



Инновационное предприятие «Диалек» занимается производством лекарственных средств и бактериальных, ферментных и диагностических препаратов, питательных сред и препаратов крови, а также биологически активных добавок.



Комплекс природных небелковых низкомолекулярных органических соединений негормонального происхождения «ЦЕРЕБРОМЕДИН»

Стимулирует дифференциацию нейронов и спраутинг аксонов, замедляет и приостанавливает процесс нейродегенерации, оказывает положительное влияние при нарушениях познавательных функций, улучшает концентрацию внимания, процессы запоминания и воспроизведения информации, связанные с кратковременной памятью, повышает способность к приобретению и сохранению навыков, активизирует процесс умственной деятельности, улучшает настроение, способствует формированию положительных эмоций.

НРУП «Диалек», Республика Беларусь, 220014, г. Минск, пер. С. Ковалевской, 52а,
тел. (017) 222-97-73, факс (017) 222-92-18, e-mail: dialek@infonet.by, <http://www.dialek.by>

Лицензия на фармацевтическую деятельность №02040/0422888, выдана Министерством здравоохранения Республики Беларусь 26 сентября 2007 г.

ТЕМА НОМЕРА:

МОЗГ — ОБЪЕКТ И ИНСТРУМЕНТ ПОЗНАНИЯ

4 НОВОСТИ

Егор Ерошевич

6 ЦЕНТР УПРАВЛЕНИЯ ЧЕЛОВЕКОМ

В природе нет более сложного объекта, чем человеческий мозг. Его составляют 100 млрд нервных клеток.

Сергей Дромашко

9 СМОДЕЛИРОВАТЬ ЖИВОЕ

Светлана Пашкевич, Владимир Кульчицкий

13 НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ НАНО- И МАКРОМИРА

Известно, что наборы генов у неандертальца и современного человека различаются лишь на 0,1%.

Ирина Емельянович

17 СИНАПСЫ И СИНАПТОСОМЫ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ БИОФИЗИКА

Пресинаптические окончания нейронов — основной объект изучения исследовательской нейрхимической группы Института биофизики и клеточной инженерии НАН Беларуси.

Владимир Лебедев

20 КОГДА ДИАГНОЗ ПЕРЕСТАЕТ БЫТЬ ПРИГОВОРОМ

Юрий Бакеренко

21 В ЦЕНТРЕ ВНИМАНИЯ — ПСИХИЧЕСКОЕ ЗДОРОВЬЕ

Юрий Бакеренко

23 БЕЗ ВРЕДА ЖИВОЙ ТКАНИ

Профессия – ученый



Ирина Емельянович

24 НЕТ БЕЗ ТРУДОЛЮБИЯ НИ ТАЛАНТА, НИ ГЕНИЯ

В детстве, которое прошло в деревне Будница на Витебщине, он и не думал быть доктором — мечтал стать учителем. Тогда эта профессия считалась у деревенских детишек самой авторитетной, а персону преподавателя внушала благоговейный трепет.

**НАУКА
И ИННОВАЦИИ** №5(75)_2009
научно-практический журнал

Зарегистрирован в
Министерстве информации
Республики Беларусь,
свидетельство о регистрации
1969 от 16. 01. 2003

Учредитель:
Национальная академия наук
Беларуси

Издатель:
РУП «Издательский дом
«Белорусская наука»

Главный редактор:
Жанна Комарова

Редакционный совет:

М.В. Мясникович —
председатель совета
П.А. Витязь —
зам. председателя
С.В. Абламейко
И.Д. Волотовский
М.С. Высоцкий
В.Г. Гусаков
С.А. Жданок
О.А. Ивашкевич
Ж.В. Комарова
Е.Ф. Конопля
Н.П. Крутько
В.Е. Матюшков
М.И. Михадюк
Р.В. Михайлова
А.Г. Мрочек
П.Г. Никитенко
Г.Б. Свицерский
С.П. Ткачев

Б.М. Хрусталеv
И.П. Шейко
А.П. Шкадаревич

Ведущие рубрик:

Мозг — объект и
инструмент познания —
Владимир Лебедев
В мире науки —
Ирина Атрошко
Инновации —
Александр Костыко
Синергия знаний —
Ирина Емельянович

Над номером работали:
Анатолий Дрибас

Отдел маркетинга и рекламы:
Елена Грабчикова

Компьютерная верстка:

Елена Забавская
Коллаж на 1 стр. обложки:
Елены Забавской

Адрес редакции:

220072, г. Минск,
ул. Академическая, 1-129
тел.: (017) 284-14-46
e-mail: belscience@mail.ru,
nii2003@mail.ru

Подписные индексы:

007532 (ведомственная),
00753 (индивидуальная)
Формат 60X84 1/8. Бумага
офсетная. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 9,0. Тираж экз.
Цена договорная.
Подписано в печать 24.04.2009
Отпечатано в типографии
РУП «Минсктиппроект»
220123, Минск, ул. В. Хоружей, 13,
тел. 288-60-88.
Лицензия ЛП №02330/0150073
от 24.03.2004. Заказ № 963
<http://innosfera.org>

© «Наука и инновации»

При перепечатке и цитировании ссылки
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.

В МИРЕ НАУКИ



Радиобиология

Владимир Кудряшов, Владимир Шумилин, Эрнст Лангрок, Светлана Тагай, Наталья Дударева, Валерий Быковский

- 28 СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИК
ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТРОНЦИЯ-90

Медицина

Александр Волошенко, Дмитрий Тихон, Игорь Денищук

- 31 АЛЬТЕРНАТИВЫ ПЕРЕЛИВАНИЮ КРОВИ В
ТРАВМАТОЛОГИИ И ОРТОПЕДИИ

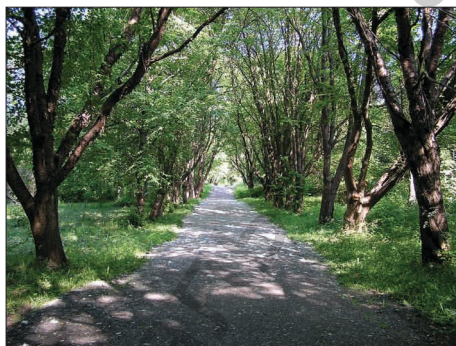
Григорий Малиновский, Наталья Сиденко

- 36 МИКРОХИРУРГИЯ РАННИХ СТАДИЙ
ГЛАУКОМЫ В НОВОЙ МОДИФИКАЦИИ

Ботаника

Владимир Решетников, Игорь Гаранович

- 38 СХЕМА РАЗВИТИЯ БОТАНИЧЕСКИХ САДОВ И
ДЕНДРАРИЕВ



ИННОВАЦИИ

Анализ

Маргарита Стрепетова, Алексей Шурубович

- 41 СОТРУДНИЧЕСТВО СТРАН СНГ В
ИННОВАЦИОННОЙ СФЕРЕ

Теория

Тамара Таранова

- 44 БИЗНЕС-ИНКУБАТОРЫ: ВОЗМОЖНОСТИ
ПРИМЕНЕНИЯ МИРОВОГО ОПЫТА В БЕЛАРУСИ

Практика

Виктор Воропаев

- 48 ТЕХНОЛОГИЯ ВЫСОКОНАПОЛНЕННЫХ
ФТОРОПЛАСТОВЫХ КОМПОЗИТОВ

СИНЕРГИЯ ЗНАНИЙ

Научная гостиная

Александр Костыко

- 50 ШКОЛА НАУЧНОЙ ЭЛИТЫ



Форсайт

Нина Семёнова

- 56 ОСОБЕННОСТИ ФОРСАЙТА В УСЛОВИЯХ
ГЛОБАЛИЗАЦИИ

Экономика науки

Владимир Колотухин

- 60 ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СОБСТВЕННОСТЬ И
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЕЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Инновационная инфраструктура

Инесса Бродко

- 63 СТИМУЛИРОВАНИЕ ЭКСПОРТА

ИНФОЛИНИЯ

Нанотехнологии

Владимир Улащик

- 66 МЕДИЦИНА В ЗЕРКАЛЕ НАНОТЕХНОЛОГИЙ

Творение природы и человека

Лидия Кухарева

- 70 ЛЕКАРСТВЕННОЕ И ПРЯНО-АРОМАТИЧЕСКОЕ
РАСТЕНИЕВОДСТВО

ЗЕРКАЛО ИТ-РЫНКА

Ежегодный национальный смотр мировых и отечественных достижений в области связи, телекоммуникаций, программного обеспечения, банковских технологий, офисной техники и потребительской электроники — XVI Международный форум «ТИБО-2009» — прошел с 21 по 24 апреля в Минске. В его рамках провел работу конгресс по телекоммуникациям, информационным и банковским технологиям, включивший в себя специализированные мероприятия — тематические круглые столы: «Широкополосный доступ в Интернет», «Электронное правительство», «Цифровой контент», «Электронная торговля. Цифровая экономика», «Информационное общество», «Информационная безопасность».

В ходе форума участники обсудили проблемы и перспективы эффективного применения ИКТ во всех сферах жизни белорусского общества, продемонстрировали самые современные технологические решения, способствующие развитию собственной информационной индустрии и рынка телекоммуникационных и информационных услуг.

Основой «ТИБО» традиционно является Международная специализированная выставка в области ИТ. В этом году экспозиция была представлена продукцией более 200 фирм из 12 стран.

Форум «ТИБО» создает благоприятные условия для международного сотрудничества, всестороннего общения специалистов, способствует реализации стратегии инновационного развития страны, внедрению передовых технологий, переходу к наукоемкой, ресурсосберегающей и конкурентоспособной на мировом рынке экономике. В этом году его посетили более 30 тыс. человек.

ЛАЗЕРЫ ДЛЯ ХИРУРГИИ

Новые лазерные приборы для лечения сердечно-сосудистых заболеваний разработали сотрудники научно-производственного республиканского унитарного предприятия «Лазеры в экологии, меди-

цине, технологии» (ЛЭМТ). Главным их преимуществом является малогабаритность и компактность, а также разумное сочетание цены и качества. Если раньше вес прибора составлял 50—60 кг, то теперь за счет полупроводниковых технологий его удалось уменьшить до 5—7 кг. Стоимость нового оборудования — около 10 тыс. долл. Планируется, что его будут поставлять в медицинские учреждения областных и районных центров Беларуси. За последние два года ЛЭМТ экспортировал продукции и услуг на 100 млн долл. В настоящее время объем оптической продукции в номенклатуре изделий, выпускаемых предприятием, превышает 50%.

ПЛОМБИРОВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

ОАО «Гродненский институт азотной промышленности и продуктов органического синтеза» выпускает стоматологические цементы, по качеству не уступающие зарубежным и даже по некоторым параметрам превосходящие их. Например, клинические исследования белорусского «Эндосила» показали, что по основным свойствам он не хуже импортных аналогов, сертифицированных в республике, а по значению адгезии, водорастворимости и пластичности — лучше их. В следующем году институт планирует приступить к освоению нового светоотверждаемого пломбировочного материала, созданного учеными Белорусского государственного технологического университета. Он прошел предварительные испытания и показал неплохие результаты.

В нынешнем году стоматологи нашей страны смогут использовать отечественные стеклокерамические составы для металлокерамических зубных протезов. Все они разработаны учеными БГТУ.

КОНКУРС СОВМЕСТНЫХ ПРОЕКТОВ

Объявлен конкурс совместных научных проектов Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (БРФФИ) и Академии наук Молдовы. Его тематика разнообразна и включает такие блоки, как использование человеческих, материальных и информационных ре-

сурсов в целях устойчивого развития; биомедицина, фармацевтика, поддержка и укрепление здоровья; сельскохозяйственные биотехнологии, плодородие почв и продовольственная безопасность; нанотехнологии, промышленная инженерия, новые вещества и материалы; повышение эффективности и обеспечение безопасности энергетического комплекса.

На конкурс представляются проекты по приоритетным направлениям фундаментальных исследований Беларуси, способные внести существенный вклад в расширение и углубление научных знаний, отличающиеся новизной в постановке и методах проведения изысканий и имеющие большую научную и практическую значимость.

Материалы принимаются до 22 июня 2009 г. по адресу: исполнительная дирекция Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований: 220072, г. Минск, пр. Независимости, 66, к. 101.

ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ ЛИДАРЫ СЛЕДЯТ ЗА АТМОСФЕРОЙ

Ученые НАН Беларуси разработали целый комплекс высокоэффективных лидарных установок, в том числе стационарных и передвижных. С их помощью исследуют, как рассредоточиваются аэрозоли, пыль и другие вещества в атмосфере в разное время суток, определяют их плотность, фиксируют перемещения вредных для здоровья частиц десятимикронных размеров. На основе полученных сведений об уровне загрязнения воздуха в различных регионах изучается проблема изменения климата, а также контролируется трансграничное передвижение загрязняющих частиц при крупных пожарах. Сейчас белорусские физики работают над созданием уникального лидарного комплекса, с помощью которого можно будет определять уровень загрязнения каждого слоя атмосферы в отдельности. Рассматривается возможность поставки таких установок на внешние рынки.

Ирина ЕМЕЛЬЯНОВИЧ



ТРИИН 2009

18—20 мая 2009 г. в Минске состоится Международная научно-практическая конференция «ТРИИН-2009» («Инвенции. Инновации. Инвестиции»). Ее организаторы — журнал «Наука и инновации» Издательского дома «Белорусская наука» НАН Беларуси, а также УП «Новые идеи». В организационный комитет входят представители Академии наук, Государственного комитета по науке и технологиям, министерств здравоохранения, промышленности, образования, архитектуры и строительства, природных ресурсов и охраны окружающей среды, сельского хозяйства и продовольствия, первого канала Белорусского радио Белгостелерадиокомпания, выставочной компании «Экспофорум», Центра содействия развитию изобретательства и рационализации ВОИР (Москва).

Цели и задачи конференции — изучение и распространение белорусского и международного опыта организации взаимодействия науки, производства и бизнеса в рамках реализации инновационных проектов; поиск форм и механизмов сотрудничества научных организаций, инновационной инфраструктуры, финансовых институтов при коммерциализации новых идей; популяризация достижений науки и техники.

В рамках конференции пройдут следующие мероприятия:

- семинар-тренинг «Форсайт — технология предвидения будущего»;
- коучинг предприятий и организаций «Защита экспорта и продажа лицензий — два вектора одного патентного процесса»;
- аналитическая встреча «Малое инновационное предпринимательство как составляющая государственной научно-технической и инновационной политики»;
- кооперационная биржа «IT-решения для промышленности»;
- семинар-презентация «Инновационные биотехнологии в медицине и фармацевтике»;
- коллоквиум «Способы противодействия интеллектуальному пиратству»;
- круглый стол «Проекты и инвесторы — успешное взаимодействие»;
- семинар-практикум «Актуальные проблемы бизнес-планирования»;
- обучающий семинар «Современное законодательство и авторское право»;
- церемония награждения победителей IV республиканского конкурса «Техносфера-2008».

Более подробную информацию можно получить на сайте: <http://innosfera.org/marafon>

Форма заявки: <http://innosfera.org/files/anketa.doc> принимается по адресу:

info@innosfera.org или по факсу: +375 17 284 16 12. Контакты: тел. 284-23-42, факс 284-16-12, 284-05-44.

фото Владимира Лебедева



Возможно, в природе нет более сложного объекта, чем человеческий мозг. Его составляют 100 млрд сложнейшим образом взаимодействующих друг с другом нервных клеток, каждую из которых обслуживает еще тысяча миниатюрных синопсов — передатчиков сигналов в нейроны. Все они вместе в конечном итоге вырабатывают мысли и формируют чувства. Но как мозг это делает, ученым до сих пор неизвестно. О его работе мы можем судить, лишь сравнивая параметры или сигналы на входе и выходе объекта. «Распутать» клубок хитросплетений нервных клеток, разгадать секреты их слаженных действий удастся нескоро», — уверен руководитель нейрохирургического отдела Республиканского научно-практического центра неврологии и нейрохирургии Министерства здравоохранения Республики Беларусь член-корреспондент Арнольд СМЕЯНОВИЧ.

Центр управления человеком

— Головной мозг выполняет определенные функции за счет совокупности происходящих в нем химических реакций и распространяющихся электрических импульсов. В первую очередь можно выделить, конечно, мыслительные процессы. Но, кроме того, мозг управляет всеми органами и тканями организма через пути, по которым проходят нервные импульсы, и отвечает за все. Можно даже сказать, что человек — это его мозг. Причем в нем принципиально важна каждая составляющая. Мы, нейрохирурги, иногда сталкиваемся с ситуациями, когда пациенты теряют некоторые функции мозга, к примеру нарушается работа коры, но сохраняется работоспособность глубоких структур, отвечающих за деятельность сердца, дыхание. И, увы, порой буквально незначительные изменения приводят к тому, что человек перестает быть человеком.

— **Арнольд Федорович, вы упомянули, что центральные отделы мозга**

отвечают за основные функции. То есть существует определенная иерархия — чем сложнее «вычисление», тем ближе к наружной оболочке оно выполняется?

— Действительно, поверхностные структуры, кора мозга отвечают за мыслительные способности, интеллект. И в этом есть определенный смысл. Видимо, с точки зрения природы мышление — это своеобразная «надстройка», не являющаяся обязательной. Если в результате травмы череп и мозг незначительно повреждаются, сознание человека изменяется, но он выживает. В свое время считалось, что есть четко разграниченные участки, каждый из которых соответствует своему назначению. Мол, эта зона управляет руками, а эта — обеспечивает ту или иную эмоцию. Но позже выяснилось, что все гораздо сложнее: нейроны внутри разных зон очень «запутанно» взаимодействуют между собой. Да, можно утверждать, к

примеру, что левая височная доля отвечает за речь, хотя из этого правила есть и исключения, что уровень умственного развития связан с лобными долями. Теменные отвечают за движение: правая — за левые конечности, левая — за правые. Затылочная доля — центр зрения. Однако это все только «общие положения», а не детальная «карта».

— **Но все же люди с высоким лбом обычно самые умные?**

— Мозг — это всего лишь «ресурс», а как будет использован имеющийся потенциал, зависит от множества факторов. Рождаются все примерно одинаковыми, а умными, мудрыми, интеллектуалами становятся лишь во второй половине жизни, и только некоторые. При этом, возможно, у людей с хорошо развитыми лобными и височными долями мозга, с максимальным общим количеством серого вещества действительно больше шансов проявить себя. Медицинская литература утверждает

ет, что самый большой мозг был у классика русской литературы Ивана Тургенева. Но, хочу заметить, что я каждый день оперирую, однако за все годы практики так и не увидел разницы между умными и глупыми. Внешне их мозг ничем не отличается. Думаю, гений ты или дурак — это Божий промысел... Ученый с мировым именем, директор Института мозга человека Наталья Бехтерева объясняет это особой биохимией мозга. Гениальность и безумство, по ее мнению, в чем-то схожи.

— Какую роль в развитии мозга и способностей людей играют гены?

— На мой взгляд, достаточно большую. Двое детей, родившихся в одно время и живущих в одних условиях, но с разными генами, могут проявить себя по-разному. Один будет более талантливым, другой — менее. Мозг, как и любой другой орган человека, на протяжении тысячелетий эволюционно развивался. Кто-то в популяции специализировался на видах деятельности, больше его стимулирующих, получал лучшее питание и т.д. Поколение за поколением эти эффекты суммировались, поэтому неудивительно, что у некоторых индивидуумов набор генов более располагает к активной умственной работе. Вместе с тем гены в человеческой популяции постоянно активно перемешивались, «усредняя» показатели, да и история homo sapiens по сравнению с общим временем существования жизни на Земле не настолько длинна, чтобы какой-то отде-

льный набор ДНК существенно отличался от других аналогичных. К примеру, образ жизни, который вы ведете, может запросто перечеркнуть все предпосылки, данные вам генами. Тот, кто много курит, злоупотребляет спиртными напитками, плохо и неправильно питается, по сути, обкрадывает себя. Ведь при этом организм не получает необходимых витаминов и микроэлементов. Кроме того, мозг нужно постоянно тренировать, заставляя его выполнять разнообразную работу. И не обязательно только умственную. Даже если вы просто физически активны, вы тренируете и мозг, потому что все виды деятельности так или иначе с ним связаны.

— Доводилось ли вам в вашей врачебной практике сталкиваться с необычными случаями?

— Неоднократно. К примеру, много лет назад мы оперировали одну талантливую девочку. Умница, музыкант, все у нее в жизни складывалось удачно, но однажды разболелась голова, и она попала к нам. Когда вскрыли черепную коробку, оказалось, что опухоль поразила практически целиком левое полушарие мозга. Злокачественное образование ей удалили, она успешно окончила консерваторию, уехала в США, где вышла замуж за миллионера и по сей день прекрасно, полноценно живет. Я думаю, значительную роль здесь сыграло то, что она на момент операции была молода. Скажем, когда человек в зрелом возрасте теряет руку, он испыты-

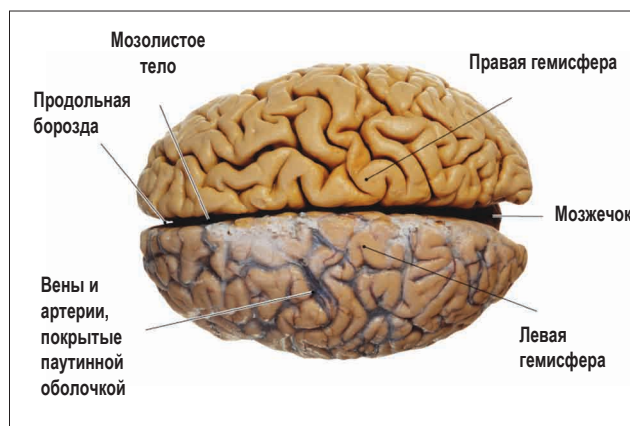
вает колоссальное неудобство. Но у меня есть друг, потерявший правую руку в 6 лет, — он настолько приспособился жить с одной, что и не представляет, каково иметь две.

— Есть ли какой-то участок, отвечающий в мозге за память?

— Если у человека убрать лобные и височные доли мозга, его память серьезно пострадает. Я это наблюдал у больных, которым из-за появившихся опухолей приходилось удалять эти доли.

— А что происходит, когда в мозге «зреет» новообразование?

— Опухоль меняет людей. Ни для кого не секрет, что отмирание клеток — естественный процесс. Это запрограммировано самой природой. Сначала клетка рождается, потом «взрослеет», затем производит подобную себе, а после отмирает. А злокачественная клетка, как правило, молодая. Хотя она еще не успела созреть, но уже начала давать потомство, делиться... Причем «потомки» еще более агрессивны. Затем эти клетки отрываются и разносятся по сосудам, запускается процесс образования метастазов. Почему? Вряд ли кто-то сегодня может ответить на этот вопрос. Если опухоль бурно разрастается, она занимает дополнительное пространство и настолько сдавливает здоровую ткань, что мозг начинает смещаться в сторону. Тогда повышается внутричерепное давление, появляется



сильная головная боль, от сдавливания страдают также двигательные функции, речь. Поэтому, если почувствуете что-то подобное, срочно идите к врачу. Но у нас, увы, не каждый доктор общей практики может вовремя направить к специалистам. Человек ходит, терпит, а когда попадает к нам, иногда бывает уже поздно.

— Насколько высока вероятность, что после операции на мозге человек продолжит полноценную жизнь?

— Она достаточна, чтобы такие операции проводились массово. К счастью, есть механизм компенсации, который позволяет организму «подменить» поврежденный участок. Бывает, что после травмы и хирургического вмешательства у пациента парализуется нога или рука. Но проходит время, и начинается восстановление. Даже если удалена значительная часть мозга. Это говорит о том, что необходимые функции в таких случаях берут на себя смежные с утраченным участки. Кроме того, это также демонстрирует, что мы не используем свой мозг на 100 процентов. Многие его части находятся в дремлющем состоянии.

— Известна ли ученым цифра, насколько задействован мозг в обычной жизни человека?

— Одни говорят про 10, другие про 15 процентов незадействованных «ресурсов», но общепризнанной методики расчета нет, так что это предположения.

— Каких успехов достигла нейрохирургия? Можно ли говорить о прорыве в этой области медицины?

— Стремясь спасти пациента, мы научились добираться до самых малодоступных участков его мозга. Правда, любая такая операция для больного всегда сопряжена с огромным риском, а для нейрохирурга — с высочайшей ответственностью. Нейрохирургия — настолько сложная и деликатная штука, что всего один неверный шаг способен изменить человека до неузнаваемости. Американский нейрофизиолог Брюс Миллер из Калифорнийского университета как-то

заметил, что одно движение скальпеля может превратить примерного семьянина и прихожанина в грабителя и атеиста. И ведь это сущая правда! Поэтому я и говорю о высочайшей ответственности и профессионализме тех, кто стоит у хирургического стола. Чтобы стать нейрохирургом, нужно после института учиться не менее 7—8 лет. А потом, в сущности, всю оставшуюся жизнь...

Если сравнить уровень сорокалетней давности, когда я начинал работать, и нынешний, то они разительно отличаются. Значительно улучшилась диагностика: если раньше мы обнаруживали опухоль в запущенной стадии, то теперь нередко выявляем ее на самом начальном этапе, что дает больному надежду на спасение и нормальную жизнь. Совсем по-другому делаются операции, да и совершенно иной исход хирургических вмешательств. Если раньше у человека, перенесшего сложную операцию, были серьезные функциональные нарушения, то сегодня он в тот же день может подняться и пойти. Но я буду не до конца честен, если не скажу, что иногда не все идет так гладко, как хотелось бы.

— Нередко после напряженной умственной работы мы говорим, что наш мозг устал. А на самом деле свойственно ли ему это состояние?

— Думаю, на самочувствие в этот момент могут влиять разные неблагоприятные факторы. Например, вы долго находитесь за компьютером, работая в душной комнате. Сидите в неудобной позе, отчего кровоснабжение мозга недостаточное. Вот и говорите, что он устал. Однозначно: для полноценной его работы необходим регулярный отдых. Но даже после него серое вещество до конца не восстанавливается. Нейроны в силу различных факторов безвозвратно отмирают. Знаете ли вы, что, встретив друга после разлуки в десять лет, фактически видите его в новом теле за счет обновившихся клеток? В то же время его мозг остается старым.

— Для современных людей, жизнь которых наполнена стрессами, головная боль — довольно частая пробле-

ма. Первое, что мы делаем, хватаемся за болеутоляющее. А что посоветовали бы вы?

— Если это возможно, отвлекаться от работы, выйти на улицу и прогуляться. Таблетка — не всегда спасение. Старайтесь как можно дольше обходиться без лекарств. Иногда лучше выпить чашку кофе или 20 граммов коньяку. Многим это отлично помогает. Если человек перенапрягся, сидя у компьютера, головную боль способно снять даже небольшое количество глюкозы. Можно съесть что-нибудь сладкое...

— Наш мозг с возрастом уменьшается в размерах?

— Как правило, он немного усыхает из-за нарушения кровообращения, поскольку мелкие сосуды начинают закупориваться. Если пожилому человеку сделать компьютерную томографию, у него всегда обнаружится легкая атрофия. Вместе с тем это иногда даже бывает на руку старикам, когда в случае травмы возникают гематомы и они спокойно живут с ними, потому что в черепе есть для них дополнительное пространство. Для молодых людей это стало бы катастрофой, поскольку в таком возрасте мозг плотно прилегает к черепу, заполняя все его пространство.

— Смогут ли врачи со временем пересаживать мозг, как это сейчас делают с сердцем?

— Я думаю, этого никогда не произойдет. Утратив между собой связь, клетки мозга, в отличие от других, не восстанавливают ее. К примеру, если спинной мозг перерезать даже сверхтонким лезвием, он никогда не срастется. Образуется рубец, но функциональность не возвращается. Вероятно, здесь дело в очень сложном характере взаимодействия клеток. Ну не загадка ли это природы? Признаться, я не перестаю удивляться тому, как мудро создан человеческий организм! И никому пока не удалось изобрести ничего более уникального. На мой взгляд, вряд ли человечество в обозримом будущем сможет спроектировать и изготовить компьютер, способный повторить все функции мозга.

Егор ЕРОШЕВИЧ



фото Александра Костюко

Сергей Дромашко

заведующий лабораторией моделирования генетических процессов
Института генетики и цитологии НАН Беларуси,
доктор биологических наук

Смоделировать живое

Нейроинформатика — наука, изучающая нейроподобные способы обработки информации при помощи компьютеров. На Западе ее еще называют *computational neuroscience* (вычислительная нейронаука). Свой вклад в ее становление внесли биология и физиология высшей нервной деятельности, психология восприятия, дискретная математика, статистическая физика, синергетика, кибернетика и компьютерное моделирование.

Головной мозг высших позвоночных организмов состоит из ряда структур: коры больших полушарий, базальных ганглиев, таламуса, мозжечка, ствола мозга. Они соединены между собой нервными волокнами (проводящие пути). Часть мозга, состоящая преимущественно из клеток, называется серым веществом, из нервных волокон — белым. Последний цвет соответствует миелину, покрывающему волокна. Демиелинизация приводит к тяжелым нарушениям (в спинном мозге — амиотрофическому боковому склерозу, в головном — рассеянному склерозу). Клетки мозга включают нейроны (генерирующие и передающие нервные импульсы) и глиальные клетки, выполняющие важные дополнительные функции. Нейроны делятся на возбуждающие (то есть активирующие разряды других нейронов) и тормозные (препятствующие возбуж-

дению). Их форма и размеры очень разнообразны, в каждом отделе головного мозга — разные типы клеток. Различают принципиальные нейроны, аксоны которых передают импульсы другим отделам, и интернейроны, осуществляющие коммуникацию внутри каждого отдела. Примерами принципиальных нейронов являются пирамидные клетки коры больших полушарий и клетки Пуркинье мозжечка. Для интернейронов это корзинчатые клетки коры. Иерархическая структура мозга показана на рис. 1 [1].

В Белорусском государственном университете на кафедре биофизики физического факультета под руководством члена-корреспондента НАН Беларуси Сергея Черенкевича ведется изучение информационных и нейросенсорных аспектов функционирования нейронных ансамб-

лей *in vitro* при их многоканальной стимуляции. Исследования на гиппокампе показали, что в результате такой стимуляции возникают конкурентные взаимодействия между различными группами синапсов. Эти данные могут быть использованы при разработке новых теорий, описывающих роль гиппокампа в формировании памяти, а также открывают возможность моделирования в условиях *in vitro* базовых процессов обучения нейросети.

Перейдем теперь к искусственному нейрону, иначе его еще называют математическим нейроном Маккалока — Питтса. Согласно определению, это узел искусственной нейронной сети, представляющий собой упрощенную модель естественного нейрона. С математической точки зрения это сумматор всех входящих сигналов, применяющий к полученной сумме некоторую простую, в общем случае нелинейную функцию, называемую функцией срабатывания или передаточной. Результат посылается на единственный выход. Такие искусственные нейроны объединяют в сети — соединяют выходы одних с входами других, при этом полученные связи ранжируются (то есть коэффициент связи может быть разным).

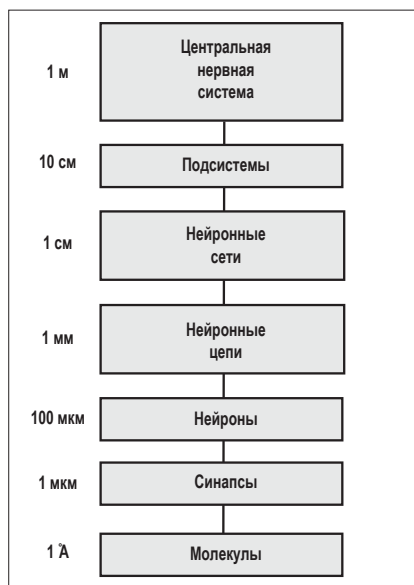


Рис. 1. Структурная организация нервной системы в различных иерархических масштабах

Математическая модель искусственного нейрона была предложена Уорреном Маккалоком и Вальтером Питтсом вместе с моделью сети, состоящей из этих нейронов [2]. Авторы показали, что сеть на таких элементах может выполнять числовые и логические операции. Практически она была реализована Фрэнком Розенблаттом в 1958 г. как компьютерная программа, а впоследствии — как электронное устройство перцептрон. Первоначально нейрон мог оперировать только сигналами логического нуля и логической единицы, поскольку был построен на основе биологического прототипа, который может пребывать только в двух состояниях — возбужденном или невозбужденном. Развитие нейронных сетей показало, что для расширения области их применения необходимо, чтобы нейрон мог работать не только с бинарными, но и с непрерывными (аналоговыми) сигналами.

На рис. 2 представлены биологический и искусственный нейроны. Первый состоит из тела диаметром от 3 до 100 мкм, содержащего ядро и органеллы, и отростков (дендритов и аксонов). Аксон — обычно длинный отросток, приспособленный для проведения возбуждения от тела нейрона. Дендриты, как правило, короткие и силь-

но разветвленные отростки, служащие главным местом образования влияющих на нейрон возбуждающих и тормозных синапсов (разные клетки имеют различное соотношение длины аксона и дендритов). Нейрон может иметь несколько дендритов и обычно единственный аксон. Один нейрон может иметь связи с 20 тыс. «соседей». Кора головного мозга человека содержит 10–20 млрд нейронов. Схема искусственного нейрона включает (рис. 2б): 1 — нейроны, выходные сигналы которых поступают на вход данному; 2 — сумматор входных сигналов; 3 — вычислитель передаточной функции; 4 — нейроны, на входы которых подается выходной сигнал данного; 5 — w_i — веса входных сигналов.

Связи, по которым выходные сигналы одних нейронов поступают на входы других, часто называют синапсами — по аналогии со связями между биологическими нейронами. Как мы видели, один нейрон способен выполнять простейшие процедуры распознавания, однако сила нейронных вычислений заключается в соединении нейронов в сети, которые обладают, как правило, большими вычислительными возможностями. Существуют сети различных конфигураций, какие только можно себе представить. Однако многослойная организация нейронов копирует слоистые структуры определенных отделов мозга. Многослойные сети могут образовываться каскадами слоев. Выход одного является входом для последующего. Пример двухслойной сети приведен на рис. 3.

Можно показать, что любая многослойная линейная сеть может быть заменена эквивалентной однослойной. Таким образом, для расширения возможностей многослойных сетей по сравнению с однослойной необходима нелинейная активационная функция. Только это может дать увеличение вычислительной мощности.

