксту, ідэнтыфікацыі яго моўных рэсурсаў, разумення зместу і ўсведам-

лення сэнсу тэксту, яго крытычнага асэнсавання).

Распрацавана і ўкаранёна методыка ўзаемазвязанага навучання аўдзіраванню і чытанню вучняў I – IV класаў, якая рэалізуецца ў інварыянтных для слыхавога і зрокавага ўспрымання тэксту кампанентах (маўленчы трэнінг, перадмаўленчыя практыкаванні па падрыхтоўцы да ўспрымання вуснага і пісьмовага тэксту, мэтавыя ўстаноўкі перад успрыманням, успрыманне тэксту і актуалізацыя зместу ў час успрымання, суразмоўніцтва па змесце, узнаўленне тэксту) і прадугледжвае паэтапную выпрацоўку артыкуляцыйна-слыхавых навыкаў аўдзіравання і фанетыка-артыкуляцыйных навыкаў чытання ва ўзаемасувязі згодна з улікам функцый, уласцівых

названым відам маўленчай дзейнасці: 1 – навучанне аўдзіраванню як аб'екту вывучэння, прапедэўтычнае навучанне чытанню; 2 – навучанне чытанню як аб'екту вывучэння і аўдзіраванню як сродку навучання маўленчай дзейнасці; 3 – удасканаленне аўдзіравання і чытання як сродкаў навучання маўленчай дзейнасці.

У ходзе даследавання было створана метадычнае забеспячэнне працэсу ўзаемазвязанага навучання аўдзіраванню і чытанню (адукацыйны стандарт, вучэбная праграма, праграма факультатывых заняткаў, падручнікі, вучэбныя і вучэбна-метадычныя дапаможнікі, электронны вучэбны дапаможнік па беларускай мове). ■

Подготовила Ирина АТРОШКО



ИНСТИТУТ
БИООРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ
НАН БЕЛАРУСИ

220141, г. Минск,
ул. Академика В.Ф. Купревича, д. 5, корп. 2
<http://iboch.bas-net.by>
E-mail: info@iboch.bas-net.by



Институт биоорганической химии Национальной академии наук Беларуси



Медицинская диагностика

- Иммуноаналитические и ПЦР-наборы для диагностики и мониторинга заболеваний человека
- Получение препаративных количеств рекомбинантных белков
- Качественный и количественный анализ препаратов, содержащих белки и пептиды
- Наборы для выделения ДНК и РНК собственного производства
- Ферменты для молекулярной диагностики

Агрохимические препараты

- Стимуляторы роста, средства защиты и повышения урожайности растений Эпин и Эпин-плюс
- Гербициды Шквал и Тайфун, инсектициды Витан и Кербер, фунгициды Эхион и Эхион II
- Многокомпонентный активатор устойчивости Фитовитал
- Феромоны: Миррон для защиты продовольственных запасов, LP-U - для защиты фруктовых садов

Фармацевтика

- Противоопухолевые и противовирусные препараты
- Биоспецифические гемосорбенты АнтиIgE, Липосорб, Нуклеосорб
- Биологически активные добавки (Фитонол) и витаминно-минеральные комплексы (Унивит, Томатогенин, Кардиовитол, Ноотрицин)

Предлагаем услуги организациям:

- Установление строения низко-молекулярных органических соединений
- Определение состава смесей с помощью спектрального и хроматографического анализа
- Разработка методов физико-химического анализа и стандартизации лекарственных средств
- Разработка и внедрение технологий получения фармвеществ и готовых лекарственных средств
- Разработка методов анализа и нормативно-технической документации по регистрации фармвеществ и готовых лекарственных средств
- Химический и микробиологический анализ фармвеществ и готовых лекарственных средств в соответствии с требованиями GMP
- Разработка инновационных лекарственных средств и других фармацевтических продуктов на основе природного и синтетического сырья
- Поиск новых активных соединений, разработка способов их выделения и модификации
- Проведение доклинических, биоэквивалентных, фармакологических и токсикологических исследований
- Разработка экспериментальных биологических моделей социально значимых заболеваний
- Разработка технологий получения готовых лекарственных форм пролонгированного действия и с модифицированным высвобождением

Тел. 267 91 03, 267 23 15

Тел. 263-67-72, 263-70-43

Тел. 265 06 11

УНН 100185129

LSM700

Совершенство во всем



We make it visible.



- Лазерный сканирующий микроскоп для решения широкого спектра задач в материаловедении, биологии, медицине
- Компактная высокочувствительная система
- Большой выбор светодиодных лазеров

- Сканирование одновременно по нескольким каналам без потери информации
- Уникальная система светоделителей позволяет проводить сканирование с высоким спектральным разрешением

УНП 102367999

Обратитесь за более подробной информацией в “ОПТЭК”

220113 Беларусь, Минск,
ул. Мележа, 1, офис 1518 – 10
тел./факс: +375 17 2684580
e-mail: office-minsk@optecgroup.com

www.optecgroup.com


ОПТЭК
Объединяя решения