Нами рассмотрены сети, не имеющие обратных связей — идущих от выходов одного слоя к входам этого же или предшествующих. Такой класс называется сетями без обратных связей или сетями прямого распространения. У них нет памяти, их выход полностью определяется текущими входами и значениями весов. Сети более общего вида, имеющие соединения от выходов к входам, называются сетями с обратными связями. В некоторых конфигурациях с обратными связями предыдущие значения выходов возвращаются на входы, то есть выход определяется как текущим входом, так и предыдущими выходами. Поэтому сети с обратными связями могут обладать свойствами, сходными с кратковременной памятью человека.

Наиболее интересное свойство искусственных нейронных сетей — это их способность к обучению. Этот процесс очень похож на интеллектуальное развитие человеческой личности. Возможности обучения искусственных нейронных сетей пока ограничены, однако уже получены убедительные достижения, например «говорящая сеть Сейновского» [4]. Различают следующие стратегии обучения: «с учителем» и «без учителя». Первая

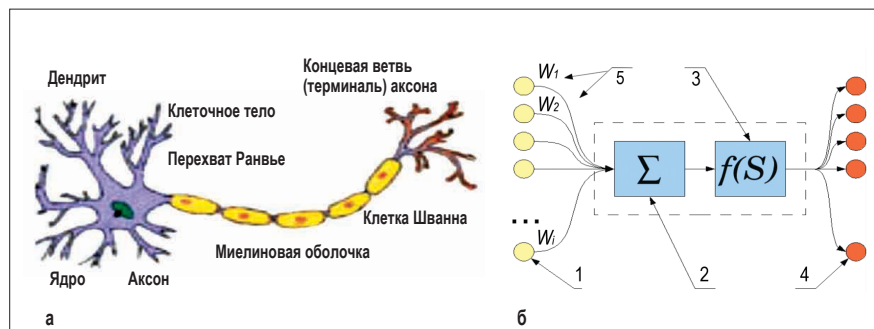


Рис. 2. Биологический (а) и искусственный (б) нейроны

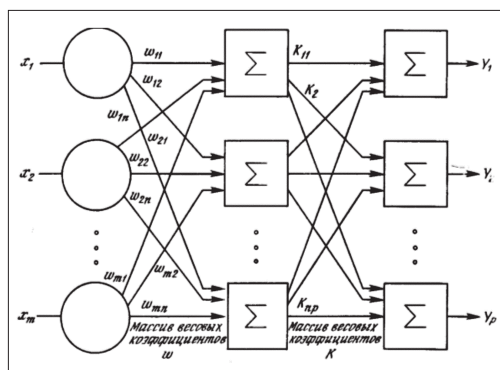


Рис. 3. Двухслойная нейронная сеть [3]

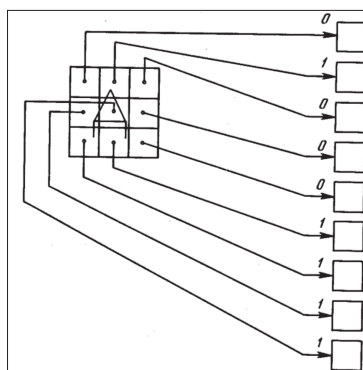


Рис. 4. Распознавание изображения

предполагает, что для каждого входного вектора существует целевой вектор, представляющий собой требуемый выход. Оба таких вектора вместе называются обучающей парой. Обычно нейросеть обучается на некотором числе таких пар. Предъявляется входной вектор, вычисляется выход нейросети и сравнивается с соответствующим целевым вектором, разность (ошибка) с помощью обратной связи подается в сеть, и веса изменяются в соответствии с алгоритмом, стремящимся минимизировать ошибку. Векторы обучающего множества предъявляются последовательно, вычисляются ошибки, и веса подстраиваются для каждого вектора до тех пор, пока ошибка по всему обучающему массиву не достигнет приемлемо низкого уровня.

Обучение «с учителем» имеет многочисленные прикладные приложения, для очень многих практических задач удается достичь на удивление высокого качества работы сети (порядка 95% и выше). Однако с биологической точки зрения оно является маловероятным. Вряд ли в реальном мозге можно найти обучающий механизм, который бы сравнивал желаемые и действительные значения выходов, выполняя коррекцию с помощью обратной связи. Большинство современных алгоритмов основано на концепции Дональда Хэбба [5] и реализуют модель обучения «без учителя», в которой синоптическая сила (вес) возрастает, если активированы оба нейрона: источник и приемник. Отсюда следует, что часто

используемые пути в сети усиливаются; это дает объяснение реально существующего в природе феномена привычки и обучения через повторение.

Нейронные сети — мощный метод для решения задач распознавания образов в ситуациях, когда в экспериментальных данных отсутствуют значительные фрагменты, а имеющаяся информация предельно зашумлена. О нейрокомпьютинге впервые заговорили в 40-х гг. прошлого века, затем, после разработок 50—60-х, наступил период затишья. Расцвет этого научного направления пришелся на 1983—1986 гг. [6]. Важную роль здесь сыграли работы группы PDP (Parallel Distributed Processing), которая объединяла несколько сотен ученых, занимавшихся изучением распределенных вычислений. В них рассматривались нейронные сети, названные многослойными перцептронами, которые оказались весьма эффективными для решения задач распознавания, управления и предсказания. Высокая степень параллельности, допускаемая при реализации нейросистем, обеспечивает обработку недоступных оператору объемов информации за время, меньшее или сравнимое с допустимыми интервалами измерений.

Пусть существует конечное множество графических образов, которые нужно распознать, и соответствующие им двоичные коды желаемых выходов (идентификаторов). В совокупности мы получили обучающее множество, в котором каждо-

му графическому образу соответствует двоичный идентификатор. Спроецируем каждый образ на панель (рис. 4) и сопоставим ему двоичный код — это код графического образа [3].

Возьмем какую-нибудь многослойную нейросеть обратного распространения и проведем ее обучение: подадим на вход считанный с панели двоичный код графического образа, а на выход — желаемый идентификатор; будем повторять этот процесс до тех пор, пока нейросеть не обучится распознавать все обучающее множество. После этого нейросеть можно считать способной распознавать образы из обучающего множества без искажений, а также образы, похожие на те, которые предъявлялись нейросети при обучении. Решение этой задачи действительно интересно, так как ранее такие действия мог выполнять только человек.

Впрочем, несмотря на успехи в прикладной области, создать искусственный интеллект, принципиально похожий на человеческий, пока не удалось. Обширные работы по нейронному моделированию ведутся уже более 50 лет, но до сих пор нет ни одной области мозга, где процесс обработки информации был бы ясен до конца. Также пока ни для одного нейрона в мозге не определен код, с помощью которого передается информация в виде последовательности импульсов.

Согласно мнению члена-корреспондента РАН Константина Анохина, высказанному в интервью журналу «Компьютерра онлайн», неудачи классического искусственного интеллекта, или, как его называют на Западе, GOFAL — Good Old Fashioned Artificial Intelligence («старый добрый искусственный интеллект») связаны с серьезными изъянами методологического характера. Разработчики игнорировали тот факт, что человеческий интеллект является продуктом преемственной эволюции усложнявшегося адаптивного поведения. Мозг homo sapiens состоит из 10^{11} нейронов, образующих между собой примерно 10^{14} связей и имеющих гипер-астрономическое число возможностей взаимодействия. Поэтому начинать надо было не с моделирования такой сверх-

сложной системы, а с более простой, взяв за основу мозг обезьяны, кошки или даже дрозофилы. При этом фундаментальные механизмы психологических функций мозга должны быть сформулированы в терминах, не зависящих от конкретного его строения в том или ином организме. С компьютерной точки зрения теория высших функций мозга должна быть построена на базе языка, независимого от какой-либо конкретной платформы [7].

Будущий прорыв в понимании биологических основ обработки информации вызовет невиданную активность в построении искусственного мозга, что быстро даст огромный экономический эффект, позволив человечеству создавать «умные» ЭВМ, известные прежде лишь по фантастическим романам. В частности, это относится к миниатюрным устройствам — микрочипам, которые будут вживляться в головной мозг и дадут возможность с помощью мыслей управлять приборами и машинами. Например, такой микрочип можно будет использовать

для улучшения качества жизни людей, больных церебральным параличом или другими заболеваниями, сопровождающимися нарушением нервно-мышечной передачи.

В нашей стране есть квалифицированные специалисты, которые ведут исследования по нейроинформатике и моделированию высшей нервной деятельности. В Объединенном институте проблем информатики НАН Беларуси работают лаборатория биоинформатики, одним из направлений изысканий которой является как раз развитие интеллектуальных методов обработки и анализа данных, основанное на нейросетевых моделях, и лаборатория идентификации систем, занимающаяся поисками методов и алгоритмов обучения нейронных сетей в задачах распознавания и управления [8]. С учетом отечественных достижений в информационных технологиях нейроинформатика дает республике уникальный шанс занять достойное место в современной биологии.

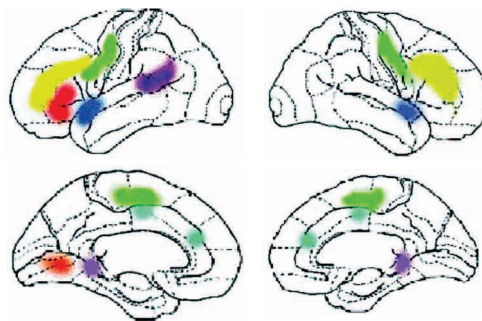
Литература

1. Борисюк Г.Н., Борисюк Р.М., Казанович Я.Б., Иваницкий Г.Р. Модели динамики нейронной активности при обработке информации мозгом — итоги «десятилетия». // Успехи физических наук. Т. 172, №10, 2002. С. 1189—1214.
2. Терехов В.А., Ефимов Д.В., Тюкин И.Ю. Нейросетевые системы управления. — М., 2002.
3. Электронный ресурс. <http://masters.donntu.edu.ua/2003/fvti/paukov/library/neurow.htm>
4. Уоссерман Ф. Нейрокомпьютерная техника: теория и практика. — М., 1992.
5. Hebb D. Organization of behavior. — New York: Science Edition, 1961.
6. Хехт-Нильсен Р. Нейрокомпьютинг: история, состояние, перспективы // Открытые системы. 1998, № 4 (электронный ресурс. http://www.osp.ru/os/1998/04/179534/_p1.html)
7. Компьютерра онлайн. 23 октября 2002 г. (электронный ресурс. <http://www.computerra.ru/archive/2002/10/23/>)
8. Электронный ресурс. http://uiip.bas-net.by/rus/l_b_about.html

ЧТО ПОМОЖЕТ УЗНАТЬ О МОЗГЕ ЭВМ?

В Институте мозга человека РАН родилось самое современное направление нейрохирургии будущего — медицинская технология, обеспечивающая возможность малотравматичного, щадящего, прицельного доступа к глубоким структурам головного мозга и дозированного воздействия на них с помощью программно-математического обеспечения. Совместно с коллегами из ЦНИИ «Электроприбор» создана и серийно выпускается компьютеризированная стереотаксическая система, которая по ряду основных показателей превосходит аналогичные зарубежные образцы. В институте она применяется при лечении больных, страдающих двигательными нарушениями (болезнью Паркинсона, хореей Гентингтона и др.), эпилепсией, неукротимыми болями (в частности, фантомно-болевым синдромом), некоторыми психическими нарушениями. Кроме того, стереотаксис используется для уточнения диагноза и лечения некоторых опухолей, кисты головного мозга, гематом, абсцессов.

Исследования на базе компьютерных технологий, проведенные в последние годы в Институте мозга человека, позволили определить, например, какие области мозга отвечают за осмысление различных особенностей воспринимаемой человеком речи.



Области мозга, отвечающие за осмысление человеком речи:

- область, отвечающая за определение грамматических характеристик слова;
- зона, активная при необходимости использования кратковременной памяти;
- зоны речевой моторики;
- зоны первичной обработки цвета;
- зоны, участвующие в обработке синтаксической структуры предложений;
- зона орфографической обработки слов;
- область, участвующая в сознательной и непроизвольной обработке смысла слов;
- области, предположительно управляющие подавлением обработки речевых признаков в задаче на обработку физического признака слова, например цвета.

Светлана Пашкевич

заведующая лабораторией психонейрофизиологии и онкогенеза
Института физиологии НАН Беларуси, кандидат биологических наук

Владимир Кульчицкий

заместитель директора по научной работе
Института физиологии НАН Беларуси, член-корреспондент

Нейрофизиологические механизмы нано- и макромира

Единство мира обнаруживается как на нано-, так и на макроуровнях природы. Остановимся на закономерностях объединения различных уровней организации материи в человеческом организме. Без нервной системы они способны самостоятельно функционировать лишь при определенных условиях, соблюдение которых дает возможность пересадки органов и тканей, культивирования живых клеток, поддержки витальных функций с помощью искусственного жизнеобеспечения. Интегративная роль нервной системы проявляется в объединении различных уровней организма в единое целое и обеспечивает сохранение оптимального состава внутренней среды при действии различных раздражителей. Усложнение ее в процессе эволюции сопровождалось формированием спинного и головного мозга [1].

Структурной основой мозга являются нервные клетки, которые взаимодействуют друг с другом с помощью сигнальных молекул (медиаторов), активирующих рецепторные белки на теле и отростках других нейронов. Набор передатчиков сигналов в мозге разнообразен, что предполагает широкую гамму ответных реакций нервных клеток, механизм которых до сих пор изучен фрагментарно [1, 2]. Ученые анализируют поведение человека в различных естественных и тестовых ситуациях. Наблюдательность, о которой неоднократно напоминал нобелевский лауреат академик Иван Павлов, и современные методы бесконтактных нейрофизиологических исследований помогли

реально продвинуться в познании работы нервной системы. Наномир взаимодействий на молекулярном и клеточном уровнях мозга включает транспорт и выброс сигнальных молекул в синаптическую щель, просвет которой — около 20 нм, активацию транспортных молекул и синтез новых регуляторных и энергетических субстанций, формирование постсинаптических потенциалов и многое другое [2]. В результате возникает потенциал действия, который является итогом множества мембранных, внутри- и внеклеточных процессов и одновременно командным сигналом для исполнительных органов во всем организме. При получении таких сигналов сердце и дыхание усиливают

или ослабляют деятельность, изменяется тонус мышц, совершаются произвольные движения, выделяются гормоны и иные регуляторные субстанции, появляются улыбка или грусть, произносятся слова, порой гениальные.

Межнейронные взаимодействия — условие объединения нервных клеток в структуры, которые обрабатывают информацию о внешнем и внутреннем мире и на основе опыта принимают решения, направленные на адекватное реагирование в конкретной обстановке и в то же время на сохранение единства организма в любых ситуациях. Таким образом, без нано- и микромира взаимодействий невозможно единство макромира — человеческого организма, который, как считал основоположник физиологии в России Иван Сеченов, нельзя рассматривать отдельно от внешней среды. Следовательно, макромир — это человек в окружающем его мире, без которого, собственно, индивидуум существовать не может.

Особого внимания заслуживают нейрофизиологические механизмы объединения нано- и микромира. Именно регуляция разнообразных функций организма мозгом в изменяющихся условиях среды обеспечивает работоспособность, адекватное поведение в обществе, выживаемость, воспроизведение себе подобных, конкурентоспособность, воплощение за-

думок в различные творения, эмоциональное выражение мыслей, чувств, движений и т.д. Закономерности контроля различных процессов в организме в ходе взаимодействия с внешней средой изучает нейрофизиология.

Известно, что наборы генов у неандертальца и современного человека различаются лишь на 0,1%. Таким образом, за многие отличительные признаки *homo sapiens*, обеспечившие превосходство в интеллектуальном отношении, отвечает 0,1% генов. Интеллект сыграл значимую роль в процессе эволюции. Не случайно Микеланджело вопреки существовавшему мнению о местоположении души и «зарождении нервов в сердце» поместил Бога на знаменитой фреске «Сотворение Адама» в Сикстинской капелле на облаке, контуры которого полностью повторяют очертания головного мозга (рис. 1).

Возникает традиционный вопрос о роли наследственных и приобретенных признаков в процессе филогенеза. Не является ли 0,1%-ный набор генов тем, который отвечает за особенности развития центральной нервной системы? Что обеспечивает формирование гениальных мыслей в мозге одного человека и рождение чудовищ, не только во время сна, в воображении другого? Какие механизмы отвечают

за принцип избыточности в период развития ребенка в утробе матери и массовую гибель нервных клеток в разные периоды онтогенеза? Насколько эффективно восполнение дефекта в ткани мозга за счет его собственных стволовых клеток? Сопоставимы ли возможности такого восполнения с регенеративными процессами утраченного хвоста ящерицы? Насколько многому можно научиться, познавая закономерности природы, продвигаясь таким образом и в развитии клеточных нанотехнологий?

Нельзя не остановиться на проблеме эгоистичного отношения *homo sapiens* к природе. Изменение окружающего мира, в том числе и благодаря 0,1%-му набору генов, фактически поставило человечество, как вид, на грань вымирания (кстати, так и неизвестны причины вымирания неандертальцев). Горе от ума? Или разум вновь продемонстрирует торжество над косностью и примитивизмом?

В период индивидуального развития многоклеточный организм после эмбриональной стадии проходит период роста, затем — созревания и зрелости, в дальнейшем — старости, неизбежно заканчивающейся полной декомпенсацией процессов развития с наступлением смерти. В течение этих этапов тонко регулируется

согласованное формирование как отдельных клеток, так и всего организма в целом. У животных координация разнообразных процессов в течение жизни обеспечивается сложными нейрогуморальными механизмами. На их совершенствование направлено эволюционное развитие живых существ. При этом особого совершенства достигает контроль различных функций нервной системой, что особенно важно для оптимального взаимодействия особи с внешней средой. Парадоксально, но именно нервная система у высокоорганизованных организмов может являться не только высшим аппаратом интеграции разнообразных функций, но и своеобразным индуктором необратимых процессов, заканчивающихся порой внезапной смертью, включая суицид.

В последние годы внимание ученых привлекают механизмы, связанные с гомеостазисом ионов, которые обеспечивают широкий спектр реакций нервной клетки на воздействия. Кальций-, калий-, натрий-зависимые механизмы участвуют в инициации и развитии ответов, связанных с формированием и поддержанием структуры нейронов, регуляцией их метаболизма, передачей сигналов, синаптической пластичностью и памятью. Для купирования повреждающего действия гипоксии на мозг предложены различные лекарствен-



Рис. 1. Микеланджело Буонаротти. Одна из росписей свода в Сикстинской капелле — «Сотворение Адама»

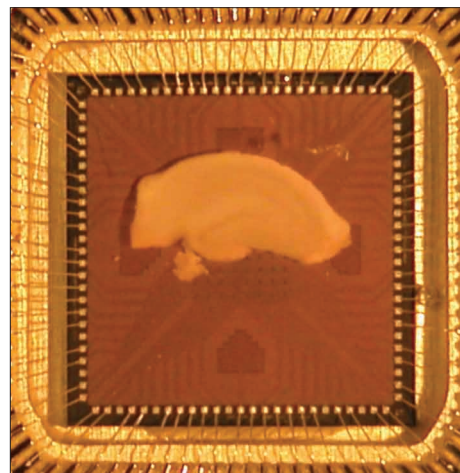


Рис. 2. Срез мозга на поверхности планарного микроэлектродного массива

ные препараты, способные повышать устойчивость мозга (и всего организма) к недостатку кислорода и облегчающие нормализацию функций и метаболизма в центральной нервной системе. Среди этих средств особое место занимают препараты, препятствующие нарушению гомеостаза кальция в нервных клетках. Один из механизмов кальций-опосредованного повреждения нейронов — перекисное окисление липидов и белков, а кальций-зависимого повреждения клеток в центральной нервной системе — избыточное накопление в нервной ткани возбуждающих аминокислот, монооксида азота, пероксинитрита и других нитро-соединений. В связи с этим возрастает значимость исследований, направленных на конкретизацию роли кальциевых антагонистов (блокаторов входа кальция, модуляторов кальций-связывающих белков). Известно также, что антигипоксанта, относящиеся к различным классам лекарственных препаратов, оказывают единый неспецифический эффект на механизмы клеточного адаптогенеза. В центральной нервной системе антигипоксанта проявляют свойства препаратов с неспецифическим нейротропным действием.

В лаборатории психонейрофизиологии и онкогенеза Института физиологии НАН Беларуси анализируют в эксперименте на срезах мозга новые превентивные механизмы при гипоксии и травме нервной ткани. Предлагаются возможные пути решений на нано- и макроуровнях восстановления контролирующей функции мозга в экстремальных ситуациях. Врачу-реаниматологу новые сведения о препаратах, способствующих возвращению жизненно важных функций организма, необходимы для создания комплекса методов, направленных на поддержание гомеостаза. После возобновления деятельности сердца и вентиляции легких возникают новые проблемы, связанные с восстановлением функций мозга. Так, присутствие характерного паттерна волн на электроэнцефалограмме является ключевым критерием для дальнейшего выбора реанимационной тактики. Отсутствие электрической активности мозга на ЭЭГ более 30 минут после возобновления

дыхания свидетельствует о тяжелом его поражении и требует проведения активных терапевтических мероприятий. Помимо регистрации электроэнцефалографической кривой необходим мониторинг электросубкортикаграммы, с особым акцентом на регистрацию биоэлектрической активности в каудальных отделах ствола головного мозга, где, собственно говоря, и расположены жизненно важные центры. Сохранение активности в этих отделах вселяет надежды на восстановление витальных функций. Для человека это лишь первый шаг на пути к возобновлению полноценной жизнедеятельности, связанной с физическим и психическим здоровьем. Возвращение к нормальной социальной жизни будет определяться не столько функциональным состоянием нейронов в каудальных отделах ствола головного мозга, сколько отсутствием необратимых изменений в тех его отделах, которые отвечают за интегративную деятельность, то есть надо научиться предотвращать гибель клеток в коре больших полушарий. Гибель этих клеток ведет к уничтожению личности, потере способности к независимому существованию. Яркий пример невосполнимых дефектов лобных отделов мозга — последствия лоботомии. Нервные клетки, будучи высокоспециализированными элементами нервной системы, не обладают способностью к регенерации. После гибели нейронов нарушенные функции мозга могут быть устранены только путем организации нового уровня синаптических взаимодействий между уцелевшими клетками (что обеспечивается высокой пластичностью взаимоотношений элементов нервной системы), а на современном уровне технологий — активацией стволовых клеток мозга. Пластичность нервных клеток является основой для восстановления утерянных функций во время трансплантации нервной ткани или диссоциированных клеток мозга в различные отделы центральной нервной системы. Однако трансплантация эффективна лишь при условии активации в мозге механизмов компенсации, связанных с перестройкой взаимоотношений между уцелевшими нейронами и клетками трансплантата.

Если не удастся активировать эндогенные механизмы компенсации функций мозга, то альтернативой являются нанобиоинформационные системы [4]. Проблема разработки миниатюрных автоматизированных устройств, которые помогали бы людям справляться с имеющимися заболеваниями центральной нервной системы как врожденного, так и приобретенного характера актуальна и давно занимает исследователей, работающих в разных областях науки. Первые попытки создания биочипов были предприняты еще в 80-х гг. XX в., когда ученый мир хотел расшифровать геном человека. Позднее, с развитием нано- и биотехнологий, эти работы активизировались в научных учреждениях разных стран, в том числе и в лаборатории психонейрофизиологии и онкогенеза Института физиологии НАН Беларуси. Базовые исследования в этой области в республике проведены на физическом факультете БГУ под руководством профессоров Николая Поклонского и Сергея Черенкевича, с которыми у специалистов нашего института налажено творческое взаимодействие. Эти перспективные изыскания не могли бы состояться без увлеченной работы научного сотрудника Павла Молчанова, являющегося своеобразным локомотивом команды, разрабатывающей отечественные биочипы. Недаром на последнем конкурсе устройств и идей в области биосенсоров представители корпорации Cypress University Alliance (Сан-Хосе, США) наградили его дипломом за лучший инновационный дизайн в этой области в Европе. Биочипы способны регистрировать функциональное состояние культуры нервных клеток или срезов мозга [5, 7]. Разработки коллектива лаборатории направлены на поиск оптимальных условий культивирования клеток на планарных сенсорах с целью их обучения для последующей трансплантации в поврежденные травмой или заболеванием участки мозга. Помимо этого ученые сосредоточили усилия на анализе сигналов в гиппокампе, который регулирует процессы запоминания и обучения. На рис. 2 представлен опытный образец планарного сенсора, приспособленного для оценки межнейронных

коммуникаций в гиппокампе. Контуры последнего напоминают очертания головного мозга, что подчеркивает его центральную роль в мозговой деятельности.

На уровне гиппокампа анализируются синаптические механизмы передачи сигналов. Эффекты на постсинаптической мембране определяются не столько химической природой медиатора, сколько природой рецепторов постсинаптической клетки, функциональным состоянием мембран, особенностями метаболических процессов, экспрессией новых рецепторов. Ключевой для нервной системы химический путь передачи сигналов через синапсы дополняется объемным способом доставки сигнальных молекул. Находящиеся в мембране нейрона на расстоянии в сотни нанометров от синаптического образования рецепторы способны взаимодействовать с поступающими из синаптической щели медиаторами (*spillover* — растекание) и вносить изменения в цепь процессов, сопровождающихся формированием потенциала действия. Модулирующие влияния могут быть настолько значимыми, что происходит облегчение условий передачи сигналов или, наоборот, блокада механизмов формирования потенциала действия. Последнее сопровождается нарушением контроля функций и наблюдается, например, в период депрессий. Эффективных способов борьбы с этим недугом нет до сих пор.

В лаборатории психонейрофизиологии и онкогенеза Института физиологии изучается еще один внесинаптический путь модуляции межнейронных коммуникаций [2]. Речь идет о значимости функционального состояния внеклеточного матрикса в процессах взаимодействия клеток. Основу внеклеточного матрикса мозга составляют гликозаминогликаны, протеоглики и гликопротеины, которые, располагаясь между популяциями нейронов, глиальных клеток, микрососудов, способствуют формированию межклеточных контактов в процессе созревания нервной ткани. Во взрослом возрасте элементы внеклеточного пространства являются средой для развития пластических процессов в моз-

ге. Молекулы клеточной адгезии матрикса (интегрины, лептины), кадгерины, ламинины составляют важное звено механизма синаптической пластичности, в частности долговременной потенциации — основы памяти и обучения.

В современных исследованиях функций мозга используются люминесцентные полупроводниковые биосистемы, построенные с применением нанокристаллов, уникальность которых заключается в том, что клетки не гибнут в присутствии этих «инородных» наночастиц [4].

Говоря о нейрофизиологических механизмах, нельзя не упомянуть проблему боли [3, 6]. Острые и хронические боли изнуряют многих больных. Несмотря на рост числа различных анальгетических препаратов, проблема эффективного обезболивания до сих пор не решена. Длительные болевые ощущения разрушают организм и не играют защитной роли в отличие от кратковременных, информирующих организм об опасности.

Изучая механизмы болевого восприятия, ученые лаборатории психонейрофизиологии

и онкогенеза Института физиологии совместно с сотрудниками Университета Эрлангена-Нюрнберга (Германия) экспериментально доказали, что в формировании хронических болей важную роль играет гиппокамп. Его нервные клетки чувствительны к капсаицину (вытяжке из жгучего красного перца, популярного в среде гурманов). Общеизвестно, что это вещество является классическим маркером боли. Экспериментальное открытие белорусских исследователей позволяет создать ряд новых приемов лечения хронических болей, основанных на применении препаратов (таблетки, микстуры), содержащих капсаицин, который из желудочно-кишечного тракта проникает через кровь в мозг. В мире уже выпускаются мази, гели на основе капсаицина для снятия болей в суставах, однако никто из зарубежных ученых не предполагал, что таким же образом можно оказывать обезболивающий эффект и через структуры мозга. Научиться управлять этим механизмом — задача современной клинической нейрофизиологии.

Литература

1. Антипенко А.А., Пашкевич С.Г., Кульчицкий В.А. Роль каудальных отделов ствола головного мозга в фотопериодической регуляции биологических ритмов организма // Новости медико-биологических наук. 2008, №1—2. С. 33—40.
2. Гаркун Ю.С., Якубович Н.В., Денисов А.А., Молчанов П.Г., Емельянова А.А., Пашкевич С.Г., Кульчицкий В.А. Особенности формирования возбуждающих постсинаптических потенциалов при изменении функционального состояния гликозаминогликанов // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. Т. 145, 2008, №4. С. 372—374.
3. Ильясевич И.А., Белоенко Е.Д., Мазуренко А.Н., Кульчицкий В.А. Перспективы нейрофизиологических наблюдений при дегенеративно-дистрофических заболеваниях позвоночника // Наука и инновации. 2007, №5. С. 24—27.
4. Яшин К.Д., Терпинская Т.И., Осипович В.С., Лемеш Р.Г., Кульчицкий В.А. Нанобиополупроводниковая система визуализации клеток // Нано- и микросистемная техника. 2008, №12 (101). С. 48—52.
5. Massobrio P., Martinoia S. Modelling small-patterned neuronal networks coupled to microelectrode arrays // J. Neural. Eng. Vol. 5, No 3, 2008. P. 350—359.
6. Roch M., Messlinger K., Kulchitsky V.A., Tichonovich O.G., Azev O.A., Koulchitsky S.V. Ongoing activity in trigeminal wide-dynamic range neurons is driven from the periphery // Neuroscience. Vol. 150, No 3, 2007. P. 681—691.
7. Yu H., Cai H., Zhang W., Xiao L., Liu Q., Wang P. A novel design of multifunctional integrated cell-based biosensors for simultaneously detecting cell acidification and extracellular potential // Biosens. Bioelectron. Vol. 24, No 5, 2009. P. 1462—1468.

фото Александра Костыко



Предположу, что большинство людей на вопрос «Что делает мозг?» с ходу ответят: «Думает». И, если процитировать выражение одного из героев известного произведения братьев Стругацких «Сказка о тройке»: «Думатель у него внутри», — этим «думателем» как раз таки являются нервные клетки, нейроны. Пресинаптические окончания нейронов стали основным объектом изучения исследовательской нейрохимической группы Института биофизики и клеточной инженерии НАН Беларуси. О том, какие загадки удалось разгадать белорусским ученым в этом чрезвычайно сложном сегменте науки и на какие вопросы еще предстоит найти ответы, рассказывает руководитель группы, старший научный сотрудник лаборатории биофизики и инженерии клетки кандидат биологических наук Сергей ФЕДОРОВИЧ.

Синапсы и синапсомы с точки зрения биофизика

— Клетки головного мозга — нейроны — при рассмотрении под микроскопом по форме напоминают осьминогов со множеством щупалец-аксонов и дендритов, которые заканчиваются на теле другого нейрона. Пресинаптические окончания аксонов очень важны для функций мозга, поскольку они во многом определяют, какой сигнал перейдет с одного нейрона на другой, а какой нет.

— Каким опытным материалом вы пользуетесь в своих исследованиях?

— Из мозга крысы путем гомогенизирования и центрифугирования в сахарозе получаем пресинаптические части нейронов. Они способны сохранять некоторые свойства нервных клеток и в оторванном от основного тела виде, хранить и в ответ на электрический импульс освобождать нейромедиаторы. С помощью этих специальных веществ синапсы замыкают и размыкают нейрональные цепи, и от их работы зависят наши память, эмоции, мысли. Каждый из нас, по большому счету, представляет собой сумму работающих синапсов.

— Довольно неожиданное сравнение для такого сложносочиненного объекта, как человек. Насколько важны для нас исследования в этой области?

— Их трудно переоценить. Ведь освобождение или действие нейромедиаторов, изучением которых занимается наша научная группа, можно регулировать фармакологическими средствами. Многие лекарственные препараты, необходимые для излечения таких недугов, как инсульт, шизофрения, болезнь Паркинсона и другие, имеют так называемую мишень — молекулу, с которой они связываются в организме человека. Это такой своеобразный ключ, с помощью которого болезнь можно «запереть на замок». Например, в медицинской практике с древних времен известен сильнейший яд — токсин ботулизма. Его действие на молекулярном уровне состоит в том, что он разрезает или, проще говоря, расщепляет нейробелки, которые, собственно, и обеспечивают освобождение нейромедиаторов. Этим ядом можно «распорядиться»

по-разному: одно дело, когда он вместе с консервированными овощами в большом количестве попал к нам в организм — без врачебной помощи человек, как правило, умирает. И совсем другое, когда в косметологических целях ввести небольшую дозу токсина подкожно — получим эффект разглаживания морщин. Паралич происходит в обоих случаях, но в первом ведет к гибели, а во втором — поддерживает мышцы в тонусе в течение примерно года, пока действует инъекция. Это прямое внедрение в практику результатов фундаментальной науки.

Учеными установлено, что влияние практически всех наркотиков, в том числе и никотина, основано на освобождении, связывании или захвате нейромедиаторов. Так же работают и антидепрессанты, ингибируя их обратный захват. Благодаря данному открытию появилось множество фармакологических возможностей для контроля этого процесса.

— Что сделано в этом направлении вашей группой?

— Мы изучаем, как данный процесс регулируется в норме и при моделях разных болезней. Например, в прошлом году у нас вышло 2 статьи в американских журналах «Нейрокемикал Рисерч» и «Брейн Рисерч». Первая — о белках интегрин, их дополнительных функциях в регуляции освобождения нейромедиаторов. Такие белки есть фактически во всех клетках нашего тела. Хорошо известна их функция в лимфоцитах, лейкоцитах и других клетках крови. В них интегрины обеспечивают связывание лейкоцитов со стенками сосудов, исследована также их роль в онкологических клетках — они часто отвечают за метастазирование и связывание субстратов. Оказалось, что интегрины есть в синапсах, и там их значение было не совсем понятно. Считалось, что они могут быть осмосенсорами. Мы показали, что для центральных синапсов эта группа белков таковыми не является, а представляет собой рецепторы для некоторых тяжелых металлов, например гадолиния.

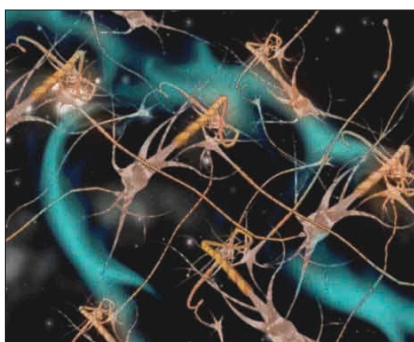
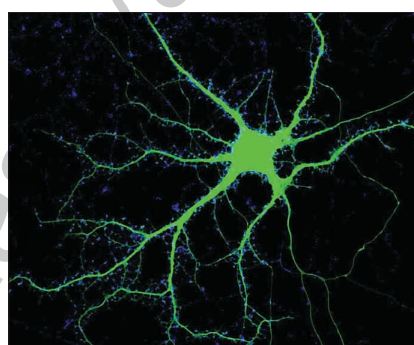
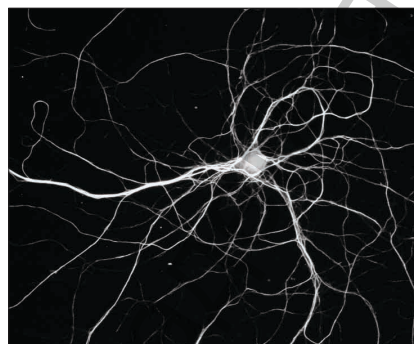
Во второй работе мы установили некоторые биохимические изменения головного мозга, вызванные веществами, содержащими наночастицы железа. Конечно, назвать это сугубо нашим открытием нельзя, в научном сообществе давно изучается и обсуждается данная проблема. Эксперименты на животных доказали: если они дышат аэрозолями наночастиц металлов, определенный их процент оседает в различных клетках мозга, что неизбежно приводит к нейродегенеративным изменениям. Но мы в своих исследованиях в этом направлении продвинулись на шаг вперед и описали механизм, как наночастицы железа могут повреждать мозг и как их воздействие приводит к гибели нейронов.

— Как наночастицы могут оказаться в мозге человека?

— Мозг достаточно чувствителен к их действию. Он отделен от остальных частей тела гематоэнцефалическим барьером, через который многие вещества проникнуть не могут. А вот наночастицы оказались исключением. Они в состоянии попасть туда почти беспрепятственно. Мы можем получить их в процессе раз-

личных новых методов диагностики, где они используются в качестве контрастных агентов, например в ядерном магнитном резонансе. Но, как говорится, нет худа без добра. По мнению некоторых ученых, способность наночастиц свободно перемещаться может быть использована для целенаправленной доставки лекарств.

Вообще, мозг очень пластичный. Например, известно, что паркинсонизм — это болезнь, вызванная гибелью дофаминэргических нейронов в полосатом теле. Оказалось, что первые симптомы возникают только тогда, когда погибает очень большое их количество — 70—80%. Гибель



меньшего их числа никак не отражается на здоровье.

— Назовите причины, вызывающие этот страшный недуг.

— В основном он связан с особенностями генов, которые кодируют предрасположенность к нему. Самый известный белок — сайнуклеин, выполняющий множество важных функций, находится в ядре нейрона и в синапсах. К болезни склонны люди, у которых в этом белке происходят мутации. Вторая причина — внешние факторы. Доказано, что к ним относят гербицид паракват и инсектицид ротенон. При их воздействии у лабораторных животных в подавляющем большинстве случаев начинается паркинсонизм. Кроме того, он вызывается еще одним веществом — МПТП. История его открытия очень необычна. Около 20 лет назад в Калифорнии у молодых людей были отмечены случаи болезни Паркинсона, хотя прежде клиническая медицина не фиксировала их в таком возрасте. Оказалось, что недуг был связан с употреблением абсолютно нового, до этого не известного науке синтетического наркотика, случайно полученного умельцем-любителем, который кустарным способом пытался синтезировать амфетамин, а вместо него изобрел МПТП. Он вызывает у человека и животного настолько классическую модель паркинсонизма, которая нисколько не отличается от клинической.

— Какими исследованиями вы занимаетесь сейчас?

— Активно изучаем пресинаптические рецепторы нейромедиаторов, прежде всего глутамата. Он один из основных нейромедиаторов, то вещество, которое освобождается из нейрона при возбуждении. Как показывает практика, аминокислота глутамат чрезвычайно токсична для нейронов и способна привести к гибели целых отделов мозга. В связи с этим очень интересно такое явление, как эксайтотоксичность (от англ. excite — возбуждать), сравнительно недавно открытое учеными. В большинстве случаев при инсульте, который по статистике является третьим убийцей в мире, человек умирает не сразу после

удара. Процесс развивается несколько дней, а то и недель, то есть клетки мозга гибнут не сразу. Понятно, что в очаге поражения, когда прекращается кровообращение, они отмирают очень быстро, и это легко объяснимо: нет притока крови, а значит, кислорода. Но, что самое интересное, через некоторое время начинают погибать клетки и в иных участках мозга. Получается, что они каким-то образом связаны с поврежденным очагом и гибель одних нейронов может приводить к гибели других. Начали изучать химическое вещество, которое переносит данный сигнал. Оказалось, в большинстве случаев это глутамат.

— Но ведь он является ингредиентом многих продуктов — бульонных кубиков, различных приправ?

— Да, его появление опровергло долгое время существовавшую догму о четырех классических вкусах: соленом, кислом, сладком и горьком. По современным нейробиологическим представлениям их пять, и последний — умами — и есть глутамат, с помощью которого можно смоделировать вкус мяса. Супы быстрого приготовления, приправы, соусы, колбасы при применении этой пищевой добавки становятся гораздо аппетитнее. В то же время у многих людей на нее развивается нестандартная реакция, которая на Западе получила название «синдром китайского ресторана». К счастью, вместе с пищей он в мозг почти не проникает. Рецепторы глутамата есть в клетках крови, но во внеклеточной жидкости мозга его уровень очень низок. Видимо, у некоторых людей он может повышаться от пищи, содержащей этот усилитель вкуса. Когда было установлено, что основной нейромедиатор мозга может быть сигналом смерти для других клеток, фармакологи синтезировали огромное количество антагонистов, способных менять связывание и действие рецепторов, для лечения инсульта. Но оказалось, что побочных эффектов от них больше, чем пользы. Многие препараты вызывают ярко выраженные психические расстройства. Самое известное из них — сильный анальгетик кетамин. Его активно использовали в ветеринарии, но

после обнаружения тяжелых побочных действий он был запрещен. Другие вещества, которыми можно было бы лечить инсульт, не отработаны на практике. По официальным данным, в мире около 99% клинических испытаний новых лекарств против инсульта в результате оказываются неудачными. Это говорит о том, как мало мы знаем о действии нейромедиаторов в норме и при патологии. Недавно мы начали исследования по изучению действия пресинаптических рецепторов глутамата. По данной тематике статей почти нет.

— Получены ли вами предварительные результаты этой работы?

— Они пока не опубликованы, но первые наброски чрезвычайно интересны. Мы выяснили, что при действии глутамата происходит окислительный стресс в синапсах. Считается, что при избыточной активации рецепторов он убивает нейроны двумя механизмами: происходит активация протеаз, расщепляющих другие белки, и образуются свободные радикалы, которые повреждают остальные части клеток. Оказалось, что этот процесс можно изучать, не тратя огромные средства на дорогостоящую аппаратуру, а используя наш любимый объект — синапсомы — и получить ответы на чрезвычайно актуальные вопросы: какой тип рецепторов ответственен за это — тот же, что для постсинаптических нейронов, или другой, такие ли классы рецепторов участвуют в пресинаптическом окончании, как и в постсинаптическом? Теоретические исследования в данном направлении позволят фармацевтам разработать эффективные антиоксиданты, лекарства от инсульта и шизофрении. Последняя, по современным научным представлениям, вызвана в том числе и дисфункцией глутаматных рецепторов.

— Рецепторы глутамата — это планы на будущее, а что вам кажется наиболее интересным из ваших прошлых работ?

— Осмотическая регуляция освобождения нейромедиаторов — основная тема наших исследований в течение несколь-

ких лет. По ней опубликовано 8 статей в международных журналах, а моя коллега Татьяна Васин защитила кандидатскую диссертацию. Что такое осмос? Если, к примеру, огурец поместить в обычную воду, он разбухнет, потому что осмотическая сила действует извне клетки, если же в соленую — сморщится, так как эта сила направлена на то, чтобы сжать огурец. Дело в том, что раствор, в котором есть концентрация солей, имеет определенную осмотическую силу, если нет, то соль, содержащаяся в клетке, приводит к ее разбуханию.

Оказалось, что такая же осмотическая сила есть и у крови. Она меняется по каким-то причинам. Это могут быть заболевания печени, почек, употребление большого количества жидкости или алкоголя. Наши работы были посвящены проблемам влияния изменений осмотичности на освобождение нейромедиаторов. Дело в том, что подобное воздействие позволяет смоделировать такое распространенное и тяжело поддающееся лечению заболевание, как отек мозга.

— И что сделано для приближения к этой цели?

— Мы пытались разобраться, что происходит с мозгом в этом случае, и создать модель данной патологии. С ее помощью мы искусственно увеличивали или снижали осмотичность, а в мозге при настоящем отеке она меняется под влиянием многих факторов, прежде всего изменения ионного транспорта. Нами показано уменьшение захвата и увеличение освобождения нейромедиаторов в случае гипотонического набухания клетки, когда снаружи осмотичность больше, чем внутри, и сделан вывод о том, что это может привести к повреждению мозга. В научно-экспериментальной модели с большей или меньшей степенью достоверности мы повторили то, что происходит в живом организме, и показали новый молекулярный механизм освобождения нейромедиаторов. Предполагаем, что результат нашей работы даст мощный практический выход — новую стратегию борьбы с отеком мозга.

Ирина ЕМЕЛЬЯНОВИЧ

Когда диагноз перестает быть приговором

Рассеянный склероз (РС) — тяжелая болезнь, при которой поражаются головной и спинной мозг, зрительные нервы. В списке причин полной инвалидности в продуктивном возрасте РС занимает третье место после травм и ревматологических патологий. Самый высокий уровень заболеваемости наблюдается среди представителей европеоидной расы, живущих в умеренном климате. По числу пациентов с таким диагнозом Беларусь находится среди лидеров. О том, как отечественная медицина борется с этим недугом, рассказывает заведующий кафедрой нервных и нейрохирургических болезней Белорусского государственного медицинского университета доктор медицинских наук, профессор Александр ФЕДУЛОВ.

— До начала XXI в. рассеянный склероз считался неизлечимым. Однако благодаря фундаментальным и клиническим научным исследованиям его удалось перевести в разряд фармакологически контролируемых заболеваний. Как известно, нейроны имеют отростки, аксоны, по которым проходят нервные импульсы. Чтобы обеспечить нормальную скорость проведения последних, они покрыты особым веществом — миелином, функция которого подобна изоляции на электрических проводах. Сегодня общепризнано, что рассеянный склероз — это аутоиммунное хроническое воспалительное заболевание, связанное с потерей аксонами их оболочки, то есть с демиелинизацией.

В основном при РС нервная система страдает из-за сбоя иммунитета. Антитела человека, которые в норме защищают нас от инфекций, начинают разрушать организм, распознавая «свои» клетки как «чужие». При РС такими мишенями для антител

становятся клетки, продуцирующие миелин. При этом нарушается передача нервных импульсов, что приводит к разнообразной неврологической симптоматике. Точные причины, почему происходит иммунный сбой, установить невозможно. Тем не менее врачам сегодня удается бороться с его последствиями. Существует несколько технологий, которые предполагают коррекцию иммунного нарушения. Одна из самых эффективных — высокодозная полихимиотерапия с последующей аутологичной трансплантацией гемопоэтических стволовых клеток. Ее суть заключается в следующем: с помощью полихимиотерапии «стирается» память иммунной системы, чтобы она смогла начать нормально функционировать. К сожалению, при этом кроме популяции клеток данной системы, выполняющих вредоносную функцию, уничтожаются и те, которые в костном мозге отвечают за выработку, например, тромбоцитов, эритроцитов и т.д. Поэтому предпринимаются меры для минимизации этого осложнения: еще до начала химиотерапии у пациента по специальной технологии с использованием гравитационной хирургии крови забирается определенная популяция стволовых кроветворных клеток. Затем, после осуществления функциональной переустановки иммунной системы, они возвращаются человеку, и из них начинают расти те клетки, которые восстанавливают нормальное количество эритроцитов, лейкоцитов и т.д.

Сегодня можно констатировать, что в Беларуси эта технология уже стала стандартом лечения. Конечно, есть и противопоказания. В основном данный курс проходят люди с фармакорезистентными формами рассеянного склероза, когда



фото Владимира Лебедева

традиционные формы лечения уже не помогают. Однако стало очевидным, что даже в фазе достаточно благоприятного течения болезни имеет смысл забирать у пациентов стволовые клетки и хранить их, чтобы потом, когда наступает декомпенсация, можно было успешно приступить к указанной процедуре.

Белорусские исследователи не являются пионерами в этой области медицины, но у них есть свои уникальные наработки. Какой бы эффективной ни была технология высокодозной полихимиотерапии с последующей аутологичной трансплантацией гемопоэтических стволовых клеток, вероятность того, что в костном мозге все-таки останется часть вредоносных клеток, достаточно велика. Поэтому на Западе больным «в нагрузку» проводят курс тотального облучения организма. Безусловно, это дает побочные негативные эффекты. Наши медики пошли иным путем: еще на предтрансплантационном этапе человеку вводится отечественный препарат лейколадин, который воздействует на опасные клетки, дополнительно снижая их концентрацию. Результаты исследований 2004—2008 гг. свидетельствуют о том, что состояние пациентов, к которым применялась данная методика лечения, значительно улучшалось.

Владимир ЛЕБЕДЕВ

Многие процессы, происходящие в головном мозге, до сих пор покрыты завесой тайны. Особенно интересно изучение связи между его работой и психикой человека. Исследованиями в этой области занимаются во всем мире, в том числе в нашей стране. В феврале текущего года было открыто единственное в своем роде для Беларуси учреждение — Республиканский научно-практический центр психического здоровья. О задачах, планах и конкретных направлениях его деятельности нам рассказали директор РНПЦ доктор медицинских наук, профессор Сергей ИГУМНОВ и его заместитель по научной работе доктор медицинских наук Татьяна ДОКУКИНА.

— **Сергей Александрович, почему мы по-разному воспринимаем сложные жизненные ситуации?**

— Существует достаточно непростая система реагирования человека на перегрузки. Она, безусловно, носит психофизиологический характер. На первом этапе восприятия ситуации мы в долю секунды определяем ее важность для нас. И наиболее остро реагируем на ту, которая несет нам ущерб, вызов, мешает реализации главных потребностей — в еде, защищенности, уважении и т.д. Недовольство всей этой пирамидой нужд или некоторыми из них приводит к возникновению стресса. Угроза каким-то базовым надобностям воспринимается различными индивидуумами, как правило, одинаково, и затем у них включаются первичные, эволюционно обусловленные механизмы защиты. Они могут быть разными: борьба, реакция мнимой смерти, бегство. Люди, у которых преобладает механизм борьбы, чаще становятся лидерами независимо от возраста или уровня образования. Они преодолевают трудности, не унывают. Реакция мнимой смерти возникает, как правило, в экстремальных ситуациях, человек будто бы застывает, его активность парализуется. Самый распространенный тип защиты — механизм бегства. Мы гоним от себя мысли о негативной ситуации, переключаемся на что-то другое. Разнообразие форм реагирования на стресс проявляется в проблемно-решающем поведении, которое осознанно и отличает *homo sapiens* от животных.

Выделяют два основных типа стратегий поведения: активные и пассивные. При-



В центре внимания — психическое здоровье

мером первой может служить поиск социальной поддержки. В крайних случаях нас выручает механизм обесценивания утраченного — «не очень-то и хотелось». К пассивным формам психологической переработки ситуации относится в первую очередь реакция избегания. Она, как правило, сопровождается употреблением алкоголя и наркотиков.

— **Борьба с различного рода зависимостями — одна из основных задач вашего центра?**

— Эта проблема действительно очень серьезная. С 1995 по 2008 г. количество наркозависимых людей в Беларуси увеличилось в 4,5 раза и составляет сейчас 10 647 человек. И это только верхняя часть айсберга — те, кто выявлен и находится на специализированном учете. По расчетам Центра мониторинга за наркотиками и наркопотреблением, оценочное количество потребителей инъекционных наркотиков составляет не менее 76 тыс. человек или примерно 1,3% взрослого населения страны.

Еще более сложная ситуация с алкоголизмом. Масштабность этой проблемы можно представить исходя из статистических данных. Объем продажи спиртных напитков неуклонно растет: с 2004 по 2008 г. — с 9,4 до 12,39 литра на душу населения. Это не только вредит здоровью, но и нередко приводит к смерти. За прошлый год от причин, в той или иной степени связанных с употреблением алкоголя, погибли 14 317 человек. Он, с одной стороны, растормаживает агрессивные инстинкты, а с другой — делает индивидуума беспомощным. Очень важны тщательные исследования в этой области. Одна из основных наших задач — разработка программ, направленных на предотвращение зависимостей.

— **Открытие вашего центра свидетельствует о том, что психическое здоровье человека сегодня в центре внимания государства.**

— Сейчас в Европе на слуху такое понятие, как стоимость болезней головного мозга. Под ней подразумевается оценка не только традиционных показателей смертности, но и потерянные рабочие дни, недополученный доход, затраты семьи на уход... Статистика неутешительная. Так, в странах Европейского Союза теми или иными заболеваниями головного мозга (включая не только «традиционные» неврологические болезни, но и зависимости, депрессии, слабоумие и т.д.) страдают 127 млн человек, а это ни много ни мало свыше 20% населения региона. У нас столь масштабные исследования пока не проводились, но можно предположить, что в Беларуси такой же среднестатистический уровень.

— **Помимо конкретной психиатрической, медико-психологической и психотерапевтической помощи ваш центр занимается фундаментальными исследованиями. Расскажите, пожалуйста, о них.**

— Научная деятельность приоритетна в нашем центре. Методами компьютерной диагностики мы изучаем особенности

нейрофизиологических механизмов деятельности головного мозга у больных органическими расстройствами. На стыке медицины и социальной психологии находится проект исследования социально-психологических механизмов суицидального поведения подростков и молодежи современных мегаполисов на примере Минска и Санкт-Петербурга. В рамках научно-технического проекта «Медицинская реабилитация и экспертиза» выполняются разработка и внедрение методики нейрокогнитивной реабилитации больных шизофренией. Этим недугом страдает приблизительно 1% населения Земли, что в абсолютном исчислении составляет порядка 70 млн человек.

В сфере нашего внимания все патологии, входящие в большую психиатрию. Работаем над внедрением современных методов диагностики и адекватной терапии психических расстройств, изучением различных актуальных вопросов возрастной психиатрии, в том числе патологического старения головного мозга. В ближайших планах — организация лечебно-консультативного эпилептологического центра. А вообще, главная наша задача — сохранение и восстановление психического здоровья населения. На базе нашего центра будут проводиться семинары психиатров. Мы нацелены на активное взаимодействие с ведущими профильными учреждениями СНГ и Европы.

— **Татьяна Васильевна, как психиатрия объясняет тот факт, что в мире почти каждый четвертый житель страдает той или иной формой психического заболевания?**

— Любая болезнь обусловлена комплексом причин: наследственные факторы, экология, питание и т.д. С точки зрения проявления психических функций человеческая популяция многообразна. Число больных колеблется в определенных пределах.

— **Как на наше психологическое состояние влияет растущий темп жизни и огромный поток информации?**

— Соматических и психических расстройств, связанных со стрессом, в последнее время стало намного больше. Особенно это актуально для крупных городов, где ритм жизни более интенсивен, а нагрузка на мозг значительнее. С другой стороны, из проведенных исследований видно: у человека с высоким уровнем образования, регулярно тренирующего и упражняющего свой мозг, больше шансов на то, что патологическое старение у него не наступит, а старость будет адекватной, с минимальными когнитивными нарушениями или вообще без них. Еще стоит отметить, что во времена различных потрясений, катаклизмов процент людей с пограничными состояниями снижается. Это объясняется тем, что человек концентрируется на решении более важных для себя задач (как выжить, чем прокормиться и т.д.) и меньше внимания обращает на свое психическое состояние. К примеру, во время второй мировой войны число невротических расстройств снизилось в 20 раз.

— **Какие проблемы могут быть решены психотерапевтическими средствами, а какие требуют более серьезного вмешательства?**

— Есть болезни, связанные с органическими поражениями головного мозга внешними факторами, а есть те состояния, которые раньше назывались функциональными расстройствами. Психотерапия может быть действенна при лечении последних, например таких, которые сопряжены со стрессом. При этом нужно понимать, на какой почве развиваются те или иные симптомы. Исключительную важность имеет правильная и своевременная диагностика. В зависимости от полученной информации о каждом пациенте и выбирается адекватная терапия. Одна и та же проблема может решаться по-разному. Кому-то можно помочь словом, другому пациенту нужны определенные лекарства.

Юрий БАКЕРЕНКО

Без вреда живой ткани

В далеком 1791 г. итальянский врач Луиджи Гальвани опубликовал «Трактат о силах электричества при мышечном движении», и с него началось становление электрофизиологии. С появлением электронно-вычислительной техники медики получили возможность выполнять такие диагностические исследования, о которых ранее не смели даже мечтать. Не нанося никакого вреда живой ткани, специалисты могут проникать в самые глубины нервных структур, причем в режиме реального времени. О том, какие методики скрываются за аббревиатурами ССВП и ТМС и как они применяются на практике, нам рассказала руководитель лаборатории клинической электрофизиологии Республиканского научно-практического центра травматологии и ортопедии доктор биологических наук Инесса ИЛЬЯСЕВИЧ.



— Нервная система человека — это своего рода цепь, в которой все взаимосвязано. С периферии вся информация поступает в кору головного мозга, где перерабатывается, после чего идет к мышцам, сосудам. Проще говоря, в восходящем направлении следует чувствительность, в нисходящем — моторная активность.

При диагностировании больных с повреждениями спинного мозга крайне востребованы 2 метода: соматосенсорных вызванных потенциалов (ССВП) и транскраниальной магнитной стимуляции (ТМС). Первый оценивает восходящие сенсорные, второй — нисходящие моторные пути. ССВП регистрируются при электрическом раздражении периферических нервных стволов, а ТМС позволяет фиксировать моторные ответы при воздействии магнитного поля на головной мозг. Разработка нашей лаборатории заключается в том, что оба этих метода мы применяем не только отдельно, но и вместе, производя комплексную оценку проводимости спинного и головного мозга.

В отличие от классических методов электрофизиологической диагностики, которые используются при оценке различных патологий у больных с травмами, ССВП дает возможность осуществлять ее в остром периоде, когда у пациента раз-

виваются процессы центрального торможения, а соответственно, все рефлексы снижены. Благодаря этим особенностям он положен в основу уже ныне применяющегося эффективного интраоперационного мониторинга. С его помощью врачи могут наблюдать состояние спинного и головного мозга, оценивать изменение функций непосредственно во время хирургического вмешательства. Если по параметрам вызванных потенциалов видно, что они находятся на стадии резервных возможностей, в ход операции вносятся определенные коррективы. Это позволяет снизить риск осложнений. За рубежом такой мониторинг обязателен при любом оперативном вмешательстве, у нас он уже апробирован, но его применение пока ограничено.

Если в процесс проведения операций метод ССВП пока только внедряется, то в диагностике он давно широко используется. Благодаря ему определяются нарушения функций спинного мозга не только после травмы или искривлений позвоночника, но и при дегенеративно-дистрофических заболеваниях, сопровождающихся изменениями позвонков, связок, суставов.

Несмотря на то, что в Беларуси метод ТМС используется всего в нескольких ме-

дицинских учреждениях, он — один из самых перспективных. В течение 2—3 минут ТМС дает возможность по параметрам моторных ответов оценить проводимость любых — даже находящихся глубоко внутри организма — путей. В Минске подробные исследования ведутся в Институте физиологии НАН Беларуси.

Исключительная важность таких методов, как ССВП и ТМС, неоспорима. Нередко бывает, что информацию, добытую с их помощью, не может дать использование никаких иных средств. Например, медики часто сталкиваются с такой проблемой, как скрытые признаки нарушения проводимости нервных структур при переломе позвоночника у детей. Они могут быть выявлены только электрофизиологически.

Еще есть такое понятие, как полные и частичные нарушения спинного мозга. Из-за состояния спинального шока, когда все рефлексы угнетены, часто изначально определяются полные нарушения и только некоторое время спустя при помощи вызванных потенциалов выясняется, что какие-то структуры все-таки действуют. Полнота восстановления функций напрямую зависит от исходного состояния пациента, так что правильный и своевременный диагноз — залог выздоровления.

Юрий БАКЕРЕНКО



фото Ирины Емельянович

Нет без трудолюбия ни таланта, ни гения

Талантливый человек талантлив во всем. Эта известная фраза в полной мере относится к академику Игнатию Антонову — почетному гражданину Минска, лауреату Государственной премии, заслуженному деятелю науки Республики Беларусь, основателю белорусской неврологической школы, первому Народному врачу Беларуси. В детстве, которое прошло в деревне Будница на Витебщине, он и не думал быть доктором — мечтал стать учителем. Тогда эта профессия считалась у деревенских детишек самой авторитетной, а persona преподавателя внушала благоговейный трепет. Поэтому выбор будущей специальности был предопределен задолго до окончания семилетки.

— Как теперь помню: раннее летнее утро, отец, еще совсем молодой, запрягает лошадь, а я весь переполнен ожиданием чего-то необычайного, волшебного — мы едем в Витебск подавать документы в педучилище. Но той мальчишеской мечте не суждено было сбыться. В ту пору мне еще не исполнилось четырнадцати, и к экзаменам меня не допустили. А мне так хотелось учиться! Посоветовавшись с отцом, решил поступать в фельдшерско-акушерскую школу — там возрастного ценза не было. В 1940-м окончил ее с отличием и поступил на первый курс Витебского мединститута. Но в октябре меня по спецнабору призвали в Красную Армию. Непокойно было на южной границе СССР. Танковый корпус, в котором я служил военным фельдшером, был переправлен через реку Аракс и дошел до Тегерана.

— То есть война для вас началась до Великой Отечественной?

— В этой точке был локальный конфликт, а когда фашистская Германия напала на Советский Союз, нас тут же передислоцировали в район Ростова. Часть была в срочном порядке доукомплектована, а затем брошена в самое пекло войны, под Сталинград. Там я принял первое боевое крещение. Примерно в сотне километров от города наш танковый корпус под командованием генерал-майора Баданова прорвался через мощную оборону противника и занял железнодорожную станцию Тацинская. Мы оказались в глубоком тылу врага. Здесь были сосредоточены огромные запасы горючего, боеприпасов и продовольствия, недалеко находился крупный немецкий аэродром. Наступление было ошеломляющим, советские танки давили вражеские самолеты, и ни один из них не смог подняться в воздух. Немцы, застигнутые врасплох, голыми выбегали из домов, бросались к аэродрому, и тут их выстрелами в упор встречали наши десантники. Спустя некоторое время фашисты все же смогли взять реванш и, стянув огромное количество солдат и техники, окружили нас. Сражение было тяжелым, кровопролитным и продолжалось четверо суток. Много наших бойцов полегло в том бою, много было раненых. Их санитары и санинструкторы приносили в подвал разрушенного здания, где я оборудовал медицинский пункт. 28 солдат вынес с поля боя сам.

— Игнатий Петрович, каково это — увидеть нечеловеческое лицо войны глазами мирного человека?

— Всю войну я прошел фельдшером танкового батальона. Безусловно, было осознание ее жестокости, бессмысленности и негуманности, но на кону стояло самое главное — наше будущее. На Родину напал враг, и весь народ был сплочен одной идеей — отстоять свободу и независимость своей страны. И это не патетика, не громкие фразы. Об этом свидетельствуют неопровержимые факты истории. Движение сопротивления крепло и ширилось повсеместно, рядовые граждане давали отпор захватчикам, собирали оружие, держали связь с партизанскими формированиями, становились членами подпольных организаций. Так что же говорить о нас, солдатах войны! Конечно, мы сражались за правое дело с одной-единственной целью — победить. Тогда, на станции Тацинская, казалось, что наступил предел человеческому терпению. Но из Ставки Верховного Главнокомандования продолжали поступать приказы: продержитесь еще. И откуда-то находились силы на последнем дыхании держать оборону. Наконец на пятый день получили указание выйти из окружения. Санитары помогли мне погрузить тяжелораненых на танки, автомашины, даже полевую кухню пришлось задействовать, и с боями наш 24-й мотострелковый танковый корпус прорвался из огненного кольца. После этой мясорубки ему присвоили звание гвардейского и назвали Тацинским.

А я получил свою первую награду — орден Красной Звезды.

— Что находилось в то время в сумке фельдшера?

— Снаряжение было нехитрое: валидол, йод, бинты, жгуты... И только в конце войны появилось серьезное подспорье в борьбе с инфекцией — противостолбнячная сыворотка. Главной моей задачей было оказать первую помощь, остановить кровотечение, наложить жгут, повязку или шину при переломе, чтобы отправить раненых в госпиталь для дальнейшего лечения.

— Куда потом повели вас кровавые версты войны?

— После этого была Курская дуга — бой под Прохоровкой. Самые трудные моменты в своей жизни я испытал там. Это было величайшее в истории войн сражение, в котором только танков насчитывалось более тысячи с каждой стороны. Казалось, весь мир был насыщен скрежетом металла, взрывами, стрельбой, грохотом... и превратился в хаос. Обе стороны понесли огромные потери и в живой силе, и в боевой технике. Под градом пуль и бесконечными разрывами снарядов выжить можно было только чудом. Мне приходилось не только перебинтовывать раненых, но и выносить их с передовой. Трудно назвать точное количество спасенных мною сол-

дат. Особенно запомнился командир танковой роты старший лейтенант Мазурин. Его, обгоревшего, я тащил больше километра на плащ-палатке, за что получил медаль «За отвагу» — награду, которую я ценю больше всех.

— Вам довелось участвовать в самых грандиозных сражениях Великой Отечественной...

— В том числе и в операции «Багратион» по освобождению Беларуси. В 1944-м исход войны был уже предрешен и мощные удары Красной Армии были сосредоточены на Минском направлении. Под Смоленщиками наш батальон понес большие потери, был убит командир одного из танков. Поскольку за время своей службы я досконально изучил эту машину и умел ею управлять, мне приказали занять место погибшего. В числе первых 3 июля взвод под командованием Николая Колычева ворвался на улицы Минска. Наш путь лежал с северо-запада столицы в ее центр. В районе Юбилейной площади танк, в котором я находился, был подбит, а я получил ранение. После этого меня отправили в медсанбат, но, подлечившись, я все равно вернулся в свою бригаду. Правда, за это время она уже дошла до Литвы. Затем двинулись в Восточную Пруссию, освобождали Кенигсберг. День Победы встретил в Августовских лесах на территории Польши. За взятие Минска я



День освобождения Минска, 3 июля 1999 г.



Академики Гурин В.Н., Бургасов П.Н. (бывший замминистра здравоохранения СССР), Исаков Ю.Ф., Вотяков В.И., Антонов И.П.

награжден орденом Отечественной войны II степени, а командир взвода Николай Колычев, с которым мы дружили все послевоенные годы вплоть до его смерти, получил звание Героя Советского Союза. Кстати, возле Дома офицеров стоит танк нашего корпуса, тот, что участвовал в освобождении Минска.

— Вы прошли всю войну в качестве медработника и постоянно встречались с болью и кровью, страданиями и смертью. Не хотелось поменять специальность?

— У меня не было ни малейшего сомнения в отношении профессии. Я твердо знал, что должен лечить людей. Поэтому после демобилизации восстановился в Минский мединститут, в октябре 45-го был зачислен на первый курс. Приехал учиться, и 11 января 1946 г. женился, причем на малознакомой девушке.

— Вот это по-военному — пришел, увидел, победил! И что же, без всякой «артподготовки»?

— Свою Лидию Николаевну я встретил за полгода до этого, на приеме в Сталинском райкоме партии Минска, куда меня с товарищами пригласили в составе делегации III Белорусского фронта на первую годовщину освобождения столицы. Это было в июле 45-го, в то время я еще не демобилизовался из армии. Мать Лиды работала заведующей общим отделом районного комитета, а моя будущая жена — секретарем. В честь праздника были устроены танцы, во время которых я об-

ратил внимание на красивую барышню. Это была любовь с первого взгляда. Она танцевала со многими, благо выбор был большой — прославленные воины, Герои Советского Союза. Но я решил во что бы то ни стало познакомиться с ней. Пригласил на танец... А уже на следующий день с тремя друзьями пошел свататься. Правда и неправда узнал адрес — она жила на улице Стрелковой, теперешней Первомайской.

— И она с восторгом встретила ваше предложение?

— В общем-то нет, она даже не сразу поняла, кого ей прочат в мужа, и переспросила: «Так кого вы предлагаете мне в качестве жениха? Антонова?» В этот же день мы уезжали, и она пошла провожать нас на вокзал. Я робко попросил ее писать, и она обещала. Слово свое сдержала и отвечала на мои письма. Получилось так, что до свадьбы у нас практически не было ни свиданий, ни ухаживаний, а прожили вместе 63 года. И прожили хорошо.

— Игнатий Петрович, поделитесь формулой счастливого брака!

— В нашей семье никогда не было серьезных разладов. Мы жили одни, без родительской опеки и помощи, строили свои отношения так, как считали нужным. Сейчас молодые нетерпимы, независимы, не успеют приглядеться друг к другу, привыкнуть, глядь — уже и разбежались в разные стороны. А нам некуда было бежать. Если возникал конфликт, расходились по разным углам, даже не по комнатам — комна-

та была одна в студенческом общежитии мединститута напротив 1-й клинической, а через час опять были вместе. Кстати, из этой комнаты Лидя пешком отправилась в больницу — надо было только дорогу перейти — рожать в нашего первенца Валеру, который появился на свет в 1947-м. Дочь Галя родилась через 5 лет.

— То есть вы стали отцом, будучи студентом? И стипендии хватало, чтобы содержать семью?

— Я с отличием окончил институт, со второго курса был сталинским стипендиатом и получал неплохие по тем временам деньги — 660 рублей. Часто по вечерам подрабатывал в больнице скорой помощи. По праздникам всегда брал дежурства — в такие дни больше платили. Кстати, когда устроился на свою первую работу, зарплата даже проигрывала по сравнению со стипендией на 60 рублей. Вскоре мы переехали из общежития в коммуналку, а потом мне, как освободителю Минска, дали небольшую квартиру. Мы не роскошествовали, жили как все, по средствам. Воспитали достойных детей. Сын, выпускник Института физкультуры, преподавал в Высшей школе милиции, сейчас на пенсии в звании полковника, но продолжает работать. Дочь окончила мединститут, защитила кандидатскую диссертацию, заведует отделением Республиканского научно-практического центра неврологии и нейрохирургии, ведущий специалист по электрофизиологическим исследованиям. Внучка — врач-эндокринолог, внук — мастер спорта по фехтованию, преподавал в



С женой Лидией Николаевной и фронтовым товарищем Героем Советского Союза Николаем Колычевым, 1965 г.



Свадьба детей

университете, но сейчас занимается бизнесом. У нас две правнучки.

— В том, что вы вырастили замечательных заботливых детей, я убедилась сама. За полтора часа нашего разговора два раза позвонила дочь и один — сын. Судя по ответам вашей супруги, вопросы они задают такие: как здоровье, что привезти, нужна ли помощь? О чем еще могут мечтать родители, дожив до преклонных лет!

— Сознаться честно: это заслуга Лидии Николаевны. Она всегда обеспечивала мне надежный тыл. Я много работал: то кандидатскую писал, то докторскую, если и был дома, то считай, что и не был. А потом 36 лет директорства в Институте неврологии, нейрохирургии и физиотерапии, постоянные, требующие неотложного решения проблемы руководителя крупной структуры, заседания, совещания, командировки... Но когда дети болели, всегда лечил их сам.

— Видимо, не обязательно навязчиво обозначать свое присутствие в воспитании, намного важнее личный пример, который вы им подавали...

— Я всю жизнь служил людям, врачевал их недуги. Изучал «секреты» периферической нервной системы, механизмы возникновения заболевания и разрабатывал способы их излечения. Мои первые работы были посвящены гриппозным заболеваниям нервной системы. Они легли в основу кандидатской диссертации, защищенной в 1955 г. Затем исследовал клинику, диагностику и лечение цистицеркоза головного мозга, что стало базой моей докторской. В круг своих научных интересов, а наиболее важные из них — диагностика и лечение остеохондроза позвоночника, заболеваний головного мозга, центральной и периферической нервной системы — я активно вовлекал учеников. Они — моя главная награда: 24 доктора наук, из них 3 члена Академии наук — Владимир Улащик, Арнольд Смеянович, покойный ныне Федор Олешкевич и 45 кандидатов наук. Многие из них работали со мной рука об руку, например замдиректора по научной работе Института неврологии Валентин Шалькевич, профессор кафедры нервных болезней Белорусского государственного медицинского университета Борис Дри-

вотинов, заведующий кафедрой детской неврологии БелМАПО Георгий Манько, заведующая кафедрой нервных болезней Гомельского мединститута Валентина Латышева.

— Ваши научные труды и работы учеников пополнили сокровищницу отечественной клинической медицины. Конечно, перечислить все невозможно, но давайте отметим наиболее значимые из них.

— Одним из «лидирующих» неврологических заболеваний является поражение периферической нервной системы. Для борьбы с ним мы разработали систему лечебно-профилактических мероприятий, методы диагностики, целенаправленного лечения, реабилитации и профилактики. Выяснили, что становится пусковым механизмом остеохондроза. Невероятно важны также проблемы исследования, диагностики и лечения болезней головного мозга. Их изучению я посвятил все свои знания и практический опыт, чтобы пополнить клиническую медицину новыми данными, обобщениями и рекомендациями. Меня всегда волновали состояние и

перспективы медицинской науки в целом, в первую очередь развитие неврологической, нейрохирургической и физиотерапевтической служб — это стало делом всей моей жизни.

— Вами, как директором НИИ, имеющим колоссальный стаж руководящей работы, наверняка был накоплен бесценный опыт организатора науки?

— В значительной части моих трудов нашли отражение и организационные вопросы, касающиеся состояния и перспектив развития неврологической, физиотерапевтической служб, медицинской науки в целом. Я автор 618 научных работ, из которых 9 монографий, и 18 изобретений. В 1978 г. за лучшее исследование «Вертебрально-базиллярные инсульты» мне присуждена премия Академии медицинских наук СССР имени В.М. Бехтерева. Помимо науки много занимался общественной деятельностью. В бытность Союза на протяжении 15 лет возглавлял проблемную комиссию «Заболевания периферической нервной системы», и в течение такого же срока являлся членом коллегии и председателем Ученого совета Минздрава Беларуси, избирался членом ЦК КПБ, депутатом Минского городского и районных советов народных депутатов.

— Уникальный послужной список, Игнатий Петрович, который просто так обязан выступать гарантом безбедной жизни.

— У меня нет никаких сбережений. После перенесенного инфаркта сердца в 2008 г. живу на пенсию. Но деньги — не главное в жизни, для меня гораздо важнее общественное признание. Горжусь тем, что я почетный гражданин трех городов: Минска, Витебска и станицы Тацинская. Тем, что Международный исследовательский биографический центр присвоил мне звание «Человек года-1997», а Кембриджский международный биографический центр внес мое имя в издание «2000 выдающихся людей XX столетия» и выдал именное диплом и медаль за выдающиеся достижения. Тем, что под моей редакцией издано около 50 сборников научных работ, тем, что вылечил тысячи людей, беззаветно служил и служу своей родине.

Ирина ЕМЕЛЬЯНОВИЧ

БЛИЦ-ОПРОС

— В чем секрет долголетия?

— В трудолюбии и общении с людьми.

— Обычная жизнь обычного человека?

— Да, который к тому же спал по 4—5 часов в сутки.

— Ну а что касается питания?

— Диета одна — никогда не переел и не набирал лишнего веса.

— А вредные привычки?

— После войны много курил, даже ночью вставал, но потом бросил и никогда больше не возвращался к сигаретам.

— Как относитесь к спиртному?

— Всегда любил компании, но никогда не злоупотреблял алкоголем.

— Делаете ли зарядку?

— Ежедневно, плюс занятия на тренажере и растирания холодной водой.

Владимир Кудряшов

заведующий лабораторией радиозоологии Института радиобиологии НАН Беларуси,
кандидат биологических наук

Владимир Шумилин

заведующий кафедрой химии Гомельского государственного университета им. Ф. Скорины,
кандидат технических наук

Эрнст Лангрок

директор научно-исследовательского бюро «Форшунгбюро», Германия,
доктор химических наук

Светлана Тагай

научный сотрудник Института радиологии МЧС Беларуси

Наталья Дударева

научный сотрудник Института радиологии МЧС Беларуси

Валерий Быковский

научный сотрудник Института радиобиологии НАН Беларуси

Совершенствование методик определения стронция-90

УДК 546.42:543.5:574

Современная природная среда содержит техногенные радионуклиды различного происхождения. После черныбыльских событий самые большие уровни радиоактивного загрязнения Беларуси в данный период приходятся на долгоживущие ^{137}Cs ($T_{1/2} = 30$ лет) и ^{90}Sr ($T_{1/2} = 29$ лет), которые проявляют высокую мобильность и распределяются между объектами среды, включая человека.

Присутствие ^{90}Sr в окружающей среде является опасным показателем для живых организмов, поскольку этот радионуклид может накапливаться в костной ткани и приводить к внутреннему облучению бета-частицами. Поэтому остается актуальным совершенствование методической базы для контроля содержания радионуклидов в почве, растениях, воде, продуктах питания и др.

В то время как ^{137}Cs в объектах окружающей среды определяют на гамма-спектрометрических комплексах, что сейчас уже не представляет больших трудностей при массовых анализах, определение ^{90}Sr

требует применения радиохимического анализа. Эта необходимость обусловлена радиационными характеристиками ^{90}Sr , по которым данный радионуклид проявляется только «чистым» бета-излучателем (то есть распад его ядер не сопровождается испусканием гамма-квантов). Как правило, радиохимическая аналитика предполагает последовательное выполнение отдельных стадий, включая предварительную подготовку (минерализация, озоление, концентрирование и др.), перевод пробы в раствор, выделение и очистку радионуклида из раствора, изготовление препарата для радиометрического измерения активности. Кроме того, важным

моментом всегда является определение химического выхода радионуклида с использованием в случае стронция его стабильного изотопа или радиоактивной метки ^{85}Sr . Радиоактивность ^{90}Sr может быть определена регистрацией бета-частиц $E_{\beta\text{max}} = 0,54$ Мэв, испускаемых при его распаде, или по дочернему Y ($T_{1/2} = 64$ ч), который является также «чистым» бета-излучателем и обладает существенно большей максимальной энергией бета-излучения $E_{\beta\text{max}} = 2,27$ Мэв.

Система радиационного контроля, которая в настоящее время ведет мониторинг ^{90}Sr как в агрофере, так и во всей природной среде, первоначально стала создаваться на методиках, где выделение данного радионуклида основывалось главным образом на реакциях осаждения [1, 2]. Наибольшее применение получило осаждение оксалатов или карбонатов щелочноземельных элементов на первом этапе радиохимической очистки стронция с последующим осаждением гидроксидов железа/алюминия и повторное осаждение

оксалатов или карбонатов. Трудоемкость осуществления всех последовательных стадий осаждения в многочасовой радиохимической очистке вещества определила поиск наиболее эффективных методических подходов.

Одним из результатов поиска наиболее производительных решений стала разработанная и затем аттестованная методика выполнения измерений для определения ^{90}Sr в почве и растениях без разделения в системе стронций-кальций [3]. Полный цикл радиохимических процедур при этом занимает не более 6 часов, поэтому данная методика хорошо себя зарекомендовала в радиологической практике и активно используется до сих пор при производстве массовых анализов. Значительное сокращение времени достигается исключением процедуры разделения стронций-кальций путем учета коэффициента регистрации в зависимости от массы радиометрируемых мишеней.

Для одновременного определения активности ^{90}Sr и трансурановых элементов в биологических объектах была разработана методика [4], которая устанавливает радиохимические процессы и операции для выделения и очистки ^{90}Sr , ^{241}Am и изотопов Рц в растительности, пищевых продуктах, тканях животных.

В последние годы для определения ^{90}Sr предложены инновационные решения, где применяются экстракционно-хроматографические сорбенты на основе замещенных краун-эфиров, такие как дибензо-18-краун-6 (ДБ18К6) и дицикло-18-краун-6 (ДЦГ18К6), а также их производные. Высокая степень избирательности для ^{90}Sr была достигнута применением в качестве экстрагента 4,4'(5')-ди-[(трет-бутил) циклогексан]-18-краун-6 (ДТБДЦГ18К6). Этот реагент (рис. 1) проявляет хорошее сродство к ионам Sr^{2+} , образуя высокоселективные комплексные соединения в результате совпадения между диаметром полости краун-эфира (270–290 пикометров) и диаметром ионов стронция (240 пикометров).

Метод экстракционной хроматографии — это вариант сочетания жидкостной экстракции с техникой хроматографии, выпол-

няемый на колонке. При использовании этого метода химический выход стронция составляет не менее 95% и существенно (до 2 часов) сокращается время, затрачиваемое на анализ. Были разработаны методики экстракционно-хроматографического выделения стронция с последующей регистрацией активности ^{90}Sr на низкофоновых радиометрических установках, которыми уже располагают современные аналитические лаборатории [5, 6]. Применение жидкостных сцинтилляционных счетчиков для регистрации ^{90}Sr или его дочернего ^{90}Y обуславливает самую высокую эффективность счета бета-излучения (60–70%), достигающую практически 100% при оптимальных условиях. Газопроточные пропорциональные счетчики не обеспечивают такой высокой эффективности регистрации, но отличаются достижением наиболее низких (менее 0,05 Бк) минимально измеряемых уровней активности радионуклида [7]. Все разработанные методики включены в перечень методик радиационного контроля, действующих на территории Республики Беларусь [8].

Методическая работа включала также поиск оптимальных подходов для выполнения отдельных аналитических операций, что привело к созданию полезных решений, которые позволяют выполнить радиохимическое определение ^{90}Sr более эффективным образом. На рис. 2–3 представлены технические решения, которые реализованы в лабораторной практике и запатентованы в качестве полезных моделей [9, 10]. В одной из них, изображенной на рис. 2, на дно колонки укладывают нейтральный мелкопористый фильтрующий материал (стекловолокно), заполняют необходимым количеством экстракционно-хроматографической смолы, покрывают сверху таким же материалом для предотвращения ее размывания. В верхнюю часть колонки через специальную воронку заливают исследуемый раствор. С помощью запорно-регулирующего устройства, аналогичного применяемому в медицинских капельницах, устанавливая скорость прохождения раствора через колонку. Селективное разделение Sr^{2+} от других катионов осуществляют путем пропускания элюирующих растворов через

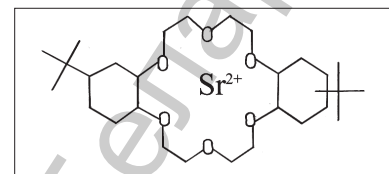


Рис. 1. Структурная формула краун-эфира 4,4'(5')-ди-[(трет-бутил)-циклогексан]-18-краун-6

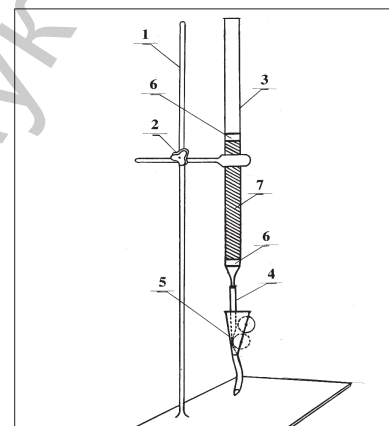


Рис. 2. Устройство для экстракционно-хроматографического выделения стронция: 1 — штатив; 2 — держатель; 3 — бюретка; 4 — шланг ПВХ; 5 — запорно-регулирующее устройство; 6 — тампоны из стекловолокна; 7 — экстракционно-хроматографическая смола [9]

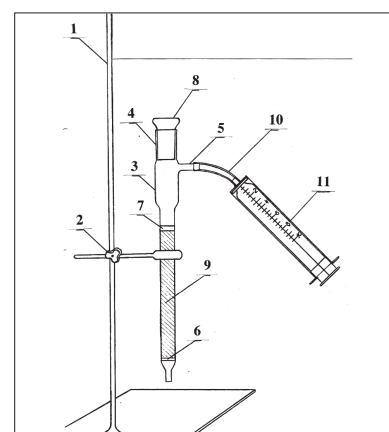


Рис. 3. Устройство для экспрессного экстракционно-хроматографического выделения стронция: 1 — штатив; 2 — держатель; 3 — стеклянная колонка; 4 — шлиф; 5 — штуцер; 6 — впаянный нижний стеклянный фильтр; 7 — верхний тампон; 8 — притертая пробка; 9 — экстракционно-хроматографическая смола; 10 — шланг ПВХ; 11 — медицинский шприц [10]

колонку. Данная модель является простой для применения в условиях лаборатории и обеспечивает скорость пропускания рабочих растворов 1,5—2 мл/мин.

В полезной модели, представленной на рис. 3, предлагается использовать вариант стеклянной колонки, снабженной впаянным стеклянным фильтром в нижней части, шлифом с притертой пробкой и штуцером в верхней части, а также медицинский пластмассовый шприц, соединенный со штуцером отрезком ПВХ шланга. Преимущество такого устройства в том, что составляющие его элементы позволяют создавать избыточное давление при пропускании рабочих растворов через колонку. Приложение давления в рабочем объеме колонки с помощью притертых частей пластмассового медицинского шприца не требует использования других, более сложных приспособлений. В результате применения данного устройства, работающего под давлением, скорость пропускания рабочих растворов значительно возрастает и достигает 15—20 мл/мин. Технический результат полезной модели заключается в обеспечении высокой экспрессности выделения стронция в результате сокращения времени выполнения аналитических операций, что повышает производительность труда и, как следствие, снижает стоимость аналитических работ.

Полезные решения также были найдены для экстракционно-хроматографического выделения стронция из проб питьевых и природных вод с использованием некоторых органических реагентов. Так, применение 2,4,6-тринитрофенола $C_6H_3N_3O_7$ (пикриновой кислоты) позволило повысить селективность связывания стронция с краун-эфиром [11], а тетрафенилбората натрия $NaB(C_6H_5)_4$ (калигноста) — способствовало завершению высокоэффективной очистки от калийных примесей перед формированием счетной мишени препарата стронция [12]. Результаты работы показали, что экстракционно-хроматографический метод может успешно применяться для определения ^{90}Sr в образцах окружающей среды и является перспективным, поскольку обеспечивает эффективность выделения радионуклида, не требуя больших затрат времени на проведение анализа.

Литература

1. Методические рекомендации по санитарному контролю за содержанием радиоактивных веществ в объектах внешней среды / А.Н. Марей [и др.]; под ред. А.Н. Марей. — М., 1980.
2. Методические указания по определению содержания стронция-90 и цезия-137 в почвах и растениях: методические указания для радиологического контроля / А.В. Кузнецов [и др.]; под ред. Л.М. Державина. — М., 1985.
3. Методика радиохимического определения удельной активности ^{90}Sr в почвах и растениях без разделения в системе стронций-кальций. МВИ.МН. 1932—2003. Введ. 28.08.2003. — Мн., 2003.
4. Методика определения активности ^{90}Sr и трансурановых элементов в биологических объектах. МВИ.МН. 1892—2003. Введ. 30.04.2003. — Мн., 2000.
5. Методика экстракционного определения ^{90}Sr в почве и молоке. МВИ.МН. 1236-2000. Введ. 04.03.2000. — Мн., 2000.
6. Методика определения удельной и объемной активности ^{90}Sr в продуктах питания, воде, продукции животноводства и растениеводства с использованием экстракционно-хроматографического метода выделения и жидкостно-сцинтилляционного счета. МВИ.МН. 1400—2000. Введ. 08.09.2000. — Мн., 2000.
7. Экстракционно-хроматографический метод выделения и определения активности ^{90}Sr с применением газового пропорционального счетчика в продукции растениеводства и природных водах. МВИ.МН 2459—2006. Введ. 14.03.06. — Мн., 2006.
8. Перечень методик радиационного контроля, действующих на территории Республики Беларусь (по состоянию на 01.01.2007 г.). — Мн., 2007.
9. Устройство для экстракционно-хроматографического выделения стронция: пат. 2279 Респ. Беларусь, МПК7 G 01N 30/00, 33/00 / С.А. Буздакина, Н.В. Дударева, А.К. Довнар; заявитель РНИУП «Институт радиологии». — № 20050054; заявл. 09.02.05; опубл. 30.12.05 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. 2005, №4. С. 75—76.
10. Устройство для экспрессного экстракционно-хроматографического выделения стронция: пат. 3278 Респ. Беларусь, МПК7 G 01N 30/00, B 01D 11/00 / В.Ю. Агеев, Э.Ю. Лангрок, В.П. Кудряшов, С.А. Буздакина, Н.В. Дударева, В.В. Быковский; заявитель РНИУП «Институт радиологии». — № 20060123; заявл. 24.02.06; опубл. 28.02.07 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. 2007, №1. С. 30.
11. Способ определения содержания ^{90}Sr в питьевой воде: пат. 10196 Респ. Беларусь, МПК7 G 01 T 1/00 / Э.Ю. Лангрок, В.П. Кудряшов, Е.Ф. Конопля, В.В. Быковский, С.А. Буздакина, Н.В. Дударева; заявитель Гос. науч. учреждение «Институт радиобиологии Нац. академии наук Беларуси». — № 20050784; заявл. 03.10.05; опубл. 28.02.08 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. 2008, №1.
12. Способ уменьшения влияния калия при экстракционно-хроматографическом определении ^{90}Sr в природных водах: МПК7 01 T 1/00 / Э.Ю. Лангрок, В.П. Кудряшов, В.А. Шумилин, С.А. Тагай, Н.В. Дударева, В.В. Быковский; заявитель РНИУП «Институт радиологии». — № 20080013; заявл. 08.01.08.

Summary

This paper presents the results of the method development for standard procedures for the determination of ^{90}Sr in the environment at present time. The new procedures use crown ethers and extraction chromatography along with the application of some organic reagents to separate the ^{90}Sr from samples. This separation of ^{90}Sr is followed by radioactivity measurement utilizing a low background counters. The application of 2,4,6-trinitrophenol $C_6H_3N_3O_7$ (picric acid) in the procedure raised the selectivity of strontium binding with crown ether, and the application of sodium tetraphenylborate $NaB(C_6H_5)_4$ (kalignost) — promoted the end of effective clearing of potash impurity. The new procedures developed in the laboratory are used as models for technical decisions relating to the presence of ^{90}Sr in drinking and natural waters. The procedures developed meet the current requirements of radiation monitoring in Belarus.

Александр Волошенюк

доцент кафедры скорой медицинской помощи и медицины катастроф
Белорусской медицинской академии последипломного образования,
кандидат медицинских наук

Дмитрий Тихон

заведующий отделением анестезиологии и реанимации
Республиканского клинического медицинского центра
Управления делами Президента Республики Беларусь

Игорь Денищук

студент Белорусского государственного медицинского университета

Альтернативы переливанию крови в травматологии и ортопедии

Врачи до сих пор находятся в плену идеи, что кровь — это дар жизни и переливание однозначно приносит пользу. Старые представления о восполнении любой кровопотери гемотрансфузией (капля за каплей) давно пересмотрены.

С течением времени многочисленные клинические наблюдения и лабораторные исследования показали, что переливание чужеродной крови может быть не только жизненноспасительным, но и таить в себе скрытую угрозу, часто не очевидную, но от этого не менее опасную.

Хорошо известны посттрансфузионные расстройства свертывающей системы крови, тяжелые пирогенные и анафилактические реакции, сердечно-сосудистая декомпенсация, гемолиз и т.д. В их основе в большинстве своем — отторжение организмом чужеродной ткани. Сохранить кровь в жидком состоянии удастся только с помощью консерванта, следовательно, вне кровяного русла кровь, как биологическая ткань, кровью не является [3, 9, 10].



фото Анатолия Дрибаса

При переливании цельной консервированной крови в организм реципиента наряду с необходимыми ему компонентами попадают функционально неполноценные тромбоциты, продукты распада лейкоцитов, антитела и антигены, которые могут стать причиной посттрансфузионных реакций и осложнений. Поэтому показаний к переливанию цельной консервированной крови нет [4, 10].

Что касается трансфузии донорских эритроцитов, то такие показания могут возникнуть при развитии тяжелой анемии. Кровотечение и кровопотеря — изначально запрограммированное явление в организме человека, выработавшееся в процессе филогенеза. Очевидно, на заложенное природой ею же предусмотрены и компенсаторные механизмы, поддерживающие жизнедеятельность в условиях кровопотери. Их надо стимулировать, во всяком случае, не мешать им [4, 10].

В течение многих лет удовлетворительной и вполне приемлемой считается концентрация гемоглобина 100 г/л. Однако доказано, что острая нормоволемическая гемодилюция до уровня 50 г/л хорошо переносится здоровыми добровольцами в состоянии покоя. Установлено, что для больных, подвергающихся ортопедическому вмешательству и получающих интенсивную терапию в соответствующих отделениях, безопасен уровень 80 г/л [9, 10, 13].

Кровопотеря до 10% объема циркулирующей крови (ОЦК) вообще не требует никаких инфузий, потому что свое дело сделают механизмы аутокомпенсации функций человеческого организма. Кровопотеря до 30% ОЦК может быть компенсирована инфузией различных комбинаций кристаллоидов и коллоидов и применением альтернативных методик. И только при потере свыше 30% ОЦК необходимо переливание компонентов крови [5].

Даже резкое падение гемоглобина при острой кровопотере во время хирургического вмешательства, как правило, не угрожает жизни больного, так как потребление кислорода под наркозом снижается, возможна дополнительная оксигенация. Ге-

модилюция способствует профилактике микротромбообразования и мобилизации эритроцитов из депо, увеличению скорости кровотока, а имеющиеся у человека «запасы» эритроцитов превышают реальные потребности в переносе кислорода, тем более в состоянии покоя, в котором находится в это время пациент [6, 9, 10].

По этим причинам переливание донорских эритроцитов во время операции как профилактическая мера (предупредить падение гемоглобина и гематокрита) должно быть пересмотрено в пользу альтернативных методов, основанных на индивидуальных знаниях врача и его опыте.

В течение последних лет (2005—2008 гг.) мы смогли благодаря применению рационального подхода к кровесберегающим технологиям провести свыше 150 операций, которые ранее выполнялись только с переливанием донорских эритроцитов: реконструктивные вмешательства на тазобедренном суставе, тотальное эндопротезирование тазобедренного сустава, переломы костей таза с вывихами бедра, многооскольчатые переломы бедра [2].

В основе использования альтернативных методов — четкая организация взаимодействия анестезиологов и хирургов, направленная на уменьшение кровопотери либо возврат больному излившейся крови.

С практической точки зрения разработаны 3 принципа бескровной медицины:

- переносимость анемии;
- оптимизация эритроимассы (стимуляция кровообращения);
- сокращение кровопотери.

Перечисленные принципы могут быть распределены по трем периодам: предоперационному, операционному и послеоперационному.

Предоперационный период

Планирование предполагаемого операционного вмешательства проводится хирургом, анестезиологом и при необходимости смежными специалистами. Критерии подготовки: общее состояние пациента, сопутствующая патология (есть или нет: артериальная гипертензия, мерцатель-

ная аритмия, варикозное расширение вен или тромбоз нижних конечностей и др.), аллергоанамнез (аллергия есть или нет), гемотрансфузионный анамнез (переливались ли в прошлом препараты крови), лабораторные показатели (общий анализ крови, общий анализ мочи, биохимические показатели крови, коагулограмма), данные ЭКГ, рентгенограмма грудной клетки и, если необходимо, ультразвуковое исследование сердца. Особое внимание уделяется стабильной гемодинамике, уровню гемоглобина (90—120 г/л), ЭКГ. Для этого оцениваются показатели ЭКГ в динамике, систолическое (желательно 110—150 мм рт. ст.), диастолическое (60—90 мм рт. ст.) и среднее артериальное (70—100 мм рт. ст.) давление, пульс (60—80 ударов в минуту). Если выявляются признаки анемии, она должна быть устранена. В настоящее время имеются возможности коррекции анемии как с помощью целенаправленной диеты, так и фармакологических препаратов — железа, фолиевой кислоты, витаминов В₁₂, D. Стимуляцию эритропоэза можно провести, применяя за 1—2 месяца до планируемого оперативного вмешательства и нормализации показателей эритропоэтин. Начальная доза — 50 ЕД/кг п/к или в/в 3 раза в неделю. Максимальная доза — до 200 ЕД/кг. Однако назначение этого препарата должно быть правильно обосновано, так как к нему возможна скрытая резистентность при дефиците железа, той же фолиевой кислоты и при интеркуррентных заболеваниях (скрытое кровотечение, фиброз костного мозга).

Современные ортопедические операции травматичны и, как правило, связаны с большим объемом кровопотери, в связи с чем происходят значительные нарушения в свертывающей и противосвертывающей системах крови [11]. В последние годы с целью профилактики тромбоэмболических осложнений мы успешно используем низкомолекулярные гепарины. Одним из положительных свойств последних является то, что они не усиливают кровоточивость во время операции и не требуют лабораторного контроля в отличие от гепарина. В своей практике мы применяли фраксипарин и клексан по схеме:

- Надропарин (фраксипарин) — в предоперационный период за 12 часов до операции и в первые 3 дня после травмы один раз в сутки подкожно: при массе тела до 50 кг — 0,2 мл (1900 а-Ха МЕ), 50—69 кг — 0,3 мл (2850 а-Ха МЕ), > 70 кг — 0,4 мл (3800 а-Ха МЕ). Начиная с четвертого дня увеличивают дозу: при массе тела до 70 кг — на 0,1 мл, свыше 70 кг — на 0,2 мл в сутки.
- Эноксапарин натрия (клексан) — в предоперационный период за 12 часов до операции — 40 мг (0,4 мл) п/к, в послеоперационный — 1 мг/кг в сутки 1—2 раза в день или 1,5 мг/кг 1 раз в день.

Продолжительность антикоагулянтной терапии составляла 35 дней, несмотря на существующие рекомендации применять низкомолекулярные гепарины до 10 дней, — по срокам мы основывались на данных исследования зарубежных авторов [12]. Ни у одного больного, пролеченного нами по этой схеме, не выявлено признаков тромбозомболических осложнений.

В современной хирургической практике все более широкое распространение находит аутогемотрансфузия. Переливание аутокрови исключает вероятность посттрансфузионных осложнений и передачи инфекционных заболеваний (ВИЧ, вирусный гепатит и др.). Обычно используется 1—2 дозы эритроцитарной массы, полученной у пациента, не позднее 2 суток до операции. Для заготовки аутокрови используются стандартные пластиковые контейнеры «Гемикон». Эксфузия осуществляется в процедурном кабинете в асептических условиях. После разъединения крови на центрифуге плазму отделяют и возвращают пациенту. При одномоментном резервировании двух доз эритроцитарной массы сразу после возврата аутоплазмы первого забора процедуру повторяют. Возможность пациента быть аутодонором оцениваются по общепринятым показателям крови: гемоглобин — не ниже 120 г/л (у мужчин — 130 г/л), количество эритроцитов — не менее $3,9 \times 10^{12}$.

Исходя из вышеизложенных требований, заготовку аутокрови можно проводить не у всех пациентов: при заборе больших

объемов может возникнуть вопрос рационального восполнения постэксфузионной гиповолемии и коррекции гемостаза.

Сбережению крови во время операции может способствовать выбор метода анестезиологического пособия [1, 7—9].

Обычно при ортопедических операциях (в частности, при эндопротезировании тазобедренного сустава) могут применяться два вида анестезии — регионарная (спинальная или эпидуральная) и общая, хотя в последние годы получила распространение и комбинированная (поверхностная внутривенная + регионарная или эндотрахеальная + регионарная). Перед анестезиологом всегда стоит вопрос, какой метод обезболивания необходимо выбрать для пациента, чтобы оперативное вмешательство прошло успешно.

Многие авторы отмечают, что при использовании регионарной анестезии (спинномозговой, эпидуральной) кровопотеря меньше, чем при общем обезболивании. Это связано с различной вазодилатацией сосудов, перераспределением кровотока в крупные сосуды, местным снижением венозного давления, улучшением периферического кровотока после симпатической блокады местными анестетиками. Также при регионарной анестезии не выключается функция дыхания. Как следствие — минимальная депрессия дыхания и сердечной деятельности, что является плюсом в пользу регионарного обезболивания. При этих методах снижена вероятность тошноты и рвотного рефлекса, а также тромбообразования в бассейне глубоких вен. Во-первых, местные анестетики понижают агрегацию тромбоцитов. Во-вторых, при невралной блокаде изменяется коагуляционный и фибринолитический ответ на операционную травму, что проявляется снижением функции крови образовывать кровяной сгусток. И, в-третьих, введение совместно с анестетиком адреналина вызывает положительный циркуляторный эффект (гиперкинетический тип), что улучшает кровообращение в нижних конечностях, снижает венозный стаз и образование тромбов [9].

В некоторых случаях все же применяется общее обезболивание: при категорическом отказе пациента от спинальной анестезии, сопутствующих патологиях, воспалительных изменениях в области проведения анестезии, дегенеративных изменениях позвоночника и по другим причинам.

Операционный период

Давно замечено, что кровотечение усиливается при снижении температуры тела пациента. Оптимальная температура окружающей среды для больного — 25—27 °С. Она должна поддерживаться в операционной в течение всего оперативного вмешательства. Достичь этого можно путем применения таких современных технологий, как вентиляция помещения с приточно-вытяжной системой и регулируемым температурным режимом, использование специальных операционных матрасов с продуванием теплого воздуха для согревания больного, аппаратов для подогрева вливаемых в организм растворов до температуры тела [7].

Основной задачей нормоволемической гемодилуции является сокращение потерь клеточных элементов при интраоперационном кровотечении в связи с уменьшением их концентрации в циркулирующей крови из-за разведения. Этот метод не требует много времени, кровь берут непосредственно за 2 часа перед операцией или после вводного наркоза в объеме 500 мл, затем применяя вместо них кровезаменители [7].

Управляемая гипотензия — эффективный метод снижения кровопотери во время операции. Применение фармакологических средств в сочетании с возвышенным положением зоны операции позволяет значительно уменьшить кровопотерю. С целью снижения артериального давления во время операции внутривенно вводят 5%-й раствор пентамина (азаметония бромида) в дозировке до 3 мл (0,15 г) на физиологическом растворе. Перед окончанием операции после нормализации артериального давления следует убедиться, не возникло ли кровотечение из сосудов, оставшихся не перевязанными или коагулированными [7].

Операционное вмешательство должно быть четко спланировано, разработаны наиболее оптимальные хирургические доступы, желательно в бессосудистых зонах. Важно бережное обращение хирурга с мягкими тканями. Первостепенное значение должно уделяться тщательному гемостазу. В настоящее время наибольшее распространение получили высокочастотные электрохирургические аппараты. В основе их работы лежит немеханическое резание. При воздействии электроножа отмечаются интенсивное парообразование тканевой жидкости, оплавление и сварка кровеносных сосудов. Важно аккуратное резание тканей, а не их коагуляция на значительной поверхности, что в последующем может осложнить заживление раны.

В случае необходимости можно применять местные гемостатические средства. Наиболее часто для остановки кровотечения из обработанных костных поверхностей (вертлужная впадина при тотальном эндопротезировании тазобедренного сустава) или из костномозгового канала применяется 3%-я перекись водорода в экспозиции 60—90 сек. В единичных случаях использовалась гемостатическая губка, а в последние годы — «Тахокомб».

Реинфузия с помощью аппаратов типа Cell-saver, возвращающая в кровоток излившуюся в операционную рану кровь, позволяет восполнить кровопотерю до 50%. Такая методика в настоящее время должна применяться чаще, чем это наблюдается.

По данным литературы, как говорилось выше, потеря 30% объема крови не требует проведения гемотрансфузии. Когда при хирургических вмешательствах планируется большая кровопотеря, анестезиолог всегда старается не допустить ее. В начале операции проводится инфузионная терапия, направленная на восполнение ОЦК. Как правило, у пациента обязательно должен быть найден оптимальный венозный доступ (центральный или периферический, лучше всего центральный), что позволяет анестезиологу адекватно реагировать на изменение гемодинамики водной нагрузки. Предоперационная

инфузионная терапия начинается с применения кристаллоидных растворов и продолжается в течение всей операции. Введение кристаллоидов направлено на восполнение дефицита интерстициальной жидкости, который всегда развивается при острой кровопотере как физиологическая реакция организма. Поэтому обязательно контролируются объем вводимых кристаллоидов, динамика центрального венозного давления (ЦВД), гемоглобин, гематокрит, содержание эритроцитов, почасовой диурез.

С позиций патогенеза кровопотери при оперативных вмешательствах можно сформулировать ряд требований к оптимальным инфузионным средам:

- способность повышать коллоидно-осмотическое давление;
- минимальный риск «утечки»;
- длительный волеимический эффект;
- снижение содержания молекул адгезии;
- управляемый реологический эффект;
- повышение потребления кислорода;
- инертность в отношении лекарственных средств.

Перечисленные выше особенности не требуют кардинального изменения инфузионной терапии по сравнению с таковой при операциях на крупных суставах, однако диктуют необходимость более тщательного выбора инфузионных средств, их соотношения и объемов. Для коррекции кровопотери у 42 больных при вмешательстве на тазобедренном суставе (переломо-вывихи, тотальное эндопротезирование, остеотомия таза по Хиари) нами применен в качестве основного гемокорректора кровезаменитель нового поколения «Рефортан». Это плазмозаменитель, состоящий из гидроксипроксиэтилкрахмала в изотоническом растворе хлорида натрия. Гидроксипроксиэтилкрахмал — искусственный коллоид. Данный гликогеноподобный полисахарид получают из восковидного кукурузного или картофельного крахмала путем частичного гидролиза амилопектина с последующим гидроксипроксированием продукта расщепления. Гидроксипроксиэтилкрахмал выводится из кровотока двумя способами: почечной экскрецией и перераспределением, элиминация через желудочно-кишечный

тракт имеет очень малое практическое значение. Первая фаза наступает, как правило, сразу после введения препарата, поскольку полимеры с молекулярной массой менее 59 кДа быстро элиминируются путем клубочковой фильтрации. Последующая фаза более длительна, и ее наступление зависит от скорости метаболизма гидроксипроксиэтилкрахмала. Вторым механизмом удаления препарата из кровотока называется перераспределением: выведение и временное сохранение гидроксипроксиэтилкрахмала в тканях. Через 24 часа 23% общей дозы препарата оказывается в интерстициальном пространстве. В результате этих процессов только 38% начальной дозы остается внутри сосудистого русла через сутки после ее введения, тогда как 34% препарата оказывается в моче и 23% секвестрируется экстравазально. Продолжительность возмещения объема с помощью гидроксипроксиэтилкрахмала составляет примерно 24 часа, а 29—38% коллоида остается внутри сосудов и после этого времени. Отсюда основным показанием к применению «Рефортана» является необходимость восполнения объема циркулирующей крови с улучшением ее реологических свойств при состоянии гиповолемии, вызванной оперативным вмешательством.

Инфузию препарата проводили из дозы не более 20 мл/кг массы тела в сутки интраоперационно и в первые двое суток после операции по показаниям. Скорость введения составляла 500 мл раствора в течение не более 30 минут. Средние величины кровопотери: интраоперационно — $400\text{—}500 \pm 50$ мл, по дренажам в первые сутки — $300\text{—}400 \pm 50$ мл.

Интраоперационное введение «Рефортана» в объеме 500 мл стабилизировало показатели центральной и системной гемодинамики на уровне, близком к возрастным нормам, сопровождалось позитивными сдвигами в кислотно-основном состоянии и газовом составе крови, не приводило к увеличению «дренажной» кровопотери, оптимизируя значение среднего динамического и центрального венозного давления, способствуя в дальнейшем благоприятному течению

восстановительного периода. Базисная инфузионная терапия после операции у всех больных включала кристаллоиды в соотношении с коллоидами 3/1. Таким образом, опыт клинического применения рефортана свидетельствует о его положительном влиянии в плане мобилизации компенсаторно-приспособительных реакций систем поддержания гомеостаза при кровопотере, что позволяет существенно изменить стратегию инфузионно-трансфузионного сопровождения больных при проведении объемных операций на тазобедренном суставе.

Внедрение в практику хирургов малоинвазивных оперативных вмешательств дало возможность значительно снизить объем кровопотери. Это достигается использованием пластин с ограниченным контактом, не требующим отслоения надкостницы, практически бескровным внеочаговым соединением костей аппаратами внешней фиксации (спицевые, стержневые). Применение длинных трубчатых костей блокируемого интрамедуллярного остеосинтеза (inter-locking) уменьшает интраоперационную кровопотерю до 100—150 мл.

Послеоперационный период

Адекватное обезболивание способствует восстановлению всех функций организма, так или иначе реагирующего на операционную травму: снижается выброс катехоламинов и кортизола надпочечниками, нормализуются гемодинамика и дыхание, общее периферическое сосудистое сопротивление, иммунитет и фибринолиз, а также улучшается эмоциональный фон больного.

В послеоперационный период необходимо постоянно следить за общим состоянием больного, показателями ЦВД, диуреза, гемоглобина, гематокрита и артериального давления. Обязательный момент — контроль за количеством крови, вытекающей по дренажам: в случае быстрого (в течение 15 минут) истечения 100—150 мл крови в дренажную трубку вводится 100 мл γ -аминокапроновой кислоты и дренаж пережимается на 2 часа. У 10 наблюдаемых нами больных после такого приема кровотечение останавливалось,

из дренажной трубки в последующем изливалось 150—200 мл крови, смешанной с γ -аминокапроновой кислотой.

Оптимальная инфузионная терапия в течение 2—3 суток после операции под контролем ЦВД — важное условие лечения. Для этого продолжают переливание кристаллоидов и коллоидов с целью нормализации ОЦК.

Следующий этап — ингаляция увлажненного кислорода в первые сутки после оперативного вмешательства. Его цель — насыщение гемоглобина крови кислородом и улучшение тканевого дыхания при дефиците эритроцитов и гемоглобина.

Обеспечение физического и эмоционального покоя пациента в первые сутки после операции с целью снижения энергетических затрат также является одним из условий ведения больных данного периода. На вторые сутки необходима активизация пациентов (ЛФК, дыхательная гимнастика), затем вертикализация —

на третьи. Необходимы рациональная диета, богатая белками, жирами и углеводами, забота медицинского персонала и родственников. По показаниям возможно продолжение медикаментозной стимуляции эритропоэза с помощью препаратов железа, фолиевой кислоты, витаминов.

Применение приемов сбережения крови, имеющихся в арсенале у врача, позволит свести к минимуму ситуации, когда невозможно обойтись без переливания препаратов крови. Несомненно, в каждом конкретном случае к пациенту необходим индивидуальный подход. Надо оценить все положительные моменты переливания крови и его отрицательное влияние на организм больного. Следует также учитывать экономический эффект ортопедических операций, выполняемых с переливанием препаратов крови или без них, ведь разница в стоимости таких оперативных вмешательств значительная. Вот почему данной проблеме сейчас уделяется такое большое внимание, ведь за бескровными операциями — будущее.

Литература

1. Бабаянц А.В. и др. Сравнительный анализ эффективности и безопасности различных видов нейроаксиальных блокад при операциях тотального эндопротезирования тазобедренного сустава // *Анестезиология и реаниматология*. 2008, №3.
2. Волошенко А.Н., Неверов В.А. Аллопластика тазобедренного сустава в нестандартных ситуациях // *Медицинская консультация*. 2008, №2.
3. Воробьев А.И., Городецкий В.М., Шулуто Е.М., Васильев С.А. Острая массивная кровопотеря. — М., 2001.
4. Интенсивная терапия: Пер. с англ. доп. — М., 1998. The ICU book // Paul L. Marino // Philadelphia, Williams&Wilkins.
5. Зильбер А.П.. Кровопотеря и гемотрансфузия. Принципы и методы бескровной хирургии. — Петрозаводск, 1999.
6. Полушин Ю.С. и др. Влияние острой анемии на кислородтранспортную функцию крови в периоперационном периоде // *Анестезиология и реаниматология*. 2007, №4.
7. Проблемы бескровной хирургии: Сб. науч. докл. Под ред. проф. В.Л. Ваневского. — М., 2001.
8. Рид А.П., Каплан Дж.А. Клинические случаи в анестезиологии: Пер. с англ. — М., 1997. С. 274—285.
9. Руководство по клинической анестезиологии. Под ред. Брайана Дж. Полларда. Пер. с англ. Под общ. ред. Л.В. Колотилова, В.В. Мальцева. — М., 2006. С. 607—609.
10. Румянцев А.Г., Аграненко В.А. Клиническая трансфузиология. — М., 1997.
11. Томашевский И.А. и др. Синдром имплантации костного цемента в периоперационном периоде эндопротезирования крупных суставов. // *Общая реаниматология*. Т. III, №4. — М., 2007.
12. Bergqvist D., Lowe G.D., Berstad A. et al. // Prevention of venous thromboembolism after surgery: a review of enoxaparin. // *Br.J. Surg.*, 1992, vol. 79. P. 495—498.
13. Moore FD. The effects of hemorrhage on body composition, *N Engl J Med* 1965; 273: 567—577.

Григорий Малиновский

Наталья Сиденко

профессор кафедры офтальмологии
Белорусской медицинской академии последипломного образования,
доктор медицинских наук

врач-офтальмолог 10-й городской клинической больницы г. Минска

Микрохирургия ранних стадий глаукомы в новой модификации

УДК 617.7-007.681-036.13-089

Глаукома продолжает доминировать среди причин слепоты и слабовидения. За последние 5 лет общее количество больных в мире, ослепших от нее, увеличилось до 6,7 млн человек [1]. Актуальность данной темы обусловлена также трудностями ранней диагностики и лечения этой болезни. Высокий процент инвалидности по зрению среди больных глаукомой определяет социальную значимость проблемы. В развитых странах частота вызванной ею слепоты устойчиво держится на уровне 14—15% [2, 3].

Большинство офтальмологов считают, что хирургическое лечение первичной открытоугольной глаукомы (ПОУГ) является одним из основных методов борьбы с заболеванием, применять который целесообразно на начальной стадии, — это позволит стабилизировать глаукомный процесс, сохранить зрительные функции и улучшить качество жизни данной категории больных [4—6].

Внедрение в практику операций непроникающего типа значительно расширило показания к хирургическому методу лечения глаукомы, так как снизило количество операционных и послеоперационных осложнений [7]. Однако гипотензивный эффект при подобных операциях непроникающего типа достигается лишь в 70% случаев [8]. Нашей целью была разработка и исследование нового варианта операции

непроникающего типа для повышения эффективности хирургического лечения больных с начальными стадиями ПОУГ.

Нами предложена операция — непроникающая глубокая меридиональная склерэктомия (НГМСЭ) путем активизации естественных путей оттока внутриглазной жидкости (ВГЖ) и создания новых, с учетом основного патогенетического механизма глаукомы в каждом конкретном случае. На способ хирургического лечения больных ПОУГ получен патент №9267 от 07.02.2007 г.

Объектом исследования выступили 14 больных (8 мужчин и 6 женщин), средний возраст которых составил 60 лет. Им была выполнена антиглаукоматозная операция по предложенной методике. Пациентов с I стадией ПОУГ было 11, с I и II — 3 человека. Предоперационное обследование включало: визометрию, периметрию, биомикрогониоскопию, офтальмоскопию, тонометрию, тонографию, а также лабораторные и клинические методы исследования. Показанием к операции являлось отсутствие стойкой нормализации внутриглазного давления (ВГД) у больных с начальной стадией ПОУГ с суточными колебаниями ВГД больше 5 мм рт. ст. на фоне проводимой медикаментозной терапии.

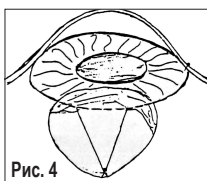
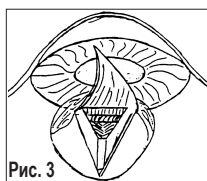
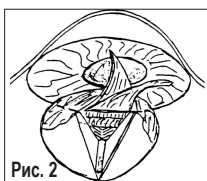
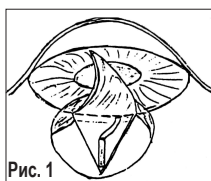
Техника операции. Выполнялся разрез конъюнктивы высотой 7—8 мм в мери-

дианах с 10.30 до 1.30 часов с последующим формированием конъюнктивального и поверхностного склерального лоскутов основанием к лимбу, иссечением участка глубоких слоев склеры над цилиарным телом и удалением участка наружной стенки шлеммова канала и корнеальной ткани в виде равнобедренного треугольника основанием к роговице и последующим переходом на саму роговицу до 1,5 мм от переднего пограничного кольца Швальбе. В результате была обнажена лимбальная часть десцеметовой мембраны, после чего швами фиксировались склеральный и конъюнктивальный лоскуты. При этом поверхностный склеральный лоскут формировался в виде равнобедренного треугольника 7x7x6 мм основанием к роговице. Выполнялся парацентез на 10 часах в 1 мм от лимба, что позволило снизить ВГД и предупредить осложнения на последующих стадиях операции.

Этапы оперативного вмешательства представлены на рис. 1—4. На рис. 1 изображена отсепаровка поверхностного склерального лоскута треугольной формы, выполнение парацентеза на 10 часах и меридиональное иссечение глубоких слоев склеры над цилиарным телом и прилежащей к нему части хориоидеи. Иссечение средних слоев склеры над кольцевидной связкой и склеральной шпорой в виде клиновидного желобка и отсепа-

Таблица. Показатели гидродинамики глаза

Группа больных	Количество больных	Р _о (мм рт. ст.)		С (мм ³ /мин/мм рт. ст.)		F (мм ³ /мин)		Р _о / С	
		до	после	до	после	до	после	до	после
исследуемая группа	14	27,4±0,1	20,2±0,1	0,1±0,03	0,16±0,03	1,3±0,3	1,8±0,3	339±3	102±4



ровка наружной стенки шлеммова канала вместе с участком корнеосклеральной ткани до десцеметовой мембраны на 1,5 мм кпереди от переднего пограничного кольца Швальбе показано на рис. 2. На рис. 3 представлено удаление отсепарованной корнеосклеральной ткани, состоящей из глубоких и средних слоев склеры и роговицы, а на рис. 4 — фиксация поверхностного склерального лоскута узловым швом на первоначальное местоположение.

Все операции были выполнены под местной анестезией и прошли без осложнений. Главные достоинства НГМСЭ — активизация естественных путей оттока внутриглазной жидкости, а также реконструкция и создание направленного микроциркуляторного русла для интенсивного оттока ВГЖ от шлеммова канала и десцеметовой мембраны к цилиарному телу и супрахориоидальному пространству, что дало хороший функциональный результат.

Особая форма выкраивания тканей в виде равнобедренного треугольника с основанием в зоне активной фильтрации ВГЖ через корнеосклеральную трабекулу и наружные отделы десцеметовой мембраны, иссечение средних слоев склеры в виде клиновидного желобка в зоне кольцевидной связки и склеральной шпоры, а затем переход в узкое русло над цилиарным телом и хориоидеей в зоне глубокой меридиональной склерэктомии обеспечивают интенсивное дренирование ВГЖ из передней камеры в супрацилиарное и супрахориоидальное пространство (феномен Бернулли), что обуславливает стабильный гипотензивный эффект.

Послеоперационный период протекал без осложнений. Только у 2 пациентов на второй день после операции отмечалась легкая взвесь форменных элементов крови в передней камере (ПК), которая через сутки самостоятельно рассосалась. Это состояние нами было расценено как обратный рефлюкс крови в ПК вследствие снижения ВГД. В послеоперационном периоде местно назначались инстилляции капель антибиотиков, кортикостероидов, мидриатики короткого действия. Больные выписывались из стационара на 5–6-й день после операции, при выписке ВГД было нормализовано у всех пациентов и зрительные функции у них оставались стабильными.

Показатели гидродинамики глаза прооперированных больных представлены в таблице, из которой видно, что тонографические данные у них через 3–6 месяцев после хирургического вмешательства значительно улучшились, что свидетельствует о патогенетической направленности и эффективности предложенной нами методики и техники операции. Одному больному с развитой стадией ПОУГ, в связи с субкомпенсацией ВГД, через 3 месяца была выполнена лазерная десцеметотрабекулопунктура, что привело к нормализации офтальмотонуса.

Таким образом, разработанная нами операция патогенетически ориентирована на реабилитацию больных с начальной стадией ПОУГ с высокими зрительными функциями и учитывает основное место сопротивления оттоку ВГЖ. Особая форма выкраивания тканей в виде равнобедренного треугольника с основанием в зоне

активной фильтрации ВГЖ через корнеосклеральную трабекулу и наружные отделы десцеметовой мембраны обуславливает интенсивное дренирование ВГЖ из передней камеры в супрацилиарное и супрахориоидальное пространство, что обеспечивает стабильный и длительный гипотензивный эффект.

Литература

1. Foster P.J. et al. // Br. J. Ophthalmol. 2000. Vol. 84. P. 186–192.
2. Бирич Т.А. Глаукома как социальная проблема в Беларуси / Тез. докл. X съезда офтальмологов Украины. — Одесса, 2002. С. 171–172.
3. Либман Е.С., Мелкумянц Т.А., Шахова Е.В. и др. / Офтальмол. журн. 1989, №1. С. 1–3.
4. Бирич Т.А. О состоянии и мерах по дальнейшему улучшению офтальмологической помощи населению БССР / Тез. докл. науч.-практ. конф. офтальмологов Белорусской ССР. — Горки, 1986. С. 3–8.
5. Краснов М.Л., Беляев В.С. Руководство по глазной хирургии. — М., 1988. С. 192–194.
6. Малиновский Г.Ф., Сиденко Н.Н. Глубокая меридиональная склеросинусотрабекулоэктомия в лечении больных первичной глаукомой / Современные достижения отечественной офтальмологии: Тез. докл. науч. конф. — Мн., 2003. С. 76–77.
7. Федоров С.Н., Козлов В.И., Тимошкина Н.Т. и др. / Офтальмохирургия. 1989, №3–4. С. 52–55.
8. Сиденко Н.Н., Малиновский Г.Ф. Клиническая оценка эффективности хирургического лечения больных первичной открытоугольной глаукомой / Актуальные проблемы медицины: Сб. науч. статей. — Гомель, 2005. С. 77–79.

Summary

The authors present a new non-penetration type microsurgery for early stages of primary open-angled glaucoma. The surgical method for glaucoma treatment has got the patent №9267 of 07.02.2007. The indication for the surgery is absence of stable normalization of intraocular pressure in patients at early stage of primary open-angled glaucoma with a 24-hour range of IOP being more than 5 mm Hg while taking medicines. 14 patients with early stage of the disease have been operated using the proposed method. No complications have been noted. Improvement of tonographic results and absence of complications in all operated patients during the follow-up period up to 1 year testify to a pathogenetic trend and efficiency of the offered surgical technique.

Владимир Решетников

Игорь Гаранович

директор Центрального ботанического сада НАН Беларуси,
академикзаведующий отделом интродукции древесных растений
Центрального ботанического сада НАН Беларуси,
кандидат биологических наук, доцент

Схема развития ботанических садов и дендрариев

УДК 581.522.4(476)

Ботаническими садами называются организации, имеющие документированные коллекции живых растений и использующие их для научных исследований, сохранения, демонстрации и в образовательных целях [1, 2]. Единственный в стране Центральный ботанический сад (ЦБС) НАН Беларуси — самостоятельное научное учреждение. Он является памятником природы и ландшафтной архитектуры, национальным достоянием. Кроме того, в республике существует ряд ботанических садов при высших учебных заведениях, а также сеть дендрариев — в основном в лесхозах.

Несмотря на то, что наша страна сравнительно невелика, климатические отличия на ее территории наблюдаются, в связи с чем выделяют различные агроклиматические, геоботанические и интродукционные районы. Изучение устойчивости растений необходимо для их интродукции, и дать ее объективную оценку можно лишь после испытания новых растений в разных климатических условиях. Вот почему требуется создать в республике сеть ботанических садов и дендрариев. Это же условие является определяющим для принятия ЦБС НАН Беларуси в Международную ассоциацию ботанических садов. Причем региональные сады могут быть специфическими по структуре и функциям, не столь широким, как ЦБС.

Значимость ботанических садов подтверждают следующие данные: в более чем 150 государствах вместе с дендрариями их насчитывается свыше 2 тыс., в них ежегодно наведывается около 150 млн человек. В их коллекциях больше 4 млн образцов живых растений, которые представляют свыше 80 тыс. видов — это почти треть общего количества известных сосудистых растений, также хранится 142 млн гербарных листов. Из 270 тыс. высших растений 33,7 тыс. (13,1%) являются редкими. В России 85 ботанических садов и других интродукционных центров, в Украине — 24.

Международная классификация ботанических садов включает «классические» многоцелевые, декоративные, исторические, университетские, комбинированные (ботанические и зоологические), альпийские и горные, природные и дикие, гематические, общественные сады, а также садоводческие центры, агроботанические сады и банки зародышевой плазмы, сады, специализирующиеся на охране растений.

Анкетным методом нами были получены сведения о наличии ботанических садов и дендрариев в каждой области Беларуси, а также об их площади, ведомственной принадлежности, структуре, основных направлениях деятельности. Это послужило основой для составления карты распределения объектов по территории

страны и формирования соответствующего банка данных.

Среди природоохранных объектов республики ботанические сады занимают одно из самых важных мест, так как являются территориями строгой охраны, тщательного учета растений, располагают значительными коллекциями интродуцированных видов. Например, в ЦБС насчитывается до 10 тыс. таксонов, в ботаническом саду Витебского университета — 1337. Представляется важным сведение этой информации в единую базу данных. Такая работа проделана для древесных коллекций на базе ЭВМ ЦБС НАН Беларуси. Собрана информация о почти 2 тыс. таксонов Центрального ботанического, 263 — ботанического сада Белгосуниверситета, 188 — Витебского университета, 289 — Белсельхозакадемии, 504 — дендрария Глубокского лесхоза.

Следует отметить большую роль ботанических садов в охране природных растительных комплексов. На территории ЦБС, например, представлены еловые, сосновые, березовые, дубовые типы леса, некоторые — рядом ассоциаций. Особое значение имеет сохранение в них редких и исчезающих видов природной флоры, занесенных в Красную книгу, и возможность их реинтродукции [5]. Нельзя не упомянуть и о просветительской роли данных комплексов, прежде всего в области экологического образования.



В больших по площади странах, таких, к примеру, как Россия и Украина, ботанические сады располагаются в различных климатических зонах и географических регионах. Для Беларуси географические особенности климата менее актуальны, но все же имеют место в направлениях север — юг и запад — восток. Поэтому ботанические сады и крупные дендрарии в областных центрах необходимо не только сохранить, но и расширить в них работу по сбережению и обогащению генофонда растений. ЦБС при этом должен рассматриваться как научно-методический центр, координирующий эту деятельность.

Многообразие функций ботанических садов, их значение в сохранении и обогащении растительного мира трудно переоценить. Следует отметить, что, наряду со строгой охраной, особым государственным статусом, ограждением и другой спецификой территории, комплексы все же испытывают постоянную антропогенную нагрузку, обусловленную атмосферным загрязнением и пребыванием посетителей.

Агроклиматическое районирование Беларуси включает следующие зоны: I — северная, II — центральная, III — южная и подзоны: А, В, Д — западные, Б, Г, Е — восточные. Основные термические параметры изменяются по республике с северо-востока на юго-запад. Среднегодовая температура в Витебской области — 4,4 °С, в Брестской — 7,4 °С. В меридиональном направлении меняется тепло-

обеспеченность, а в широтном — континентальность климата [6].

Естественный растительный покров занимает 67,1% территории страны (леса — 34,5%, луга — 17,2, болота — 12,4, кустарники — 3%). На сельхозугодья приходится 30,3% земель. Природная флора насчитывает 1460 видов высших растений. Ее основу составляют травянистые (1356 видов) и древесные растения (104 вида, из них 28 — деревья, 59 — кустарники, 9 — полукустарники, 8 — кустарнички) [7]. В культурной флоре до 1 тыс. видов интродуцированных деревьев и кустарников и травянистых однолетников и многолетников — это пищевые, кормовые, технические, декоративные и другие хозяйственно полезные растения.

Территория страны разделена на 3 геоботанические подзоны: дубово-темнохвойных лесов, грабово-дубовых темнохвойных лесов (елово-грабовых дубрав), широколиственно-сосновых лесов (грабовых дубрав) [8].

Интродукционное районирование Беларуси выделяет 5 районов: I — северный, II — западный, III — северо-центральный, IV — южно-центральный, V — южный [9].

Проведенный скрининг по линии Минприроды и Минлесхоза позволил выявить большое количество функционирующих ботанических объектов, имеющих разные по значению коллекции. В лесхозах и лес-

ничествах зарегистрировано 59 дендрариев, наиболее значимыми из которых по биоразнообразию являются Глубокский, Верхнедвинский и Национального парка «Нарочанский». В некоторых лесхозах существует целая сеть небольших дендропарков (Стародорожский, Городокский). Школьных дендрариев насчитывается 18. Имеются данные о наличии дендрариев в средних школах Витебска, Стародорожского района, при университетах в Гродно и Бресте, на станциях юннатов в Лиде и Барановичах. Отдельно обозначим дендрарии Института леса НАН Беларуси. И эти сведения далеко не полные. Несомненно, коллекционными фондами владеют крупные питомники, особенно в системе Минжилкомхоза (д. Бровки Минского района; г. Брест) и некоторые лесхозы (всего 25).

Ботанических садов в республике 6: ЦБС НАН Беларуси, Белорусского государственного технологического университета, Белгосуниверситета, Горецкой сельхозакадемии, Брестского и Витебского госуниверситетов университетов. Конечно, по своей значимости они неравноценны.

Нами получены сведения о наличии коллекции древесных растений в ряде парков и других ботанических объектов (всего 12). К наиболее значимым в этом плане можно отнести Гомельский парк. В это число не входят парки Минска, Несвижа и др. Кроме некоторых исторических, парки должны рассматриваться отдельно, так

Таблица. Схема развития ботанических садов Беларуси

№	Название ботанического сада	Преобразования	Год завершения
1	Центральный ботанический сад НАН Беларуси	реконструкция	2015
2	Ботанический сад Горецкой сельхозакадемии	реконструкция	2015
3	Ботанический сад Витебского университета	реконструкция	2015
4	Ботанический сад Белгосуниверситета	реконструкция	2015
5	Ботанический сад Белорусского технологического университета	реконструкция	2015
6	Ботанический сад Брестского университета	реконструкция	2015
7	Гомельский ботанический сад	строительство	2010
8	Ботанический сад Минского педагогического университета на базе биостанции «Зеленое»	преобразование	2015
9	Ботанический сад Могилевского университета на базе биостанции «Любуж»	преобразование	2015
10	Гродненский ботанический сад	строительство	2020
11	Минский ботанический сад	строительство	2030

как их роль скорее рекреационная, чем ботаническая. Таким образом, выявлено около 125 объектов, являющихся средоточием коллекции древесных растений.

За 2000—2005 гг. с участием ЦБС создано 62 объекта зеленого строительства и дендрариев. Обращает на себя внимание обширная сеть дендрариев лесхозов, которую можно считать достаточной с точки зрения численности, распределения (охвата) по территории страны, а также обеспечения области семенным и черенковым материалом.

Ведется строительство городского ботанического сада в Гомеле, в разработке проекта которого принимали участие и специалисты ЦБС. Этот сад имеет большое значение, потому что располагается на юго-востоке страны. Очень важно, чтобы рекреационные функции, которые там предусмотрены, не стали преобладающими. Его ввод планируется в ближайшей перспективе до 2010 г. До 2015 г. следует реконструировать и расширить сады Витебского и Белорусского государственного технологического университетов (п. Негорелое Дзержинского района), а также преобразовать в ботанический сад биологическую станцию «Зеленое» Минского педагогического университета. К этому же сроку могут быть созданы ботанические сады на базе университетов в Бресте и Могилеве, например, на основе биостанции «Любуж». Важное значение имеет организация сада в Гродно, обусловленное его расположением в западном регионе страны. Его следует проектировать к 2020 г.

Кроме того, обоснован отвод земель в Генплане Минска для строительства в столице второго ботанического сада с функциями фитодизайна, рекреационными, ландшафтно-архитектурными, а также с коллекциями отдельных групп растений. Его строительство намечается на 2030 г.

Схема развития ботанических садов в Беларуси представлена в таблице. Их предполагаемая структура будет состоять из 11 комплексов: пяти — в регионе Минска (ЦБС НАН Беларуси, сад БГУ, технологического университета, педуниверситета, новый городской ботанический сад), а также ботанического сада Горецкой сельскохозяйственной академии, Витебского университета, садов Гомеля, Могилева, Бреста, Гродно.

Данная сеть будет охватывать все климатические разности страны, позволит качественно вести научно-исследовательскую работу в области интродукции растений, значительно увеличить биоразнообразие, усовершенствовать экологическое образование, поднять эстетический уровень и качество ландшафтной архитектуры, достойно представлять Беларусь в международных структурах ботанических садов мира. Кроме того, параллельно должна решаться задача координации деятельности ботанических садов и дендрариев в научно-практических аспектах, например, в виде организации ассоциации ботанических садов, дендрариев и парков Беларуси под научно-методическим руководством ЦБС.

Литература

1. Джексон П.В. Ботанические сады и историческое наследие // Информ. бюл. Вып. 14. Совет бот. садов России. Отделение междунар. совета бот. садов. — М., 2005. С. 107—111.
2. Wyse Jackson P.S. Experimentation on a Large Scale — An Analysis of the Holdings and Resources of Botanic Garden // BGCNews. Vol. 3(3). December 1999 / Botanic Gardens Conservation International, U.K.
3. Международная программа ботанических садов по охране растений. — М., 2000.
4. Андреев Л.Н., Прохоров А.А. Инвентаризация коллекций ботанических садов России // Ботанические сады как центры сохранения биоразнообразия и рационального использования растительных ресурсов // Материалы междунар. конф., посвященной 60-летию Главн. бот. сада им. Н.В. Цицина РАН, 5—7 июля 2005 г., Москва. — М., 2005. С. 11—12.
5. Botanische Gärten und Erhaltung Biologischer Vielfalt / Ein Erfahrungsaustausch. Referate und Ergebnisse des gleichlautenden Workshop in Georgien vom 23—28 Mai 1999. Bundesamt für Naturschutz, 2001.
6. Шкляр А.Х. Климатические ресурсы Белоруссии и использование их в сельском хозяйстве. — Мн., 1973.
7. Козловская Н.В., Парфенов В.Н. Хорология флоры Белоруссии. — Мн., 1972.
8. Юркевич И.Д., Голод Д.С., Одерихо В.С. Распространенность Белоруссии, ее картографирование, охрана и использование. — Мн., 1979.
9. Нестерович Н.Д. Интродукционные районы и древесные растения для зеленого строительства БССР. — Мн., 1982.

Summary

International classification of botanical gardens has been developed, their distinguishing features have been shown. The role of botanical gardens in ecological education has been discussed thoroughly. It has been shown that the main function is environmental one. Screening has been conducted, about 125 objects having botanical collections have been found on the territory of Belarus: 59 arboreturns of district forestry administrations, a lot of school arboreturns, not less than 25 plant nurseries, 5 botanical gardens.

The necessity of creating new botanical gardens in Belarus taking into account climatic peculiarities, historical heritage and international priorities is grounded. The tasks of new botanical gardens have been determined.

Маргарита Стрепетова

ведущий научный сотрудник Института экономики РАН,
кандидат экономических наук

Алексей Шурубович

ведущий научный сотрудник Института экономики РАН,
кандидат экономических наук

Сотрудничество стран СНГ в инновационной сфере

Анализ глобальных и региональных трендов экономической интеграции позволяет утверждать, что участникам таких объединений удастся эффективно организовать экономическое пространство, если они последовательно проводят курс на модернизацию с широким применением инвестиционных инструментов, на взаимоувязанное развитие науки, образования, новых технологий, интеллектуального потенциала.

Страны СНГ закончили восстановление своих экономик, приступили к формированию научно-технических и инновационных систем. Однако процесс модернизации и перехода к инвестиционно-инновационной модели экономического роста пока замыкается в национальных рамках. В сложившихся на постсоветском пространстве научно-технологических структурах отмечается застой, свертывание взаимодействия в научной, технологической и образовательной сферах. В то же время страны Содружества приходят к выводу, что без объединения усилий в каком-либо формате (форматах) ни одно государство, включая Россию, не сможет осуществить ускоренную модернизацию с широким применением инноваций.

Перед всеми участниками СНГ стоит однотипная задача — повышение конкурентоспособности экономических систем за счет координации действий и объединения усилий в инновационной сфере. Однако поиски модели сотрудничества в данной

области связаны со многими препятствиями. Необходимо формирование единого научно-инновационного и образовательного пространства на принципиально новой рыночной основе при разноректорном развитии независимых государств.

Главным условием модернизации хозяйственных систем стран СНГ является использование имеющегося и создание нового, соответствующего международным критериям, научно-технического и инновационного потенциала. За последние годы от 70 до 85% прироста ВВП развитых государств осуществляется за счет передовых или усовершенствованных технологий, сложного оборудования и других продуктов, содержащих новые знания и решения. Объем мирового рынка наукоемкой продукции в начале нынешнего десятилетия оценивается в 2,3 трлн долл., из них примерно 39% приходится на США, 30% — на Японию, 16% — на Германию, 0,5% — на Россию, 0,1% — на Украину. В странах СНГ до начала 2000-х гг.

инновационно-технологическая сфера была исключена из числа стратегических приоритетов экономического развития. Поэтому участникам Содружества предстоит предпринять структурный маневр с целью мобилизации средств на осуществление инновационно-технологического прорыва в согласованном с партнерами режиме.

В настоящее время реально разработанные инновационные программы имеются только в России, Украине, Беларуси и Казахстане. Проблемы активизации подобной деятельности, как фактора модернизации, отражены в том или ином объеме и в документах других членов СНГ. Во всех принятых программах отмечается необходимость использования зарубежного опыта в решении поставленных задач и подчеркивается важность сотрудничества с другими государствами Содружества в этой сфере. Однако отсутствие должного взаимодействия не дает пока возможности проводить согласованную политику в данной области.

Научно-технический и инновационный потенциал

Страны СНГ, несмотря на значительные потери в период трансформации, все еще обладают сравнительно высоким в международном масштабе научно-технологическим потенциалом и возможностью его восстановления и развития в соответствии с современными требованиями. По имеющимся оценкам, они находятся на 6-м месте в мире по запасам «интеллектуального сырья» (патентов, изобретений, объектов интеллектуальной собственности), опережая по отдельным позициям государства Западной Европы и Восточной Азии. Однако этот значительный интеллектуальный задел до сих пор не востребован на постсоветском пространстве в силу значительной поляризации страновых базовых характеристик, стремления решать эту задачу на национальном уровне.

В 2007 г. научными исследованиями и разработками в странах Содружества занимались около 7 тыс. организаций, что примерно на 8% больше, чем в 2006 г. Однако рост их числа происходит в основном за счет разукрупнения. В целом по региону вследствие сокращения численности персонала, занятого в сфере науки, средний количественный размер организаций уменьшился и составил в 2007 г. в Казахстане, Кыргызстане и Таджикистане 30—40 человек, Армении и Молдове — соответственно 64 и 60, Азербайджане, Беларуси и Украине — 92—124, России — 202 человека.

Многие исследовательские центры продолжают испытывать дефицит средств на обновление устаревшего оборудования, заработная плата ученых не стимулирует к творчеству, продолжается старение кадров, промышленность и другие отрасли все еще не предъявляют спроса на новые технологии и инновационный менеджмент. Крайне неудовлетворительно используется вузовская наука, весьма незначительная часть предприятий занимается собственными изысканиями.

Численность исследователей (основных исполнителей научной деятельности) продолжает оставаться нестабильной, происходит отток кадров. В настоящее время в странах СНГ их работает около 550 тыс. (1991 г. — 1272,6 тыс.), что составляет более 10% общего количества в мире. Большая часть из них — 71,4% — приходится на Россию, 14,2% — на Украину, 3,5% — на Беларусь [1, 2] (табл. 1).

Слабым звеном в развитии научной и инновационной сферы и организации сотрудничества стран Содружества оста-

ется финансирование, хотя необходимо отметить, что за последние годы в этой области произошли значительные подвижки в сторону увеличения числа его источников и форм их использования. Несмотря на то, что внутренние затраты на исследования и разработки в последнее время постоянно растут во всех государствах СНГ, их доля в ВВП невелика и составляет от 0,2 до 1%, что заметно ниже соответствующих показателей высокоразвитых стран (1,88% — в Великобритании, 2,49% — в Германии, 2,68% — в США, 3,15% — в Японии).

Таблица 1. Основные показатели научно-технического потенциала стран СНГ

Страны	Количество научных организаций (штук)				Численность научных исследователей (тыс. чел.)				Численность занятых в научной сфере (тыс. чел.)			
	1991	2005	2006	2007	1991	2005	2006	2007	1991	2005	2006	2007
Азербайджан	139	146	145	146	14,8	13,4	13,7	11,3	16,4	14,6	14,5	18,1
Армения	123	102	101	89	15,2	5,4	6,7	4,1	17,2	18,2	18,0	5,7
Беларусь	308	322	338	340	47,1	18,3	20,8	19,0	59,3	30,2	30,5	31,2
Грузия	128 ¹	99	99 ²	99 ²	23,1	8,1	—	—	24,9	13,4	—	—
Казахстан	273	390	437	438	22,4	13,2	13,7	11,5	37,5	18,9	19,6	17,8
Кыргызстан	66	118	110	103	4,9	2,4	2,4	2,0	5,7	3,4	3,3	3,1
Молдова	109	88	67	67	10,5	2,9	2,9	2,6	17,7	4,7	4,5	4,6
Россия	4564	3566	3566	3957	878	457	390,8	392,8	1496	816,2	818,9	801,1
Таджикистан	68	57	56	54	3,5	2,3	2,1	1,6	4,4	3,2	3,1	2,4
Узбекистан	440	434	—	—	10,1	26,7	31,2	—	41,3	34,1	—	—
Украина	1344	1510	1452	1404	243,0	106	100,2	78,8	295,0	170,6	160,8	155,5

¹ 1995

² 2005

Источники: Содружество Независимых Государств в 2006 г. Статистический ежегодник. — М., 2007; Статистика СНГ. Статистический бюллетень. 2007, №18.

Таблица 2. Основные показатели инновационной деятельности ведущих стран СНГ (в %)

Страны	Доля инновационно активных предприятий в общем количестве обследованных		Доля экспорта наукоемкой продукции на мировом рынке высоких технологий		Доля инновационной продукции в общем объеме отгруженной инновационно активными предприятиями		Доля новой продукции в общем объеме по промышленности	
	2005 г.	2006 г.	2005 г.	2006 г.	2005 г.	2006 г.	2005 г.	2006 г.
Беларусь	14,1	16,3	—	—	3,1	3,1	10,4	14,8
Казахстан	3,4	4,8	—	—	—	5,7	2,2	—
Россия	9,7	8,6	0,5	0,5	4,5	3,3	12,6	11,1
Украина	11,2	11,5	0,1	0,1	13,7	13,7	6,7	—

Источники: Инновации, 2007, №8(106); Наука России в цифрах. 2007. Статистический сборник. — М., 2007.

Инновационная активность членов Содружества продолжает оставаться низкой, не отвечающей современным требованиям модернизации промышленности и других сфер новой экономики.

Данные табл. 2 показывают значительный разрыв в этом сегменте даже между наиболее развитыми странами на экономическом пространстве СНГ. При этом отрыв всего региона от передовых государств еще более значителен. Показатели инновационной активности стран ОЭСР находятся в пределах 25—80%, а доля новой продукции в промышленности членов ЕС составляет 30%. Весьма существенны и качественные различия. В СНГ подавляющая часть расходов на инновации приходится на приобретение современного оборудования, тогда как на Западе все большее значение уделяется нематериальной составляющей инновационного процесса.

Практика массовых закупок импортного оборудования (основного источника технологического обновления) совершенствует производство без освоения других стадий инноваций. Произведенный при этом продукт, как правило, не является последним словом техники.

Одна из наиболее сложных проблем для формирования инновационной модели на пространстве Содружества — создание полного инновационного цикла развития. Модель складывается следующим образом: фундаментальные исследования > прикладные исследования > разработка и проектирование > освоение > маркетинг > сбыт. Такие законченные или близкие к ним циклы имеют только отдельные крупные высокотехнологичные предприятия в группе наиболее развитых стран СНГ. Система кластеров, которая успешно связывает инновационные цепочки, еще только формируется в регионе.

Ведущие государства СНГ, занимая лидирующие позиции в мире по некоторым направлениям научно-технического прогресса, в то же время лишь в незначительной степени используют высокие технологии в производстве. Так, Украина входит в пя-

терку государств, владеющих передовыми аэрокосмическими технологиями, но из 22 базовых национальными производителями освоено 17 [3]. При этом примерно 95% предприятий относятся к III—IV технологическим укладам и только 5% — к V укладу. На группу высокотехнологичных отраслей приходится не более 5% выпуска продукции, в них занято примерно 6% работающих, и они привлекают 4% инвестиций. В Беларуси, имеющей солидный научно-технический потенциал и серьезные разработки в этой области, в частности, в информатике, оборонно-промышленном комплексе, 79% используемых в экономике технологий относятся к традиционным III и IV технологическим укладам, 15,8% — к новым и только 5,2% — к области хай-тек [4]. В 2006 г. 78,4% всей продукции в республике изготавливалось по традиционным технологиям, 15,6% — по новым и 6% — по высоким [5].

В целом сохранившийся научно-технический потенциал ведущих стран СНГ, дающий им возможности для инновационного становления экономики, реально очень слабо «работает» на модернизацию, которая имеет пока точечный или очаговый характер. Кумулятивное воздействие отмеченных негативных факторов привело к существенному ослаблению экономических позиций Беларуси, Казахстана, России и Украины на международной арене, понизило конкурентоспособность их экономик, что грозит углублением отставания от развитого сектора мирового хозяйства. При этом Россия и Казахстан,

как крупные производители и экспортеры минерально-сырьевых ресурсов, находятся в более благоприятном положении с точки зрения финансового обеспечения модернизации экономики. Украина и Беларусь имеют весьма ограниченные финансовые возможности для этого, но обладают (как и Россия) достаточно серьезным научно-технологическим потенциалом. Объединение усилий этих стран хотя бы на некоторых направлениях модернизации позволило бы им в перспективе значительно продвинуться вперед в ее осуществлении и занять более прочные позиции в мировой экономике.

В последние годы во всех ведущих государствах СНГ началось формирование национальных инновационных систем (НИС). Создаются финансовые и институциональные механизмы и инструменты реализации принятых инновационных программ, инновационные и венчурные фонды, центры, технопарки и т.п. Однако масштабы и темпы становления НИС пока недостаточны, системы еще не обрели целостности.

Остальные участники СНГ, заметно отстающие от лидеров по уровню экономического и научно-технического развития, не имеют собственного потенциала, необходимого для инновационной модернизации своих экономик и, видимо, вряд ли будут им обладать в обозримом будущем. Осуществить ее они могут, только опираясь в решающей мере на ресурсы других государств.

Продолжение в следующем номере.

Литература

1. Статистика СНГ. Статистический бюллетень. 2008, №18.
2. Наука России в цифрах. 2007. Статистический сборник. — М., 2007.
3. Ленчук Е.Б. Проблемы перехода к инновационной модели развития в странах постсоветского пространства // Проблемы прогнозирования. 2006, №4.
4. Денисюк В.А., Кулаков Г.Т., Никитенко П.Г., Румянцев Ю.Н., Соловьев В.П., Цилибина В.М. Состояние, проблемы и перспективы активизации инновационного развития Беларуси и Украины // Инновации, 2007, №8.
5. Соколова Г. Белорусская модель инновационного развития: социально-экономические проблемы реализации // Общество и экономика, 2007, №7.



фото Александра Костыко

Тамара Таранова

научный сотрудник Института экономики НАН Беларуси

Бизнес-инкубаторы: возможности применения мирового опыта в Беларуси

За рубежом бизнес-инкубаторы получили широкое распространение как инструменты экономической, социальной и инновационной политики благодаря государственным программам их поддержки. Они способствуют решению разнообразных задач, таких как создание новых рабочих мест, реструктуризация и диверсификация экономики, углубление связей между наукой и реальным сектором, формирование благоприятных условий для коммерциализации научных разработок, ускорение трансфера технологий.

В настоящее время накоплен богатый международный опыт развития подобных структур, который заслуживает внимательного изучения, тщательной аналитической проработки с тем, чтобы его можно было успешно применить в Беларуси.

Это движение можно разделить на два потока. К первому относятся передовые государства, где процессы инкубирования начались раньше, — США, страны Западной Европы, Япония, а ко второму — Россия, Китай, страны Латинской Америки и т.д. Сегодня в Евросоюзе все

большее количество бизнес-инкубаторов переориентируют свою деятельность на повышение конкурентоспособности высокотехнологичного сектора экономики. Создание технологических бизнес-инкубаторов, венчурных фондов включается в приоритеты государственной политики. В ЕС используются разнообразные механизмы поддержки и функционирования таких структур.

В этом отношении интересен опыт Финляндии. Здесь они сыграли значительную роль в преодолении страной экономичес-

кого кризиса 1990-х гг. и перехода на новый виток развития. Остановимся на деятельности бизнес-инкубатора технопарка «Отаниеми», образованного совместно государством и частным сектором. В состав учредителей вошли местные власти, университеты и исследовательские центры, банки и страховые компании.

Несколько министерств (торговли и промышленности, сельского и лесного хозяйства, труда) создали в этом парке Центр развития экономики и занятости, целью которого являлось улучшение конкурентоспособности регионального малого и среднего бизнеса. Одна из основных его задач состояла в формировании сети технологических бизнес-инкубаторов, которые оказывали бы предпринимателям разнообразные услуги (предоставление площадей под офисы и производство; консультации по ведению бизнеса, включая маркетинг; доступ к различным источникам финансирования; обучение менеджменту и т.д.).

В рамках научной и инновационной политики Финляндии был взят курс на развитие мобильных телекоммуникаций и прикладных устройств для Интернета и вывода этих секторов на конкурентоспособный мировой уровень, а также формирование ИКТ-кластеров. Активизация деятельности по созданию бизнес-инкубаторов способствовала успешной реализации этой политики и привлечению в страну иностранного и венчурного капитала.

«Отаниеми» одним из первых претворил в жизнь идею виртуального бизнес-инкубатора, которая заключается в предоставлении им различных услуг фирмам через Интернет. Была построена мощная технологически ориентированная сеть, объединенная с рядом ключевых субъектов инновационной деятельности: Техническим университетом в Хельсинки, местными вузами и корпоративным сектором, что позволило арендаторам получить прямой выход на эти структуры.

Бизнес-инкубатор в Отаниеми является членом Региональной ассоциации бизнес-инкубаторов Хельсинки и Ассоциации технопарков. Регулярное сотрудничество позволяет им обмениваться информацией, распространять положительный опыт работы и способствует организации связей между бизнес-инкубаторами и инкубируемыми предприятиями.

Финское правительство совместно с Центром по обучению и развитию предпринимательства разработало политику по формированию кластеров в различных областях науки и технологий. Ее цель — развитие ключевых направлений в этих сферах, помощь компаниям в поисках новых рынков сбыта, поставщиков сырья, партнеров и возможностей их вхождения в альянсы. Технологический кластер включает исследовательские институты, частный сектор и бизнес-инкубаторы, которые играют в нем активную роль и находятся в непосредственной близости к университетским городкам.

Последние не накладывают каких-либо ограничений на время нахождения компаний в их стенах, но арендная плата

устанавливается на таком уровне, что обычно этот срок сводится к 3—4 годам. Затем большинство фирм перемещаются в помещения научного парка. Благодаря непосредственной близости к инкубатору многие из них участвуют в обучающей деятельности инкубируемых предприятий.

Бизнес-инкубатор в Отаниеми совместно с Технологическим университетом Хельсинки создал «доинкубатор», который оказывает прединкубационные услуги начинающим предпринимателям. Он расположен непосредственно в этой структуре и бесплатно предоставляет студентам и выпускникам данного университета офисные помещения, проводит консультации и экспертизы для коммерциализации их исследований. Основная идея этой организации заключается в стимулировании у молодых специалистов предпринимательской активности, увеличении возможности превратить их идеи в успешный проект.

В Финляндии существует ряд бизнес-инкубаторов, которые помогают формировать связи между наукой и промышленностью, содействуют трансферу технологий между университетами и частными организациями, коммерциализации результатов НИОКР. Этому процессу способствует то, что государство предоставляет исследователям право интеллектуальной собственности на их разработки, позволяя находить им коммерческое применение.

В рамках программы Spinno проводились исследования в области эффективности функционирования бизнес-инкубаторов и разрабатывались меры по их поддержке. Было установлено, что наиболее успешными являются те структуры, которые обеспечивают доступ к финансовым ресурсам, защиту прав на интеллектуальную собственность, содействуют развитию бизнеса и повышению квалификации кадров инкубируемых предприятий.

На наш взгляд, интересен опыт формирования и становления бизнес-инкубаторов в Китае. Этот процесс был начат в ходе реализации программы «Факел», одобренной правительством в 1988 г. Она представляла собой план развития новых

и высоких технологий в КНР, коммерциализации результатов исследований в этой области, промышленного использования передовых разработок, их ориентирования на международный рынок. Одним из ее важных компонентов являлось создание технопарков и бизнес-инкубаторов в сфере хай-тек. В основу китайской программы формирования бизнес-инкубаторов был положен американский опыт с учетом национальных особенностей. Ее характерная черта — мощная государственная поддержка и равномерное распределение по территории страны. В соответствии с ней местные органы власти также приняли участие в формировании этих структур. Причем технологические бизнес-инкубаторы создавались в технопарках, вблизи университетов и научно-исследовательских институтов и в свободных экономических зонах, главная цель которых состояла в привлечении иностранного капитала. Правительство Китая предоставило зарубежным инвесторам налоговые льготы, ввело для них низкие таможенные пошлины и цены на энергию, сырье и т.д. На свои средства оно сформировало соответствующую инфраструктуру: транспорт, связь, часть зданий и сооружений. Несмотря на большие затраты и организационные трудности, был получен значительный эффект от образования свободных экономических зон с расположенной в них инновационной инфраструктурой. Эти мероприятия позволили реструктуризировать экономику, вовлечь ученых и испытателей в процесс коммерциализации исследований и разработок, переместить немалое число инноваций в коммерческую сферу, что обеспечило Китаю доступ к новым и высоким технологиям и выход на мировой рынок высокотехнологичной продукции.

Основные доходы бизнес-инкубаторы получают от сдачи в аренду зданий и помещений, оказания различных услуг, дополнительные — от сотрудничества с местными финансово-кредитными институтами в деле формирования и использования венчурных фондов. Последние осуществляют инвестиции в малые инновационные предприятия (МИП) с целью

получения прибыли. В настоящее время значительный вклад бизнес-инкубаторов в экономическое и социальное развитие страны, а также высокая эффективность их работы сделали их привлекательными для вложения средств различными структурами. Альтернативные источники финансирования снижают экономический риск их инвестиционной деятельности.

К концу 2002 г. в Китае насчитывалось свыше 400 бизнес-инкубаторов, из них больше 130 являлись технологичными. Их цель — стимулирование трансформации научных и технических достижений в продукты и услуги. Они создают благоприятную среду, в которой технологические разработки коммерчески и промышленно осваиваются с высокой скоростью.

В настоящее время поддержка таких структур в Китае осуществляется в рамках национальной программы China Torch Program. В соответствии с ней разработана инструкция для технологических бизнес-инкубаторов, которая установила критерии их оценки, четко определенные правила приема (уровень образования заявителя, наличие права интеллектуальной собственности хотя бы на один вид высокотехнологичной продукции и т.д.) и выпуска (освоение принципов руководства, достижение намеченных целей, обозначенных в бизнес-плане) предприятий-арендаторов со строгой ориентацией их деятельности на коммерциализацию новых технологий, набор рекомендаций по их политике и работе менеджеров. Наиболее эффективно действующим бизнес-инкубаторам присваивается статус национальных, и они принимаются за образец.

Министерством науки и технологий Китая для реализации Программы по созданию и развитию технологических бизнес-инкубаторов был образован Центр развития промышленности и высоких технологий. В его задачи входит: изучение вопросов деятельности технопарков и бизнес-инкубаторов в стране; участие в работе по их учреждению, закрытию и перестройке; проведение консультаций; ведение статистики по этим структурам; сертифи-

кация бизнес-инкубаторов и разработка предложений для присвоения им статуса национальных; управление Инновационным фондом поддержки малых технологических предприятий и т.д. Центр периодически проводит оценку бизнес-инкубаторов и технопарков, которым не присвоен статус национальных. В соответствии с ней наиболее эффективно работающим структурам предоставляются гранты для проведения конкретных мероприятий, которые позволят им выйти на уровень национальных.

Таким образом, большие достижения в результатах деятельности китайских бизнес-инкубаторов были достигнуты благодаря сильной государственной помощи в становлении и развитии инновационной инфраструктуры, рассчитанной на долгосрочную перспективу, и значительной стартовой поддержке со стороны региональных структур власти и международных программ.

Обобщая мировой опыт функционирования технологических бизнес-инкубаторов, можно выделить ряд положений, реализация которых на практике будет способствовать созданию и эффективной работе белорусских инкубаторов малого предпринимательства — инновационных центров, что существенно активизирует инновационные процессы в нашей стране и внесет значительный вклад в ее экономическое и социальное развитие. Наиболее важные и насущные из них сформулируем ниже.

Государственная политика в Беларуси должна быть акцентирована на создании технологических бизнес-инкубаторов, которые оказывали бы помощь МИП на стартовой стадии в приоритетных направлениях науки и техники. Для этого необходимо разработать программу государственной поддержки развития инкубаторов малого предпринимательства, которая может осуществляться на уровне центральных и местных органов власти, министерств и ведомств. Ее удастся успешно реализовать, если государство предоставит данным структурам целевые дотации и займы, бесплатные курсы для повышения

квалификации в области инновационного предпринимательства, низкую арендную плату, сформирует систему льгот и преференций, осуществит кредитное и налоговое стимулирование, обеспечит венчурным финансированием, выделит удобные земельные участки и т.д. Она должна стать приоритетной в государственной политике. В нашей стране проблема заключается не столько в разработке и принятии таких программ поддержки субъектов инновационной инфраструктуры, сколько в их выполнении на практике. Для ее решения, на наш взгляд, целесообразно создать Центр развития высоких технологий, функции которого заключались бы в изучении проблем субъектов инновационной инфраструктуры, а также в разработке рекомендаций для их разрешения, участия в работе по их учреждению, закрытию и перестройке, ведении статистики, сертификации и т.д.

Актуальным является образование в нашей стране Ассоциации белорусских инкубаторов малого предпринимательства и инновационных центров. Основные направления ее деятельности — организационная и методическая помощь при формировании и функционировании этих структур; создание их базы данных; налаживание связей и обмена информацией между инкубаторами малого предпринимательства и их предприятиями путем проведения регулярных семинаров, презентаций своих фирм и других мероприятий; представление их интересов на уровне органов государственного управления, международном и т.д. Значительную роль может сыграть ассоциация и при «встраивании» инновационных центров в национальную инновационную систему. Решение этой задачи состоит в содействии сотрудничеству между финансово-кредитными институтами, венчурным капиталом, научными структурами, средними и крупными предприятиями, властью и субъектами инновационной инфраструктуры.

Весьма важной является разработка классификации инкубаторов малого предпринимательства для определения их инновационной направленности и системы показателей для оценки эффективности

их деятельности. Возможно применение следующих показателей: учредители инкубатора малого предпринимательства (инновационного центра), его мощность, уровень специализации и самоокупаемости, инкубируемые предприятия, создание рабочих мест, вклад данной структуры в региональную экономику, ее взаимодействие с научными, финансово-кредитными организациями, корпоративным сектором, структурами власти и глобальной инновационной системой. На их основе осуществляется добровольная сертификация данных образований, что затем используется при распределении грантов и другой адресной поддержке инновационных центров. Для оценки их деятельности можно рассматривать также показатели работы МИП, которые размещаются в его стенах.

Кроме того, необходимо совершенствовать саму схему функционирования инкубаторов малого предпринимательства в направлении их инновационной ориентации. Предпочтение следует отдавать стартующим МИП со своим бизнес-планом, удовлетворяющим критерию наукоемкости и высокотехнологичности. Возможна также разработка определенных правил приема фирм, направленных на развитие сотрудничества между ними. Так, в инновационный центр можно ограничить включение предприятий, которые занимаются одинаковым бизнесом, но приветствовать прием взаимодополняющих компаний. Важным направлением деятельности центра должна стать проводимая им финансовая политика, когда он находит инкубируемым предприятиям венчурных инвесторов, а также гарантирует доступ к кредитам банка, субсидиям и грантам государства. При учреждении инновационного центра также необходимо разрабатывать комплекс специализированных услуг в соответствии с его профилем и той нишей технологического рынка, которую займут инкубируемые предприятия.

Перспективно создание сети инновационных центров при научно-исследовательских институтах и вузах для поддержки spin-off, которые обеспечивают трансфер технологий из исследовательского в ре-

альный сектор. Благодаря этому появятся предпосылки для ускорения структурно-технологических сдвигов в экономике. Кроме того, решится и кадровый вопрос. В процесс коммерциализации научных изысканий будут активно вовлекаться молодые исследователи (студенты, аспиранты), работающие в стенах этих структур. Инновационные центры могут оказывать студентам и выпускникам вузов и прединкубационные услуги (предоставление площадей для воплощения их идей, консультирование по формированию стратегии развития и разработке бизнес-плана), что будет стимулировать у молодежи предпринимательскую активность. Такая долгосрочная кадровая политика подготовки и обучения молодых специалистов основам предпринимательства, менеджмента и маркетинга со временем даст положительные результаты. В этом направлении может быть разработана государственная программа поддержки студентов и выпускников, имеющих новые идеи.

Эффективно создание инновационных центров в рамках технопарков в свободных экономических зонах, где кроме дополнительных налоговых, таможенных и других льгот субъекты хозяйствования получают возможность привлекать иностранные инвестиции.

Таким образом, за рубежом накоплен значительный опыт становления и развития технологических бизнес-инкубаторов, сыгравших большую роль в коммерциализации научных исследований и разработок. Задача состоит в том, чтобы привлечь внимание республиканских и местных властей для его успешной реализации в нашей стране.

Литература

1. Бизнес-инкубаторы в национальной инновационной системе / Под ред. Н.В. Гапоненко. — М., 2006.
2. Л. Истомина. Инкубаторы малого предпринимательства: зарубежный опыт, аналитический обзор. — Мн., 1998.

ИТ-РЕШЕНИЯ ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Продвижение разработок белорусских университетов на платформе кооперационных бирж успешно используется высшими учебными заведениями и малыми инновационными предприятиями, созданными на их базе. За последние два года технопарком «Метолит» и межвузовским центром маркетинга НИР было проведено 5 таких мероприятий, на которых продемонстрировано 96 технологий, приборов, комплексных решений. В них приняли участие представители 145 организаций, состоялось 460 встреч.

19 мая в рамках Белорусского промышленного форума и международной научно-практической конференции «ТРИИН» пройдет очередная кооперационная биржа «ИТ-решения для промышленности». На ней будут представлены технологии, приборы, информационные услуги, предлагаемые отечественными университетами — БНТУ, БГУ, БГТУ, БГУИР и др., НИИ цитологии и генетики НАН Беларуси, малыми предприятиями ИТ-сферы по 36 направлениям. Среди них — мониторинг деятельности и управление ресурсами предприятий; моделирование технологических процессов; виртуальное приборостроение, сбор, измерение, анализ отдельных характеристик и процессов; электронные средства защиты, обслуживание сетей; ИТ для воспроизводства промысловых рыб. Биржа рассчитана на руководителей и специалистов, заинтересованных в использовании передовых информационных технологий, автоматизации отдельных технологических процессов, внедрении инновационной продукции в производство, информационной безопасности работы предприятия.

Для участия в бирже можно зарегистрироваться по тел. (017) 29-83-42 или на сайте www.icm.by.

**Виктор Воропаев**

аспирант Гродненского государственного университета им. Янки Купалы

Технология высоконаполненных фторопластовых композитов

В химической и нефтехимической промышленности Республики Беларусь эффективность действия большого количества устройств в значительной мере определяется характеристиками используемых в них герметизирующих элементов. К их числу следует отнести поршневые кольца компрессоров, подшипники скольжения, торцевые, сальниковые уплотнения и другие детали узлов трения, работающих в условиях, где применение смазки ограничено или вовсе не допустимо.

Широкое распространение в качестве материала для таких уплотнительных и герметизирующих элементов получили композиционные соединения на основе фторопласта-4, обладающие рядом уникальных характеристик — низким коэффициентом трения, малым износом сопряженных деталей. Особенно успешным оказался материал, наполненный измельченными углеродными волокнами. Он был создан в конце 1970-х гг. советскими учеными и выпускался под торговой маркой «Флубон». По многим показателям он превосходил все имевшиеся в то время аналоги — как отечественные, так и зарубежные [1]. В Беларуси, обладающей

развитой химической и нефтехимической промышленностью, такой материал был крайне нужен.

С распадом СССР и утратой важнейших экономических связей возникла необходимость создания собственного аналога «Флубона», который можно было бы изготавливать из отечественного сырья. В Институте механики металлополимерных систем им. В.А. Белого НАН Беларуси был разработан, а затем в 1999 г. внедрен в производство на Гродненском механическом заводе композиционный материал «Флувис», в котором в качестве наполнителя было использовано углеродное волокно (УВ). Некоторые изменения технологии его выпуска позволили получить материал более высокого качества, нежели у его прототипа (табл. 1) [2].

В настоящее время Гродненский механический завод является единственным на постсоветском пространстве производителем композиционных материалов данного типа, обладающих высоким качеством. Тем не менее не все характеристики этого вещества позволяют применять его в узлах трения, работающих без смазки в особо сложных условиях. Так, при относи-

тельно высокой прочности при растяжении оно не обладает достаточной твердостью, теплостойкостью и при высоких давлениях и температуре не обеспечивает удовлетворительного ресурса эксплуатации. Поэтому возникла необходимость в разработке нового материала, имеющего соответствующие характеристики.

Известно, что при увеличении содержания УВ во фторопластовой матрице теплопроводность композита увеличивается, облегчается процесс отвода тепла из зоны фрикционного контакта, растет ресурс уплотнения при эксплуатации при высокой температуре. Также при большом содержании УВ повышается твердость и снижается «ползучесть» композита, что крайне важно для изделий, работающих в условиях высоких давлений и температур. Вместе с тем введение каждого процента наполнителя снижает прочность фторопластовых композитов при растяжении на 0,5—0,6 МПа [3]. В результате получаются весьма непрочные материалы (рис.).

При столь низких показателях прочности затраты на создание подобных веществ не оправданны. Поэтому была предпринята попытка повысить это свойство при

Таблица 1. Физико-механические свойства «Флувиса» и его аналогов

Композит	Algoflon (Ausimont)	«Флубон-20»	«Флувис-20»
Плотность, кг/м ³	2120	1930—1950	1950—1980
Теплопроводность в интервале -128...+250 °С, Вт/м·К	0,24	0,34—0,37	0,25—0,44
Прочность при растяжении, МПа	21	17	20—25
Нагрузка при 10%-ной деформации, МПа	—	20—23	27—30
Коэффициент износа, мм ³ /Нм	—	6,5·10 ⁻⁷	2,2—4,5·10 ⁻⁷

Таблица 2. Физико-механические характеристики высоконаполненных композитов, полученных с применением технологий механоактивации и термообработки в условиях всестороннего сжатия (ВС)

Содержание наполнителя, %	Коэффициент износа, мм ³ /Н·м		Прочность при растяжении, МПа		Прочность при 10%-ной деформации, МПа		Плотность, кг/м ³	
	термооб-ка в свободном состоянии	термооб-ка в условиях ВС	термооб-ка в свободном состоянии	термооб-ка в условиях ВС	термооб-ка в свободном состоянии	термооб-ка в условиях ВС	термооб-ка в свободном состоянии	термооб-ка в условиях ВС
25	3,65·10 ⁻⁷	2,44·10 ⁻⁷	22,9	32,8	33,3	40,9	1800	1870
30	3,54·10 ⁻⁷	2,35·10 ⁻⁷	20,9	31,9	26,7	39,6	1770	1860
35	—	1,48·10 ⁻⁷	14,1	19,6	19,1	39,8	1560	1630

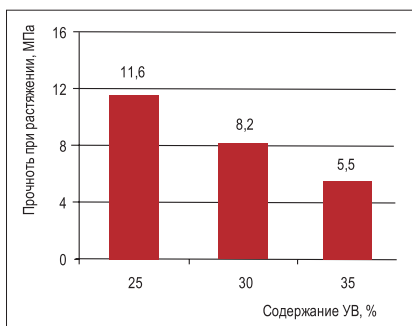


Рис. Прочность при растяжении высоконаполненных фторопластовых композитов с содержанием УВ более 25%

разрыве и износостойкость высоконаполненных композитов (ВК) на основе политетрафторэтилена (ПТФЭ) с содержанием УВ не менее 25% массы.

На Гродненском механическом заводе совместно с ГрГУ им. Я. Купалы были разработаны технологии, позволяющие улучшить характеристики ВК. В основу найденных решений легло понимание необходимости повышения адгезии частиц фторопласта к УВ как главного условия уменьшения пористости и усиления прочности ВК для достижения высокой степени его монолитизации.

Была применена механоактивация смеси композиционного материала посредством ее сжатия с удельным давлением не менее 800 МПа и последующего рыхления уплотненного ВК в смесителе с частотой вращения лопастей 3 тыс. оборотов в минуту, а также технология термообработки заготовок из ВК в условиях всестороннего сжатия композита при его переходе в вязкотекучее состояние.

При использовании в технологии механоактивации частицы фторопласта приобретают одинаковую пластинчатую форму, что повышает прессуемость порошка ВК, а также некомпенсированный заряд, и это улучшает диспергирование наполнителя во фторопластовой матрице при смешивании, рыхлении и способствует увеличению степени кристалличности материала и образованию прочной надмолекулярной структуры.

Применение технологии всестороннего сжатия в вязкотекучем состоянии ВК при термообработке способствует увеличению прочности получаемых изделий. Эффект упрочнения, вероятно, обусловлен суммарным действием нормальных и тангенциальных напряжений на границе раздела «матрица — наполнитель», при-

водящим к взаимодействию макрорадикальных продуктов с активными центрами наполнителя и снижению дефектности граничного слоя вследствие заполнения микронеровностей поверхности частиц модификатора из-за механохимического пластифицирования [4].

Синергический эффект от применения данных технологий выразился в характеристиках полученных ВК (табл. 2).

Таким образом, разработанные композиционные материалы обладают высокими прочностными и триботехническими показателями, а также специфическими свойствами ВК (высокая твердость, теплостойкость), что позволяет применять их в таких условиях, где прежде невозможно было реализовать достоинства фторопластовых композитов на основе УВ (особо ответственные узлы трения без смазки, работающие при повышенном давлении и температуре).

Стоимость таких материалов выше, чем у известных «Флубона» и «Флувиса», однако и диапазон использования у них шире, а эксплуатационные характеристики — лучше, что позволит сэкономить на издержках по ремонту и простоя дорогостоящего оборудования гораздо большие суммы. Их применение на предприятиях нефтехимического комплекса Республики Беларусь даст возможность снизить затраты при эксплуатации оборудования и будет способствовать развитию импортозамещающего производства.

Литература

1. Сиренко Г.А. Антифрикционные карбопластики / Г.А. Сиренко. — Киев, 1985.
2. Гракович П.Н. Применение фторопластового композита «Флувис» в поршневых компрессорах / П.Н. Гракович [и др.] // Материалы. Технологии. Инструменты. 2005, №3. С. 33—36.
3. Пугачев А.К. Переработка фторопластов в изделия: Технология и оборудование / А.К. Пугачев, О.А. Росляков. — Л., 1987.
4. Кравченко В.И. Промышленность региона: проблемы и перспективы инновационного развития / В.И. Кравченко [и др.]. — Гродно, 2008.

Школа научной элиты

Большое внимание к последипломному образованию в национальных программах многих стран обусловлено широким признанием его как движущей силы экономической конкурентоспособности. Императивом здесь является повышение требований к квалификации специалистов, ученых, поддержание на современном уровне научно-исследовательской базы и расширение распространения знаний. Система высшей школы проводит реформирование, направленное на удовлетворение потребностей общества и экономики. Отсюда и пересмотр ее целей, вызванный необходимостью выработки стратегий, ориентированных в будущее, гибкостью институтского образования, более весомым вкладом в общественную копилку, улучшения качества и эффективности функционирования экономик.

В научной гостиной, организованной редакцией журнала «Наука и инновации», развернулась горячая дискуссия об условиях и перспективах образовательного и карьерного роста молодых ученых в Беларуси. Участие в ней приняли руководители аспирантуры ведущих вузов страны, представители Национальной академии наук, БРФФИ, БелИСА и других заинтересованных структур.

Сергей Чижик:

— Мировая наука и технологии развиваются невиданными ранее в истории темпами, и, чтобы двигаться в этом русле не отставая, а иногда и на шаг опережая современные передовые достижения, мы должны беспрестанно пополнять научную сферу молодыми квалифицированными кадрами, способными не только свободно оперировать адекватными времени категориями, но и генерировать новые идеи, претворять их в жизнь. Важнейшей ступенью на пути подготовки молодых ученых является обучение в магистратуре и аспирантуре, которые сейчас, откровенно говоря, переживают не лучшие времена, хотя определенные трудности, безусловно, возникали всегда. В связи с этим считаю целесообразным остановиться на наиболее острых вопросах сегодняшнего состояния последипломного образова-



фото Александра Костыко

*Сергей ЧИЖИК,
главный ученый секретарь Президиума НАН Беларуси*



*Ольга НЕЧАЙ,
заместитель начальника управления подготовки научных кадров высшей квалификации БГЭУ*

ния, определить факторы, сдерживающие приход молодежи в науку.

Ольга Нечай:

— 14 июня 2007 г. Палатой представителей был принят Закон Республики Беларусь «О высшем образовании», законодательно регламентирующий введение магистратуры. Это актуализировало проблему реализации единых подходов в подготовке научных кадров высшей квалификации. Магистратура, как вторая ступень высшего образования, по организации учебного процесса, содержанию, формам аттестации ориентирует выпускников на продолжение обучения в аспирантуре. Таким образом, она по своей сути является «нулевым» или подготовительным циклом аспирантуры, который призван активизировать процесс непрерывной подготовки кадров высшей научной квалификации и повысить его результативность. Однако, чтобы данная система стала эффективной, необходимо разработать и реализовать единые требования к ней.

Основная сложность состоит в том, что магистратура и аспирантура относятся к разным уровням образовательной системы. Подготовка в магистратуре — ступень вузовского образования, ее деятельность определяется нормативными документами, регулирующими обучение студентов в вузах, аспирантура — послевузовского, регламентируемая ВАКом и ГКНТ. Кроме того, в системе «вузовское — послевузовское образование» имеет место разрыв, который требует корректировки механизмов организации ступенчатой подготовки научных работников.

Владимир Шкурко:

— Магистрант — это тот же студент, имеющий определенные права, обязанности и льготы. У него есть студенческий билет, зачетная книжка и стипендия. В отличие от будущего аспиранта он задействован в реальном учебном процессе, сдает эк-

замены по трем общеобразовательным дисциплинам по программе кандидатского ВАКовского минимума: философия и методология науки, основы информационных технологий и иностранный язык. Расширенное постижение каждого из названных предметов обусловлено рядом аспектов. К примеру, процесс обновления в области информационных технологий и их проникновения во все сферы жизни столь стремителен, что молодые люди нуждаются в постоянном совершенствовании и расширении знаний в этом направлении. У нас магистранты получают более глубокие знания по основам математического моделирования, веб-дизайна, пакетам компьютерной математики, языкам программирования, компьютерным технологиям статистического анализа данных, системам управления базами данных, поддержки принятия решений и др., с помощью которых они смогут более эффективно проводить свои диссертационные исследования. В изучении иностранного языка тоже есть своя специфика. Магистрант занимается переводом научной литературы, пополняет багаж разговорного иностранного языка, знакомится с научной терминологией в той сфере, на которую он ориентирован. Помимо этого, в магистратуре читается ряд спецкурсов и профилирующих дисциплин. Ну и, наконец, самое главное — уже в начале учебы все обучающиеся распределяются по академическим институтам, где за каждым из них закрепляется научный руководитель — доктор или кандидат наук. Магистрант под его руководством за год (а точнее, с сентября по июнь) обязан провести реальную работу и по ее результатам написать магистерскую диссертацию, которая должна стать основой будущей кандидатской.

Татьяна Кравцевич:

— Вот поэтому на плечи магистрантов ложится сверхнагрузка: три кандидатских экзамена, магистерская диссертация — и это за один год! Кроме того, некоторым приходится параллельно еще и работать, ведь на стипендию не проживешь. Я здесь не рассматриваю другие аспекты неизбежных издержек в новом институте под названием «магистратура». Мне кажется, что погоня за эффективностью, высокими результатами послевузовского образования отрица-



Владимир ШКУРКО,
ректор Института подготовки
научных кадров НАН Беларуси,
кандидат физико-математи-
ческих наук, доцент



Татьяна КРАВЦЕВИЧ,
начальник отдела аспирантуры
и докторантуры БГУ, кандидат
психологических наук



Игорь ГАНЧЕРЕНОК,
проректор Академии управле-
ния при Президенте Республики
Беларусь, доктор физико-мате-
матических наук, профессор

тельно сказывается на выборе дальнейшего пути молодых. Наш опыт показывает, что сейчас, когда идет корректировка планов приема в аспирантуру, многие из магистрантов, планировавших поступление, изменили свои намерения. Оценив тот масштаб работы, который потребует, чтобы закончить диссертационное исследование, они принимают решение отложить поступление на следующий год или вовсе ограничиться магистерской.

Владимир Шкурко:

— Однако обладатель диплома магистра имеет ряд преимуществ в сравнении с обычными выпускниками вузов. Во-первых, это право без наличия трудового стажа по специальности занимать научную должность — младшего научного сотрудника. Во-вторых, преподавать в высшей школе. К тому же для поступления в аспирантуру у магистра уже сданы экзамены кандидатского минимума, есть научный руководитель, определена тематика и направление будущих исследований, тема кандидатской. В результате весь период обучения в аспирантуре он будет заниматься исключительно научной работой, что, несомненно, скажется на качестве и сроках подготовки диссертации.

Игорь Ганчеренок:

— Сейчас образование структурируется по новым стандартам. Магистратура — не только шаг к аспирантуре, как считают многие, это в том числе и возможность быстро повысить квалификацию в соответствии с изменяющимся спросом на рынке труда. Как ответ на вызовы времени возник феномен «профессиональной магистратуры». А что касается науки, то это кропотливая, серьезная и важная работа, и алгоритма, как «взрослеть» в ней, пока никто не придумал.

Татьяна Кравцевич:

— В нашем вузе для аспирантов мы разработали и апробировали курс с рабочим названием «Формирование ученого в пространстве инноваций», который нацелен на то, чтобы будущий ученый был успешным. Это чисто прикладные дисциплины, состоящие из таких блоков, как «Личная и социальная идентичность ученого в сов-

ременном белорусском обществе», «Самопрезентация ученого в профессиональном окружении», «Межкультурная коммуникация в академическом контексте», «Маркетинг и менеджмент научной деятельности», «Правовые аспекты научной деятельности». К примеру, модуль «Закрепление и усовершенствование навыков устной и письменной самопрезентации в профессиональном окружении» уже читается, и он идет просто на ура, потому что «закомпьютеризированное» информационное общество лишает наших молодых ученых умения и выступать перед аудиторией, и писать.

Игорь Ганчеренок:

— Научно-исследовательская работа, научные школы, имеющие авторитетного лидера, способного подсказать молодому специалисту перспективную тему исследований, — вот что необходимо сегодня. Именно так можно вырастить ученого. По мнению ректора МГУ Виктора Садовниченко, чтобы подготовить N ученых, надо на первый курс принять N^2 абитуриентов. В нашей стране 50 вузов, в каждом есть кафедра высшей математики. Поскольку преподавательский состав должен обновляться ежегодно, нужно набирать на первый курс мехмата БГУ 50^2 абитуриентов, то есть 2,5 тысячи. Чтобы подготовить такое количество специалистов, нужны научные школы, которые помогут молодому ученому, образно говоря, войти в открытые двери.

Второе условие — их государственная поддержка. Все мы помним, как в республике развивалась, например, школа физики: приглашали именитых ученых из Ленинграда, других городов СССР и образовывали так называемые «центры кристаллизации». Ведь для того, чтобы создалась система — генерирующий кристалл, — его надо вырастить и обработать! Кроме этого, научные исследования следует расширять, интернационализировать. Наука по определению международная, мы не можем рассчитывать только на свои силы — необходим выход на мировую арену, сотрудничество с зарубежными научными коллективами. А то, что есть, нужно максимально поддерживать. Такой небольшой стране, как Беларусь, в первую очередь надо заботиться об интеллектуальной безопасности. Знания



фото Сергея Дубовика

*Валентин ОРЛОВИЧ,
председатель научного совета — директор Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований, академик*



фото Александра Костыно

*Елена БАБУШНИКОВА,
секретарь отделения биологических наук Совета молодых ученых НАН Беларуси*



фото Александра Костыно

*Андрей КРУПОДЕРОВ,
аспирант мехмата БГУ*

«спрессованы» с человеком, завязаны на конкретном ученом, и надо очень серьезно подумать о перспективах нашей науки, научных школах и их финансовой поддержке со стороны государства.

Валентин Орлович:

— Я полностью согласен с тем, что нам нужно сохранять и развивать существующие научные школы, создавать новые. Только работая в команде единомышленников, под контролем научного руководителя, в постоянном контакте с более опытными коллегами, молодой специалист может приобрести необходимые ему знания и навыки, широту мышления, научиться — и это главное — самостоятельно формулировать и решать научные проблемы. Конечно, очень важно, кто является его научным руководителем. Если руководитель понимает, что у магистра или аспиранта есть задатки критического мышления, то он найдет возможности финансово поддержать его. К сожалению, молодые люди не всегда адекватно соотносят свои возможности, усилия по выполнению работы и свою зарплату. Есть здесь вина и вузов. Излишнее увлечение компьютерами, малые навыки пользования научной, да и учебной литературой, отсутствие опыта постановки экспериментов приводят к тому, что молодой человек теряется. Он не понимает, что наука — это не получение информации через компьютер, а ежедневный упорный труд, в том числе и черновой, когда надо и паять, и сверлить, и перетаскивать приборы, и по 10 часов стоять у установки. Здесь важно вовремя заметить эту растерянность и поддержать начинающего ученого.

Сергей Чижик:

— Желание продолжить обучение по окончании вуза, а потом и магистратуры во многом обусловлено личностью преподавателя. В результате двух-, трехлетнего взаимодействия студент и педагог-исследователь притираются друг к другу, и часто последний становится научным руководителем. Его роль состоит в том, чтобы предложить для начала пусть небольшую, но оригинальную идею, помочь постичь все то новое, что есть в мире в выбранном направлении, показать «темные пятна», изучением которых стоит заниматься. Для этого требуется постоян-

ная совместная работа и, что принципиально важно, желание молодого научного работника. Ориентация на научную стезю начинается либо на кафедре, либо в лаборатории. На мой взгляд, идеален опыт Московского физико-технического института, где студенты приступают к работе в научных лабораториях уже с 3-го курса. У нас такой подход пока не везде и не часто применяется. А это могло бы помочь развивать интерес у молодых людей к занятию наукой, генерировать свои идеи и добиваться успеха.

Валентин Орлович:

— Меня особенно волнует закрепление научной молодежи в НИИ и вузах. Проблему хорошей зарплаты молодого специалиста может решить его научный руководитель через вовлечение его в хозяйственную деятельность, в выполнение международных проектов. Но он не в силах решить вопрос с жильем. Если у молодого человека есть семья, да еще и ребенок, если он живет в общежитии и осознает, что, будучи научным сотрудником, имеет весьма призрачную перспективу приобретения квартиры, он уйдет в будущем в бизнес или уедет за рубеж. К сожалению, несколько моих лучших воспитанников работают в различных странах мира или стали серьезными бизнесменами. Это большая потеря для науки и для страны. Есть выход из этого положения — строительство ведомственного жилья. Идеальный вариант — нуждающийся в нем молодой ученый сразу после защиты кандидатской диссертации получает ведомственную квартиру. Тогда он готов активно работать, завоевывать новые позиции в науке. Кстати, такой опыт, к сожалению, пока небольшой, есть в НАН Беларуси.

Сергей Чижик:

— Сейчас много говорят о необходимости помогать молодежи, предоставлении ей различных льгот. Конечно, это нужно делать, но и молодые исследователи должны напряженно работать. Недавно во время подготовки рекомендаций в Закон о поддержке молодежи мы познакомились с предложениями тех, в интересах кого он



фото Александра Костыко

Ольга МЕЕРОВСКАЯ,
ученый секретарь БелИСА, руко-
водитель Национального инфор-
мационного офиса ТРПЕС



фото Александра Костыко

Дмитрий КУНИЦКИЙ,
аспирант Института экономики
НАН Беларуси

создается. Мягко говоря, их требования часто оказываются завышенными: например, бесплатное жилье, льготное приобретение товаров, сокращенный рабочий день. Председатель Президиума НАН Беларуси Михаил Мясникович заметил как-то: «Молодость — это, конечно, хорошо, но этого еще не достаточно». Мне кажется, в словосочетании «молодой ученый» акцент необходимо делать на втором слове, ведь «ценность» научного сотрудника определяется не только возрастом. Чтобы стать серьезным научным работником, надо глубоко изучить область исследования, в которой работаешь, полюбить ее.

Ольга Нечай:

— Но ведь определенные шаги в этом направлении предпринимаются. Например, Указом Главы государства увеличена стипендия аспирантам и докторантам. На сегодняшний день она составляет 568 тыс. рублей. Аспиранты имеют возможность участвовать в открытом конкурсе для назначения стипендий Президента Республики Беларусь, введена система грантовой поддержки. Таким образом, за период обучения аспирант получает стипендию, имеет возможность дополнительно работать, участвовать в научных темах, иногородние, как правило, проживают в бесплатном общежитии. Сложности начинаются по окончании аспирантуры, когда выпускник распределяется на должность ассистента кафедры с окладом согласно штатному расписанию порядка 300 тыс. руб. Идти или не идти преподавать — выбора нет, потому что обучение в аспирантуре происходит за счет средств республиканского бюджета. Это обязывает аспиранта отработать 3 года в организации, с которой на этот период у него был заключен контракт. И так будет продолжаться до момента получения ученой степени кандидата наук. Лишь тогда у научного работника появляются существенные доплаты за ученые степени и звания. Поэтому надо вернуться к вопросу мотивации занятия наукой. Ведь не секрет, что аспирантура расценивается определенной частью молодых людей как возможность получить отсрочку от армии, обзавестись минской пропиской, на время решить жилищный вопрос.

И еще. Мы хотим, чтобы 40 человек поступило, столько же окончило и защитилось. Такого не будет никогда. Поэтому необходимо, чтобы аспиранты обучались за свой счет. А государственную стипендию нужно давать только талантам.

Игорь Ганчеренок:

— Подходы к поддержке молодых ученых могут быть разными. Соединенные Штаты, например, активно используют опыт Петра I — выявление и приглашение талантливых ученых в свою страну на основе в том числе и финансовой заинтересованности. Другое дело — престижность

научной и преподавательской деятельности. Я начинал работать как стажер с окладом 100 рублей, но знал, что имею перспективу стать ученым и получить социально престижную профессию. Тогда эта профессия была в почете, сейчас несколько снизила свой «вес». Поэтому в первую очередь необходима система мер, направленных на повышение престижности труда ученого и профессорско-преподавательского состава. Ведь главная ценность социума — способность создавать новые знания, и для меня молодые ученые — это прежде всего значимый интеллектуальный потенциал и настрой, нацеленность на достижение нового результата, энтузиазм, оптимизм, смелость и огромная работоспособность.

Елена Бабушникова:

— Действительно, в наши дни отношение в обществе к труду ученого «упало в цене», причем это выражается и в материальном плане. Мне кажется, необходимо более обширное информирование общества о достижениях отечественной науки, предоставление конкретных результатов — только таким образом можно поднять престиж представителей этой нелегкой профессии. Нужна система мер, которые помогут социуму оценить труд ученых по достоинству. Существует очень хорошая программа БРФФИ по выделению грантов специально для молодежи. Благодаря этой поддержке многие смогли провести свое первое самостоятельное исследование от начала и до конца.

Андрей Круподеров:

— Есть еще один аспект, который сильно влияет на приток молодых в науку, — значительная часть научных школ сосредоточена в Минске, здесь же находится более половины всех специалистов. Значит, продолжать учебу можно только здесь, а отсюда и проблемы, в том числе и с жильем.

Валентин Орлович:

— Да, здесь есть над чем работать. Концентрация ученых в регионах нашей страны мала. Достаточно большие коллективы работают в Гродно и Гомеле. Но есть и другие городские центры с вузами —

Мозырь, Полоцк, открыты университеты в Пинске и Барановичах. Отсутствие серьезных научных школ в райцентрах создает условия для сползания исследований до местечкового уровня. А ведь и в эти университеты идет молодежь не только для учебы, но и для научной деятельности.

Очень часто ко мне в фонд приходят, если можно так выразиться, самоучки, желающие «совершить революцию» или решить глобальные проблемы. Но, не обладая профессиональными знаниями, не зная ситуации в мире, не умея критически мыслить, они скатываются на псевдонаучные позиции. Учитывая это, фонд предпринимает специальные усилия для поддержки науки в регионах, подключает крупных ученых из столичных научных центров.

Ученый — это штучный товар. Лишь единицы из сотен или даже тысяч студентов способны стать настоящими профессионалами. Уместно напомнить пример из советских времен, когда создавались так называемые учебно-научно-производственные структуры в вузах. Старшекурсники получали целевое образование. Лекции читали не только преподаватели, но и специалисты из академических и отраслевых НИИ, КБ, заводов, куда слушатели впоследствии распределялись после прохождения практики, делали курсовые и дипломные на местах будущей работы. Таким образом целенаправленно готовились специалисты для конкретных рабочих мест. Отдельные элементы этой системы есть и сейчас, но этого явно недостаточно. Не хватает, на мой взгляд, и систематического общения с коллегами, работы в научном коллективе. И я считаю, что важную роль в формировании мировоззрения молодого ученого, становлении его как профессионала играет возможность взаимодействия с зарубежными научными командами. Необходимо расширение международного обмена специалистами, система стажировки талантливой молодежи за границей.

Ольга Мееровская:

— Международная деятельность в нашей стране поддерживается на государственном уровне. Средства для участия в

международных конференциях выделяют БРФФИ, НАН Беларуси, Минобразования, на безвалютной основе проходят межакадемические обмены. Но финансирование невелико и, что естественно, в большей степени доступно высококвалифицированным ученым, чем молодым. Дополнительные возможности предоставляют международные программы, в том числе 7-я Рамочная программа научно-технологического развития Евросоюза. В ней нет индивидуальных грантов для молодых ученых, но есть проекты для научных организаций из разных государств, объединяющихся в сеть для совместного обучения начинающих исследователей. На такие проекты — Initial Training Networks — выделяется около половины всех средств 7РП. Но попасть в них организациям из стран, не входящих в ЕС, довольно сложно.

Владимир Шкурко:

— Но ведь любой международный проект — например, INTAS — всегда предполагает наличие зарубежного коллаборатора, которого молодому ученому отыскать крайне трудно.

Ольга Мееровская:

— Есть разные программы, в том числе и такие, где коллаборатор не нужен. Одни проекты полностью выполняются в Беларуси, чтобы реализовать другие, необходим выезд в зарубежную партнерскую организацию. Есть не совсем оправданные опасения утечки мозгов. Но насколько уместны в век информационных технологий барьеры? Бесспорно одно: международные и отечественные гранты и программы направлены на развитие ученого, его карьерный рост, самореализацию. Кураторы Международной ассоциации по содействию сотрудничеству с учеными из стран бывшего Советского Союза (INTAS), финансировавшие совместные научные исследования ученых из СНГ и ЕС в период с 1992 по 2007 г., опросили молодых ученых, получавших стипендии, на тему, что дало им участие в проектах INTAS. 51% респондентов ответили, что оно стало критическим, в хорошем смысле этого слова, фактором для развития их дальнейшей научной карьеры, 31%

ученых — помогло очень сильно, 20% — значительно, и только 3% дали нейтральную оценку. То есть для абсолютного большинства молодых исследователей возможность общения со своими коллегами за рубежом, расширение кругозора, сопоставление своих знаний со знаниями и навыками других специалистов, а также, естественно, деньги, которые они получали, — все это очень важно и ценно. Поэтому, на мой взгляд, научный руководитель, заведующий лабораторией, директор организации должны поощрять, а не запрещать работу в подобных проектах, а государство — координировать участие в серьезных международных научных программах, формировать механизмы и инструменты поддержки.

Валентин Орлович:

— Возможности поездки молодого ученого для временной стажировки за рубежом зависят от двух обстоятельств. Прежде всего, это позиция в мировой науке подразделения, в котором он работает. Если в лаборатории или на кафедре исследования выполняются на высоком уровне, то действуют открытые каналы сотрудничества и разветвленные международные научные связи. Руководитель заинтересован в том, чтобы направлять научную молодежь за границу как для выполнения исследований, которые у нас по каким-то причинам невозможны, так и для освоения новых методов. Но его задача — отправить такого специалиста, который за очень короткие сроки получит максимум научных результатов и при этом не подведет научную группу, которую он представляет, то есть этот молодой человек должен иметь хорошие навыки научной работы, знать английский язык, обладать широким кругозором.

А возможности для поездок у молодых людей большие. Мне приходится контактировать со многими зарубежными фондами, организацией Центральной европейской инициативы, научно-управленческими структурами Евросоюза, посольствами различных стран. Все они в том или ином количестве имеют гранты, направленные на стимулирование научных контактов молодежи. Другое дело, насколько готовы —

и в профессиональном смысле, и по владению английским — наши исследователи воспользоваться этим.

Хорошие возможности для международного сотрудничества созданы и в БРФФИ. Например, только в 2008 г. фонд открыл финансирование по более чем 240 международным проектам с примерно 30 странами. В ближайшей перспективе под его эгидой начнутся совместные исследования белорусских ученых со специалистами из Румынии, Чехии, США, Литвы, Турции, расширится взаимодействие с Германией и другими странами.

Дмитрий Куницкий:

— Вопросы материальных стимулов, по моему мнению, следовало бы обсуждать в ином русле, в опосредованном отношении к научным исследованиям. Я считаю, что нынешняя система оплаты труда ученого не совсем оправдана. Сейчас молодой специалист, кандидат наук имеет низкую базовую ставку, и хотя это не главный вопрос в науке, начинать все-таки нужно именно с него. Теоретически 70—80% доходов ученого должна составлять государственная зарплата, которая выдается независимо от направлений его исследований и повышается по мере получения ученых званий и выслуги лет. А у нас молодой специалист постоянно зависит от рыночной конъюнктуры, которая принуждает его сосредоточиваться не на углублении своих знаний, а на выживании.

Кроме того, хочу отметить сомнительную пользу участия молодых ученых в иностранных грантовых программах (я имею в виду прежде всего экономистов). Хотя это и дает возможность подработки, составляющей 70—80% его дохода, ученые на зарубежные гранты выполняют корпоративный заказ. В среде не только молодых, но и самых авторитетных ученых неизбежно воцаряется рыночный либерализм и «пробивание», сознательное или бессознательное, интересов корпоративных структур, которые зачастую разрушительны для белорусской экономики. Через иностранные конференции (в большинстве случаев) и подобные формы стимуляции научной деятельности молодых ученых к нам приходят чужеродные идеи,

на которые мы опираемся, в частности, при построении экономики, что чревато непоправимыми потрясениями для общественных устоев. В первую очередь надо заботиться не о том, чтобы дать ученому материальные блага, а как обеспечить должное место науки в республике.

Валентин Орлович:

— Что касается системы поддержки научных исследований в НАН Беларуси, мне кажется, мы сейчас находимся на пути к выработке правильного сочетания методов базового и конкурсного финансирования с жестким отбором проектов в последнем. Это основа жизнедеятельности науки во всех развитых и многих развивающихся странах. Она проверена опытом, и вряд ли мы сможем придумать что-то новое.

Мне трудно согласиться с утверждением о вреде грантов для страны. Научные законы, касающиеся неживой природы, человека, общества, едины во всем мире. Другое дело, что конкретное проявление в конкретном государстве экономических законов зависит от особенностей его общественно-политического и экономического устройства. Экономист должен, если он действительно ученый, объективно использовать знание этих законов при выполнении любых исследований, независимо от заказчика. Мне и моим коллегам, работающим в области лазерной физики, приходится выполнять исследования и для белорусской промышленности, и в рамках зарубежных грантов. И это нормально. Мы приносим пользу нашей стране, поскольку разработанные нами приборы выпускаются в Беларуси и из-за рубежа за выполненные исследования поступают финансовые средства. Для ученых это еще и дополнительный заработок, возможность обновить экспериментальную базу. Здесь главное — научная объективность, а не конъюнктурные требования заказчика. Кстати, участие в таких работах молодых ученых — это большая школа для них, в том числе и школа аргументированного отстаивания научной истины.

Подготовил Александр КОСТЫКО



Нина Семёнова

заведующая отделом Института экономики, политики и права
в научно-технической сфере Федерального агентства по науке и инновациям,
кандидат философских наук

Особенности форсайта в условиях глобализации

Современный мир характеризуется возрастающей глобализацией экономики, политики и культуры и возникновением управления этими сферами не только на страновом и внутригосударственном, но также на межстрановом и мировом уровнях. Глобализация касается труда, капитала, информации, знаний, технологий, производства, рынков.

Одним из действенных инструментов научно-технологической и инновационной политики в этих условиях становятся форсайтные исследования. Известно, что они не идентичны прогнозам, которые составлялись 50 и даже 30 лет назад [1—3]. В целом futures studies («исследования будущего») формировались как наиболее полный набор методов предсказания. Они включают в себя изучение и учет важнейших трендов и факторов, а также основных интересов и анализ сочетания различных сил с целью определения альтернатив предстоящего развития (в гораздо большей степени, чем при составлении только прогноза). На futures studies влияет состояние экологии, здоровье людей, новые технологии, то есть они имеют безусловную социальную ориентацию [1, 4].

Термин «форсайт» начал активно использоваться с конца 1980-х. Он означает не только исследование будущего, но и совокупность подходов к принятию решений с целью улучшения влияющих на него в долгосрочном периоде факторов и создания широких социальных сетей для формирования желаемого или ожидаемого завтра. В этом смысле справедливо толкование форсайта как социальной технологии, намечающей направление и способы достижения предстоящего и требующей обсуждения вариантов и сценариев его развития различными группами, силами (или агентами, как принято их называть).

Эти подходы к принятию решений для определения и достижения будущего имеют следующие цели:

- собрать вместе ключевых социальных агентов перемен и источники знаний для разработки стратегического видения и прогноза долгосрочного социального, экономического и технологического развития;
- создать сценарии, планы действий, перечни приоритетов;

- помочь сформировать общий взгляд на будущее, общую его картину.

Известно, что форсайт касается самых разных сфер жизнедеятельности общества и различается по предмету и богатству использованных и необходимых для изучения данного предмета методов. Он может быть подразделен на классы (рис.):

- по степени охвата проблем — глобальный, национальный, региональный и т.д. (кольцевой срез — по величине и уровню общности и интегрированности исследуемого слоя);
- по сферам, относительно которых проводится форсайт, — социальный, экономический, политический, научный, научно-технологический, образовательный и т.д. (горизонтальный срез — по социально-экономическим областям или секторам);
- по различным уровням внутри исследуемых сфер, например внутри экономического — это отраслевой, кластерный, корпоративный и пр. (вертикальный срез).

Разумеется, возможно сочетание нескольких типов форсайта в зависимости от целей и задач исследования, что отражено в данной трехмерной модели.

Он различен по охвату временного лага, или временному горизонту: может быть средне- или долгосрочным, но скорее должен быть поэтапным и носить характер мониторинга. Далее мы увидим, что это зависит от его типа (или класса).

Для осуществления форсайта используются различные методы: «мозговые штурмы», создание и проработка сценариев, метод Дельфи, SWOT-анализ, альтернативные варианты, международные сопоставления и пр. Качественный форсайт, особенно на национальном и глобальном уровнях, предполагает применение всего их разнообразия, а не одного или двух, иначе картина будет недостаточно полной.

Форсайт становится широко распространенным инструментом политики, особенно в сфере науки, технологий и инноваций. Наиболее глобальный (по целям, задачам и уровню изучаемых проблем) осуществляет Американский совет Университета ООН (American Council UN University) в рамках Миллениум-проекта, начатого в 1996 г.

Конечно, этот тип прогнозных всеобъемлющих исследований появился не случайно. Еще в 1970-е гг. интеллектуалы, объединенные в Римском клубе, анализировали проблемы, стоящие перед человечеством, пытаясь увидеть их решение. Но тогда не было еще столь разнообразных методов предвидения будущего, подобных современным, поэтому долгосрочные прогнозы в основном носили футурологический, нередко алармистский характер. Миллениум-проект отличается от тех, которые предлагались ранее. Его организаторам удалось под руководством сильных лидеров с помощью апробированных, хорошо разработанных методов сбора, обработки информации и ее качественного анализа привлечь огромный отряд экспертов, которые исследуют основные проблемы, стоящие перед человечеством в целом, а также отдельными субрегионами и странами.

Ежегодно в течение 10 лет публикуется очередной том отчета этого проекта «State of the Future». Интересно отметить, что с 1999 г. к употребляемому в них ключевому термину issues and opportunities («пробле-

мы и возможности решений») добавилось понятие challenge — «вызов», которое стало бинарным, синтезом, подразумевающим снятие проблем и решений. Ведь реальность формируется или, лучше сказать, корректируется суммарным влиянием того и другого [5, 6]. Так, было зафиксировано, что от точности и качества понимания проблем зависят адекватность и глубина решения, а в конечном счете — формирование реальности. Таким образом, форсайт имеет не только аналитическое и методическое, но и технологическое значение, на что обращают внимание многие исследователи [7].

Эксперты Миллениум-проекта выделяют 15 мировых проблем, среди которых достижение устойчивого развития, сбалансированный рост народонаселения, обеспечение людей водой, продовольствием и топливом, борьба со старыми и новыми болезнями, свободный доступ к информации и информационно-коммуникационным технологиям, выработка стратегий, эффективных политических решений, противостоящих терроризму и этническим конфликтам, преступности, социальная свобода женщин, становление демократических институтов, гармоничные отношения между природой и обществом, формирование новой глобальной этики и др. [8].

Многие решения этих насущных вопросов упираются в развитие и применение современных технологий. Правда, научно-технологический форсайт в рамках данного проекта разрабатывается на долгосрочную перспективу (до 2025-го, 2050 г.), в том числе в сценарных вариантах. Например: (1) «Наука и технологии

развивают собственный уклад»; (2) «Мир пробуждается»; (3) «Откройте врата» (об опасностях безответственного развития и применения науки); (4) «Отрицательная реакция» (о негативном отношении к науке) [8]. Такой подход, скорее, предупреждает как от излишней благоустности, так и от технократического подхода к науке. У него особые задачи — определение социального значения научно-технологического прогресса с целью достижения устойчивого развития в мире и отдельных субрегионах и странах.

Заметим, что решения большей части проблем в значительной мере связаны с уровнем технологий и их применением. В условиях техногенной цивилизации на стадии ее глобализации практически все виды форсайта обязательно включают в себя научно-технологический компонент в качестве особо значимого фактора и элемента для выработки решений во многих жизненно важных областях — это экология и здравоохранение, обеспеченность пресной водой, продовольствием и топливом, развитие коммуникаций, проблемы образования, человеческого потенциала и, самое главное, войны и мира.

Не случайно применительно ко дню сегодняшнему ведущие аналитики употребляют понятие «технологическая революция», а также, что представляется более точным, «глобальная технологическая революция» [9, 10]. Оно подчеркивает и адекватно выражает роль науки и основанных на ней технологий в современном мире (в отличие от предыдущих, основывавшихся прежде всего на практических, ремесленных открытиях и навыках).

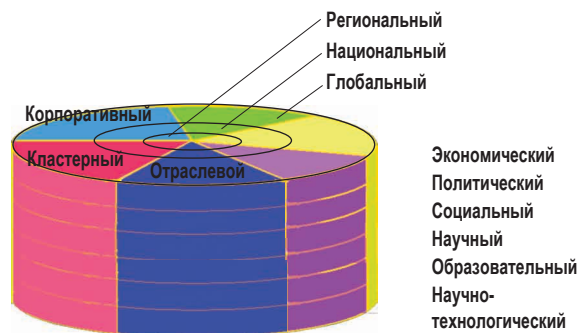


Рис. Классификация форсайта

Технологическая революция, во-первых, базируется на научных исследованиях и разработках и не является порождением простых индустриальных или ремесленных улучшений. Во-вторых, в ней существует разряд топ-технологий, которые возглавляют список современных сложных технологий, интегрирующих тысячи других — простых и даже элементарных [11, 12]. На развитие топ-технологий возлагаются значительные надежды в решении острых проблем, и наибольший прогресс в них связан с поиском и креативными находками на стыке технологий, более того, по прогнозам, их влияние будет еще выше [1, 9]. В число мировых топ-технологий входят био-, нано-, информационные технологии, эффективные и возобновляемые системы энергоснабжения и, наконец, сложное управление системами [9].

Очень показательны глобальные научно-технологические форсайтные исследования, проводимые «РЭНД Корпорэйшн» (США). Именно анализу технологической революции посвящены два последних доклада организации. В докладе 2001 г. «Technology Revolution 2015» были проанализированы основные топ-технологии, имеющие сегодня наибольшее влияние и перспективы. Именно их развитие дает ответы на главные вызовы современности, касающиеся здоровья, экологии,

обеспеченности важнейшими ресурсами (топливо, продовольствие, вода) [9]. При чем особенностью настоящего момента является отказ от дисциплинарной привязки технологий, так как топ-технологии пронизывают многие другие. Например, нанотехнологии, основанные на открытиях в области микромира, применяются в информационных технологиях, при создании новых материалов, в биотехнологиях, медицине — в данный момент зафиксировано по крайней мере несколько десятков, более 40 направлений их использования. Таких технологических кластеров, или направлений (приложений), насчитывается 15—16, что отмечается, например, в докладе «РЭНД Корпорэйшн» 2006 г. [10].

Приложения топ-технологий являются ответом на нужды и потребности социального развития. Новые технологии — это реализация возможностей человечества в пределах поставленных задач. Они касаются полноценного биологического и социокультурного воспроизводства населения на планете. Здесь речь идет прежде всего о технологиях, способствующих решению проблем в области энергетики, коммуникаций, информации, сетевого управления, производства дешевых и безопасных материалов, продовольствия, здоровья людей, экологии и т.д.

В национальных планах научно-технологического и инновационного развития наиболее передовых государств отражены именно эти приоритеты (США, страны ЕС, Япония, а по ряду технологий, например по нано-, — также Австралия, Бразилия, Индия, Китай, Россия и др.). Это говорит о корреляции независимых экспертных исследований в области мировых технологических приоритетов и применения технологий для решения основных проблем и анализа возможностей человечества, а также реальных политических решений, базирующихся на прогнозах в научно-технологической сфере [11, 12]. Кроме того, эти совпадения отражают рост глобального взаимодействия в экономической и политической, научно-технологической и особенно в инновационной сферах.

При форсайте важно не только обозначить проблемы и направления их технологических решений, но и рассмотреть социальный контекст их развития и применения. Данные факторы условно можно разбить на группы, отражающие способности и возможности развития технологий, а также уровень их реализации, прежде всего в сфере инноваций. Именно эти факторы учитывают при технологическом форсайте эксперты и аналитики «РЭНД Корпорэйшн» и получают интересные результаты как в страновом, субрегиональном, так и мировом масштабе.

При анализе способности национальной инновационной системы (НИС) той или иной страны к развитию ключевой технологии нужно принимать во внимание:

- национальную политику в области науки, техники и инноваций, а также конкретных технологий (необходимый уровень финансирования, обеспеченности исследований и разработок человеческими ресурсами, опыт международного сотрудничества);
- совершенное законодательство в интеллектуальной сфере;
- уровень человеческого потенциала, который отражает состояние экономики, национальной системы образования и здравоохранения);
- в целом готовность общества к современному развитию, в том числе на уровне ценностей и ориентаций;
- ряд других факторов.

Таблица 1. Обзор основных форсайтных и стратегических исследований по странам ЕС (на начало 2000-х гг.)

Страны	Основные документы по форсайту и научно-технологической стратегии
Австрия	Австрийское исследование технологий по методу Дельфи (1998). Исследование социокультурного состояния общества по методу Дельфи (1998). Национальный план исследований и инноваций (2002).
Великобритания	Технологический форсайт Соединенного Королевства-2 (2002). Технологический форсайт Соединенного Королевства-3 (2003—2004).
Германия	Доклад на основе метода Дельфи (1995). Будущее (2002). Первостепенный баланс — будущее (2003).
Дания	Доклад о состоянии ИКТ (2003). Доклад о состоянии нанотехнологий (2003). Доклад о технологиях, обеспечивающих гигиену (2003). Доклад о биотехнологиях (2003). Доклад об экотехнологиях (2003).
Ирландия	Доклады о состоянии технологий в Ирландии по методу Дельфи (2000). Национальный план развития 2000—2006 (2000). Положения Ирландского Совета по развитию науки, технологий и инноваций.
Финляндия	Будущее заключается в науке и компетенции (2002). Технологическая стратегия — обзор возможных вариантов выбора, Helsinki. Финляндия 2015: сбалансированное развитие, Комитет по проблемам будущего (2003).
Швеция	Шведский технологический форсайт (2004).

Анализ возможностей национальной инновационной системы реализовать одну из ключевых технологий (или их совокупность) должен учитывать степень развития и мотивированности всех звеньев НИС, включая научно-технологическую сферу, производство, наличие инфраструктуры — организационной, информационной, финансовой, образовательной, а также заинтересованность власти и общества в совершенствовании технологий. Все это отражается в инновационной и экономической политике и общественном мнении. Важными показателями являются научно-технологические приоритеты страны, уровень и масштаб финансирования, насыщенности кадрами данного сектора, качество человеческого потенциала государства в целом.

Отметим, что для фиксации способностей, возможностей и уровня реализации технологий и их применений эксперты «РЭНД Корпорэйшн» используют как количественные, так и качественные индикаторы, абсолютные, а чаще — относительные показатели.

Можно отметить, что в процессе форсайтных исследований обнаруживаются некоторые метатенденции в развитии самих современных технологий, которые оказывают столь существенное влияние на жизнь человека и планеты, а именно:

- ускорение темпа технологического изменения, объединенного с «творческой деструкцией» традиционных отраслей промышленности. Это увеличит важность культурной адаптации, длительного образования и обучения. Экономическая потребность, социальные запросы и ресурсные возможности затронут технологическое развитие в каждой отрасли промышленности и в обществе в последующие 15—20 лет;
- растущий мультидисциплинарный характер технологий. Многие из них становятся возможными благодаря синергетическим взаимодействиям. Так, инженеры все чаще обращаются к биологам, чтобы понять, как живые организмы решают проблемы в естественной среде, чтобы применить это относительно неживых объектов;
- конкуренция за лидерство в развитии технологий. Передовые позиции и при-

сутствие в каждой технической области будут зависеть от множества факторов, включая будущие региональные экономические аспекты (например, Европейский Союз как глобальная сила), международные права объектов интеллектуальной собственности и их защиту, характер многонациональных корпораций и частного сектора, инвестиции в научные исследования и разработки;

- продолжающаяся глобализация экономики и обществ. Она усиливается информационными технологиями, оказывающими большое влияние на другие технологии.

Многие государства используют форсайт при определении собственной политики, особенно в научно-технологической сфере, сейчас их число составляет около 50 (страны ОЭСР и ЕС). В ОЭСР принято считать форсайтные исследования обязательным инструментом успешной научно-технологической и инновационной политики. Еврокомиссия также признала форсайт эффективным и необходимым как для внутреннего развития, так и для глобального взаимодействия, особенно в свете решения формировать единое научное и инновационное пространство Евросоюза [1].

Почему предпочтение отдается научно-технологическим прогнозам? Именно в этой сфере их реалистичность и исполняемость наиболее высока: по мнению английских специалистов, она достигает 70%, тогда как в других областях — 30%. И действительно, технологический форсайт проводится чаще, хотя некоторые организации фокусируют усилия и на социальных аспектах. Совсем мало исследований посвящено условиям труда и промышленным отношениям (табл. 1).

В табл. 1 сведены воедино данные по национальным проектам форсайта, инициированным в конце 1990-х — начале 2000-х, которые позволяют сделать вывод, что внимание агентов было сфокусировано на технологической политике, причем, как правило, на информационных и некоторых других топ-технологиях. Наиболее часто выбираемый при этом временной горизонт — 15 лет.

С 1999 г. картина меняется. Многие страны (в большинстве своем желающие вступить в ЕС) присоединились к деятельности по форсайту национальных технологий. В то же время государства — члены ЕС начали уделять больше внимания социальным проблемам. Особенно популярным стало проведение регионального форсайта. Временной горизонт несколько увеличивается, хотя точность прогноза при этом уменьшается.

Продолжение в следующем номере.

Литература

1. Future-oriented analysis of the main socio-economic challenges in Europe: the potential impact of research. — 2007. Электронный источник: [http://www.atlantisresearch.gr/?1=cat-208&page=395].
2. Третьяк В.П. Форсайт в вопросах и ответах. / РИЭПП / — М., 2007.
3. Шелюбская Н. «Форсайт» — новый механизм определения приоритетов государственной научно-технической политики // Проблемы теории и практики управления. 2004, №2. С. 60—65.
4. Handbook of Knowledge Society Foresight. European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions. — Dublin, Loughlinstown, 2003.
5. State of the Future 1998. The UN University, 1998.
6. State of the Future 1999. The UN University, 1999.
7. UNIDO Technology Foresight Manual. V. 1. — Vienna, 2005.
8. State of the Future 2004. The UN University, 2005.
9. RAND Corporation Report «Technology Revolution 2015», 2005.
10. RAND Corporation Report «The Global Technology Revolution 2020: In-Depth Analyses», 2006.
11. Semenova N. Globalization and Macrotechnologies in Russia // XXX Symposium of the International Committee for the History of Technology. ICONTEC, 2003. August 21—26. — St.-Petersburg — Moscow, 2003. P. 19—21.
12. Семёнова Н.Н. Мировые технологические приоритеты // Альманах РИЭПП. Вып. 2. Наука. Инновации. Образование. — М., 2007. С. 128—140.



Владимир Колотухин

старший научный сотрудник Института экономики НАН Беларуси

Интеллектуальная собственность и эффективность ее использования

На современном этапе развития мировой экономики объекты интеллектуальной собственности (ОИС) превратились в основной экономический ресурс, и в зависимости от того, насколько эффективно в стране налажена система регулирования процессов их разработки и коммерциализации, обеспечивается тот или иной уровень ее конкурентоспособности.

Транснациональные корпорации, рассматривая патентно-лицензионную деятельность как важнейший инструмент в борьбе за рынки сбыта, осуществляют многомиллионные инвестиции в формирование новых ОИС, создают условия для их введения в гражданский оборот.

В нашей стране созданы ключевые институты системы охраны интеллектуальной собственности (ИС: национальный патентный орган; фонд патентных документов; специальный судебный орган — коллегия по делам интеллектуальной собственности Верховного суда Республики Беларусь; ассоциация патентных поверенных. Для эффективного взаимодействия в данной сфере государственных органов при Совете Министров создана Комиссия по

обеспечению охраны прав и противодействию нарушениям в сфере ИС. Согласно постановлению Совета Министров Республики Беларусь от 31.08.2005 г. №961 финансирование государственных научно-технических программ осуществляется по результатам проведения патентных исследований и их соответствующей регистрации в Национальном центре интеллектуальной собственности.

Одним из основных показателей в этой сфере является количество зарегистрированных патентов на изобретения (в 2007 г. в нашей республике их было 1379, что в 1,34 раза больше, чем в 2003 г.). Однако по числу выданных охранных документов, приходящихся на 10 тыс. населения Беларуси, превосходя Россию и Украину

соответственно в 1,4 и 2,9 раза, данный показатель уступает в 3—7 раз индустриально развитым странам [1, 2].

В мировой практике средний срок полезного использования патента на изобретение — от 7 до 15 лет, многие же отечественные субъекты хозяйствования прекращают его действие уже в первые годы после выдачи. Общее количество патентов, зарегистрированных Национальным центром интеллектуальной собственности по состоянию на 31.12.2007 г., составило 10 489, из них действовало 4007, а коммерциализировано в реальном секторе экономики только 387 (данные государственной статистической отчетности организаций по форме 4-нт), что говорит об их низком потенциале [1, 3]. В связи с этим необходимо усиление роли маркетинговых исследований в инновационной сфере (в структуре затрат на технологические инновации в промышленности за последние 3 года их удельный вес сократился в 5 раз и составил в 2007 г. 0,1%) [1].

В нашей стране действуют ограничения по отнесению на себестоимость про-

дукции затрат на маркетинг и рекламу (в соответствии с Указом Президента от 15.06.2006 г. №398 «Об утверждении норм расходов на рекламу, маркетинговые, консультационные и информационные услуги, представительские цели, подготовку кадров» в зависимости от размера выручки (дохода) только 1,5—7,5%). Если по окончании отчетного года сумма, направляемая на указанные цели, превысила предельные расходы по нормативу, то образовавшаяся разница списывается за счет прибыли, остающейся в распоряжении предприятия. К сожалению, и эти средства не осваиваются многими субъектами хозяйствования в полном объеме, в то же время они в период создания новых продуктов и освоения рынков, имея значительные расходы на маркетинг и

невысокие объемы продаж, ограничены в средствах для продвижения своих товаров.

При обосновании организации производства новой продукции в первую очередь необходимо определить объем возможного рынка, который как минимум в 150—200 раз должен превышать затраты на ее разработку, выпуск и реализацию, а также показать преимущества изделия или технологии по сравнению с известными аналогами [4]. Поэтому инновационную политику предприятия (ведомства) целесообразно тесно увязывать с маркетинговой стратегией и для этого в первые 3 года включать затраты на маркетинг и рекламу в себестоимость продукции без ограничения.

Из зарегистрированных на начало 2007 г. в Государственном реестре 2699 договоров передачи или уступки прав на объекты промышленной собственности только 5% (или 139 единиц) связано с внешнеэкономической деятельностью [3]. Для ее активизации необходимо создать внешнеторговую организацию, которая бы специализировалась на лицензионной торговле ОИС (аналогичные структуры есть в России, Казахстане, Узбекистане), так как отсутствие ее, а также опыта проведения патентно-лицензионных операций на внешних рынках у научных учреждений чревато значительными убытками при заключении контрактов.

По информации ООН, Республика Беларусь обладает разработками, стоимость которых оценивается миллиардами долларов, а формирование организационно-экономического механизма их коммерциализации затягивается, что приводит не только к потере потенциального дохода от реализации ОИС (в том числе к неэквивалентному внешнеэкономическому обмену), но и к низкому технологическому уровню национальной экономики [5]. Это положение подтверждает анализ статистических данных. Так, импорт в 2007 г. превысил экспорт по статье «Роялти и лицензионные платежи» в 11,9 раза, при этом отрицательное сальдо по сравнению с 2006 г. увеличилось с 54,3 до 75 млн долл. США, или на 138,1% [6]. То есть темпы роста поступлений финансовых средств от экспорта отстают от темпов роста суммарных выплат по их импорту (табл. 1).

Анализ результатов внешней торговли выявил закономерность: положительное сальдо по внешнеторговому балансу наукоемких услуг республика имеет со странами, где уровень научно-технического развития ниже (Азербайджан, Казахстан, Узбекистан, Молдова, Греция, Люксембург, Корея), а с индустриальными державами сальдо, как правило, отрицательное [1].

Результаты внешнеэкономической деятельности по торговле технологиями и услугами технического характера в разрезе объектов договоров и сроков их действия в 2007 г. приведены в табл. 2 и 3.

Таблица 1. Результаты внешнеэкономической деятельности Республики Беларусь в сфере оплаты наукоемких услуг

Наименование видов услуг	2006 г.		2007 г.		2007 г. к 2006 г., %
	Млн долл. США	% к итогу	Млн долл. США	% к итогу	
Экспорт услуг, всего	2401,1	100,0	3248,4	100,0	135,3
в том числе роялти и лицензионные платежи	5,9	0,2	6,9	0,2	116,9
Импорт услуг, всего	1647,0	100,0	2002,7	100,0	121,6
в том числе роялти и лицензионные платежи	60,2	3,7	81,9	4,1	136,0
Сальдо услуг, всего	754,1	—	1245,7	—	165,2
в том числе роялти и лицензионные платежи	-54,3	—	-75,0	—	138,1

Таблица 2. Коммерческие сделки по торговле технологиями и услугами технического характера по объектам договоров в 2007 г.

	Число договоров, единиц		Стоимость договоров, тыс. долл. США		Средняя стоимость одного договора, тыс. долл. США	
	экспорт	импорт	экспорт	импорт	экспорт	импорт
Всего, в том числе по объектам договоров	1119	1150	96029,6	181799,8	85,8	158,1
Изобретение	6	7	193,9	3031,9	32,3	433,1
Ноу-хау	15	16	220,0	13986,8	14,7	874,2
Товарный знак	9	21	0,5	168,3	0,06	8,0
Инжиниринговые услуги	800	1008	68879,9	160486,1	86,1	159,2
Научные исследования и разработки	289	92	26735,3	4110,6	92,5	44,7
Прочие	—	6	—	16,2	—	2,7

Исходя из приведенных в них данных, можно отметить следующее:

- объем импорта технологий и услуг технического характера больше экспорта в 1,9 раза;
- средняя стоимость одного договора по импорту превышает экспорт по изобретениям в 13,4 раза; ноу-хау — 59,5; товарным знакам — 134; инжиниринговым услугам — 1,85, а по научным исследованиям и разработкам (не запатентованным ОИС), наоборот, экспорт выше импорта в 2,1 раза;
- доля договоров по научным исследованиям и разработкам в общем количестве по экспорту составляет 25,8%, а по импорту — 8%, по стоимости — соответственно 27,8 и 2,3%. Таким образом, средняя стоимость отечественных (экспорт) незапатентованных разработок в 1,1 раза больше, чем защищенных патентом, в импорте — в 3,5 раза ниже;
- средняя стоимость одного договора со сроком действия свыше 9 лет по импорту в 73,4 раза больше, чем по экспорту, а с продолжительностью менее одного года — по импорту уже в 1,2 раза меньше, чем по экспорту;
- удельный вес стоимости договоров в общей стоимости со сроком действия менее одного года и свыше 9 лет по экспорту составил 56,6 и 0,2%, а по импорту — соответственно 19 и 47%.

Сопоставив данные табл. 1 и 2, видно, что доля авторских вознаграждений (роялти и лицензионных платежей) в стоимости ОИС в импорте в 6,3 раза превышает такое соотношение в экспорте (11,9 : 1,9). Патентные (в экспорте каждая 4-я технология не защищена патентом, в импорте — каждая 13-я), маркетинговые (в импорте преобладают договоры со сроком действия свыше 9 лет, в экспорте — менее года) исследования в Республике Беларусь не налажены должным образом. В экспорте преобладают незапатентованные научные изыскания и разработки (научно-технический уровень их значительно выше аналогичных работ, получаемых по импорту), стоимость которых в 5 раз меньше, чем импортируемых запатентованных ОИС (изобретения и ноу-хау), что приводит к неэквивалентному внешне-экономическому обмену. Эту «цену» наше

Таблица 3. Коммерческие сделки по торговле технологиями и услугами технического характера по срокам действия договоров в 2007 г.

	Число договоров, единиц		Стоимость договора, тыс. долл. США		Средняя стоимость одного договора, тыс. долл. США		Удельный вес стоимости договора в общей стоимости, %	
	Экспорт	Импорт	Экспорт	Импорт	Экспорт	Импорт	Экспорт	Импорт
Всего, в том числе по срокам действия соглашения	1119	1150	96029,6	181799,8	85,8	158,1	100	100
до 1 года	829	636	54387,3	34558,9	65,6	54,3	56,6	19,0
от 1 до 3 лет	226	231	35110,5	39122,4	155,2	169,4	36,6	21,5
от 3 до 6 лет	33	96	6178,9	22006,5	187,2	229,2	6,4	12,1
от 6 до 9 лет	7	5	200,0	607,3	28,6	121,5	0,2	0,4
свыше 9 лет	24	182	152,9	85504,7	6,4	469,8	0,2	47,0

государство платит во многом за то, что недостаточно внимания уделяет патентно-лицензионной деятельности и инновационному маркетингу. В большинстве министерств и концернов отсутствуют подразделения, занимающиеся вопросами охраны и управления интеллектуальной собственностью. В организациях, за исключением десятка ведущих предприятий («Белавтомаз», «МТЗ», «Атлант», «БМЗ», «Белмедпрепараты» и т.д.), также нет патентных служб. В индустриально развитых странах патентно-лицензионные отделы — ведущее подразделение любой корпорации, так, например, в компании «Сименс» численность патентоведов достигает 350 человек, у нас же самая большая команда патентоведов на предприятии — 8 человек [4]. К тому же уровень заработной платы их ниже, чем научных сотрудников в институтах и конструкторско-технологического персонала.

Проблема обеспечения квалифицированными кадрами организаций в большой степени предопределена отсутствием в республике специализированного вуза, осуществляющего подготовку патентоведов, инновационных менеджеров, маркетологов (аналогичные учебные заведения есть в России, Украине, Казахстане и других странах постсоветского пространства). Создание и укрепление высококвалифицированными специалистами соответствующих служб на предприятиях и в научных организациях Беларуси

позволит повысить их эффективность работы. Процессы коммерциализации ОИС во многом тормозятся из-за отсутствия у руководителей и персонала субъектов хозяйствования знаний в области патентно-лицензионной деятельности, инновационного менеджмента, а также опыта ведения бизнеса в сфере высоких технологий. Решение данной проблемы видится в организации бесплатного обучения кадров вопросам управления инновационной деятельностью.

Литература

1. Коршунов А.Н. и др. О состоянии и перспективах развития науки в Республики Беларусь по итогам 2007 г. (Аналитический доклад). — Мн., 2008.
2. Нечепуренко Ю. Беларусь в мировой системе правовой охраны изобретений // Наука и инновации. 2008, №5. С. 68—71.
3. Воронечий Л. Интеллектуальная собственность: состояние и перспективы // Интеллектуальная собственность в Беларуси. 2007, №4. С. 12—18.
4. Кудашов В.И. и др. Стимулирование коммерциализации инноваций. — Мн., 2006.
5. Нехорошева Л.Н. Инновационное развитие в условиях «новой экономики» // Наука и инновации. 2008, №3. С. 45—49.
6. Наука, инновации и технологии в Республике Беларусь, 2007: Стат. сб. / Подг. Тамашевич В.Н. и др. — Мн., 2008.



Инесса Бродко

старший научный сотрудник
Центра системного анализа и стратегических исследований НАН Беларуси,
кандидат исторических наук

Стимулирование экспорта

На экспортную активность страны влияют уровень ее экономического развития, участие в ВТО, ОЭСР, Евросоюзе и других организациях, общая ситуация в мире. Методы поддержки экспорта выбираются на основе определенных критериев: установления наиболее перспективных с этой точки зрения секторов экономики; выявления внутренних и внешних барьеров; выявления возможностей для продвижения товаров на внешний рынок; определения территориальных приоритетов на основе оценки потенциала экспорта конкретного региона; выработки форм и методов содействия и др.

Важным стимулом для развития экспорта служат прямые иностранные инвестиции (ПИИ), привлечение которых — одно из ключевых направлений внешнеэкономической деятельности государства. ПИИ заметно влияют на экономический рост, поскольку с их помощью осуществляется трансфер ресурсов в форме капитала, технологий, исследований, менеджмента. В переходный период прямые иностранные инвестиции могут пополнять внутреннее финансирование в случае проявления неэффективности рыночного механизма или ограничений рационального кредита. На макроэкономическом уровне приток частного инвестиционного капитала рассматривается как важный показатель прогресса реформы.

Благодаря проекту Конференции по торговле и развитию ООН UNCTAD «Глобальная инвестиционная оценка перспектив» (GIPA) правительства и предприниматели получают упреждающую информацию по данной проблеме, что дает им возможность формировать активную политику по привлечению ПИИ, поскольку GIPA прогнозирует модели их потоков на глобальном, региональном, национальном и отраслевом уровнях [1]. Негативные последствия мирового финансово-экономического кризиса отразились на ПИИ, которые, согласно исследованиям экспертов UNCTAD, в 2008 г. сократились на 21%, и эта тенденция сохранится в текущем году. Более того, «быстрое оживление маловероятно, по крайней мере на ближайшую перспективу» [2].

Приток ПИИ в Польшу сыграл беспрецедентную роль в процессе трансформации страны. Начавшаяся еще в 1991 г. ее интеграция в Евросоюз, а также членство в ОЭСР потребовали гармонизации национального законодательства с законодательством государств ЕС. Польское агентство информации и иностранных инвестиций (PALIZ) снабжает зарубежных инвесторов исчерпывающими сведениями об инвестиционной среде и содействует им прежде всего на начальной стадии инвестиционного процесса, готовит обзоры

польской экономики с учетом индивидуального профиля заказчика. Польша наиболее привлекательна для размещения прямых иностранных инвестиций. К примеру, в 2007 г. поступления ПИИ в нее достигли 16,6 млрд евро. В условиях глобального финансового кризиса PALIZ активизирует свою деятельность, направляя ее на тщательное исследование преимуществ различных регионов страны с целью привлечения потенциальных инвесторов [3].

В Венгрии с вступлением в Евросоюз ряд ее законодательных актов и система налоговых льгот и стимулов также были приведены в соответствие с законодательством ЕС. На европейских моделях основывается государственное Венгерское агентство по развитию внешней торговли и инвестиций (ITDH), которое имеет широкую учрежденческую сеть на родине и за рубежом. Эта структура фокусирует внимание на высокотехнологичных отраслях, инвестициях, дающих более высокую добавленную стоимость с использованием возможностей исследований и разработок, создании региональных центров торговли, финансирования, услуг. Сегодня ITDH сталкивается с серьезными проблемами в связи с резким — на 33% — сокращением ПИИ.

Одно из ведущих положений среди стран Центральной и Восточной Европы по привлечению ПИИ занимала Чехия. Успех агентства Czechinvest по организации инвестиционных проектов стал возможен

благодаря формированию правовой базы, в результате чего иностранные инвесторы получили ряд льгот: отмена таможенных пошлин на импорт машин и оборудования на срок реализации проекта; предоставление безвозмездной ссуды на создание каждого нового рабочего места; введение нулевой ставки подоходного налога для вновь образованных юридических и физических лиц и уже зарегистрированных компаний, модернизирующих свое производство (на определенные сроки). К тому же инвестор извлекает пользу из льгот, предоставляемых специальными и региональными программами.

Финансовая поддержка экспорта — важнейшее направление политики любого государства по обеспечению высокой конкурентоспособности национальных компаний на мировом рынке. Особое значение приобретают страхование и гарантирование экспортных кредитов и иностранных инвестиций, от действия которых в значительной степени зависят конкурентные позиции страны, ибо данный вид поддержки способствует увеличению объема экспорта и совершенствованию его структуры.

Защита экспортеров, инвесторов и финансирующих их банков от потерь в связи с коммерческими и политическими рисками осуществляется экспортными кредитными агентствами (ЭКА), об участии которых в международной торговле и трансграничных инвестициях свидетельствует информация Бернского союза (Международный союз страховщиков кредитов и инвестиций). Институциональные модели разнообразны:

- агентства, собственником которых является государство (услуги экспортного кредитования предоставляются через независимое учреждение, принадлежащее государству);
- частная компания, которая выступает как агент правительства, принимающего на себя все соответствующие риски, анализ которых изначально проводит она же;
- экспортные кредитные агентства, привлекающие частные средства и являющиеся крупными прибыльными банками.

Чешская экспортная гарантийная страховая корпорация EGAP — акционерное общество, членами которого являются

министерства финансов, промышленности и торговли, иностранных дел, а также сельского хозяйства. EGAP предоставляет экспортерам и финансирующим их банкам страхование кредитов от риска неуплаты со стороны зарубежного покупателя по коммерческим или политическим причинам. Корпорация также предлагает продукты страхования по индивидуальным запросам экспортеров и финансирующих банков. Государственная поддержка состоит в том, что EGAP может гарантировать возмещение ущерба в случаях, не страхуемых коммерческими страховыми компаниями, что дает возможность чешским экспортерам предлагать платежные условия, сравнимые с существующими в развитых странах. Для экспортеров, которые ищут новые возможности на зарубежных рынках путем маркетинговой деятельности, EGAP совместно с агентством «ЧехТрейд» и Чешским экспортным банком или успешными коммерческими банками страхует кредиты для финансирования исследований рынка от риска неудач, связанных с маркетингом.

Чешский экспортный банк, обеспечивая квалифицированную поддержку экспортной активности национальных компаний, практикует целенаправленный анализ особенностей приоритетных стран и стран особой важности. К первым относятся государства, обладающие значительным потенциалом для расширения торгового сотрудничества (Китай, Индия, Россия и др.). Во второй группе те, чья интенсивная торгово-экономическая кооперация уже полностью развита, но возможности для ее расширения не так велики, как в приоритетных странах. Новые формы кооперации включают: инвестиции в организацию совместных предприятий за рубежом и создание производственных мощностей для товаров, поставляемых этими компаниями на рынки третьих стран; предоставление условий для финансирования совместных проектов технического развития с привлечением чешских и иностранных коммерческих организаций; финансирование долгосрочных экспортных производственных программ.

В Венгрии страхование экспорта и собственных инвестиций за рубежом осуществляется Венгерским страховщиком экс-

портных кредитов — МЕНІВ, который тесно взаимодействует с Венгерским экспортно-импортным банком. Оба они являются акционерными обществами, находящимися в государственной собственности. Их цели и задачи определены соответствующим законом и заключаются в следующем: стимулирование и содействие развитию экспорта; реализация государственных интересов, связанных с экспортной деятельностью; усиление конкурентоспособности экспортеров на внешних рынках; дальнейшее развитие финансовой институциональной системы, охватывающей в том числе и экспорт, и страхование экспортных кредитов в соответствии с международными нормами.

Польская корпорация страхования экспортных кредитов KUKE S.A. — также акционерное общество, в число учредителей которого кроме Государственного казначейства входит несколько коммерческих банков и крупных внешнеторговых фирм. Деятельность KUKE сосредоточена на страховании экспортных кредитов и контрактов, прямых инвестиций за рубежом и затрат на освоение новых рынков сбыта экспортной продукции.

Во всех странах ЭКА дают национальным компаниям конкурентные преимущества на мировом рынке, поскольку экспортные кредиты, возврат которых гарантируется соответствующими организациями, предоставляются банком на более длительные сроки, к тому же на льготных условиях.

Деятельность агентств по продвижению экспорта (АПЭ) — это еще один известный способ его поддержки и стимулирования. АПЭ работают под наблюдением Международного торгового центра (ITC UNCTAD/ WTO), созданного Генеральным соглашением по тарифам и торговле (GATT) в 1964 г. и с 1968 г. функционирующего совместно с GATT (теперь WTO) и ООН через UNCTAD. АПЭ оказывают услуги по формированию благоприятного торгового имиджа страны; тренингу экспортеров, техническому содействию, ознакомлению с соответствующим законодательством и практикой его применения; по разработке собственного экспортного плана, на основе которого выделяется финансовая помощь; маркетингу; исследованию рын-

ков, созданию баз данных, позволяющих находить контакты между экспортерами и импортерами. Функционирование мировых АПЭ, которые усовершенствовали свою работу, оценивается Всемирным банком в целом положительно [4].

В продвижении экспорта существенную роль играют также посольства, которые систематически поддерживают торговлю; их деятельность в данной сфере приводит к дополнительным 6—10% экспорта. Это содействие распространяется и на информацию об инвестиционных возможностях. В задачи экономических и торговых отделов входят также лоббирование интересов национальных компаний, организация презентаций отдельных направлений коммерческой сферы за рубежом и в целом развитие экономического сотрудничества.

Расширение и успех экспорта обусловлен единым подходом к его продвижению. Так, «ЧехТрейд», EGAP, ЧЭБ, посольства Чехии обеспечивают экспортера услугами на каждой стадии жизненного цикла его продукции, выводя таким образом чешские товары на ключевые внешние рынки. Функции координатора выполняет Министерство промышленности и торговли.

Министерство экономики, труда и социальной политики Польши совместно с посольствами использует такие формы поддержки экспорта, как дотирование участия своих предприятий в выставках и ярмарках; инициирование и содействие в их организации на национальном уровне; субсидирование участия зарубежных представителей в подобных мероприятиях, организованных в Польше.

Целевой фонд экономического развития Венгрии (находится в ведении Министерства экономики) выделяет средства на участие компаний в международных выставках, проведение маркетинговых исследований и рекламных акций, создание заграничных бюро и представительств, установление систем обеспечения качества производимой продукции в соответствии с требованиями стандартов ЕС.

Важным элементом развития экспортного потенциала любой страны являются инновационные экспортно ориентированные малые и средние предприятия, которые

быстрее адаптируются к рыночным колебаниям. При этом они сталкиваются с рядом проблем и рисков: недостатком процедурных знаний и делового мастерства; сложностями с получением маркетинговой информации; доступом к фондам для финансирования выхода на внешние рынки; менеджментом более низкого уровня по сравнению с крупными компаниями и др. Разумеется, они нуждаются в государственной поддержке, особенно в процессе их проникновения на мировые рынки, создания альянсов и стратегического партнерства.

Экспортная стратегия Чешской Республики сконцентрировала большинство своих проектов именно на развитии международной конкурентоспособности малых и средних торговых предприятий. Внимание сфокусировано на фирмах, обладающих потенциальными возможностями, необходимыми для достижения успеха на зарубежном рынке. С 2006 г. EGAP обеспечивает страхование для них и отдельных бизнес-контрактов, что до этого осуществлялось только на коммерческой основе.

В Венгрии политика стимулирования малых и средних предприятий заключается прежде всего в создании благоприятной юридической и регулирующей среды. Финансовыми инструментами поддержки являются: система кредитного поручительства; микрокредитование; дотирование ставки процента, прямые субсидии. Кроме того, оказывается такая техническая помощь, как консалтинг, тренинг персонала, предоставление информации.

Словацкие малые и средние предприятия значительно укрепили свои позиции с помощью программы Turnaround Management Programme, сделавшей сдвиг в менеджменте. Она кардинально изменила концепцию и практику управления, содействовала росту этих организаций, на которые распространяется поддержка Европейского банка реконструкции и развития — крупнейшего инвестора в Центральной и Восточной Европе, а также в СНГ. В указанных странах институты поддержки экспорта и законодательство с соответствующими организациями и документами гармонизированы ЕС.

Европейский Союз оказывает помощь ма-

лым и средним предприятиям государственных и стран-кандидатов в различных формах, таких как гранты, кредиты и в некоторых случаях поручительства. Поддержка осуществляется либо непосредственно, либо через структурные фонды ЕС. Финансирование направляется при наличии жизнеспособного, потенциально прибыльного транснационального проекта. Большинство финансовых инструментов доступно лишь при посредстве национального кредитно-финансового учреждения. Подобными операциями руководит Европейский инвестиционный фонд, основанный в качестве совместного предприятия (Европейский инвестиционный банк, Европейская комиссия, европейские банки и финансовые организации). Европейский инвестиционный фонд является крупным игроком на рынке венчурного капитала и включает 173 фонда в странах ЕС, а также Центральной и Восточной Европы.

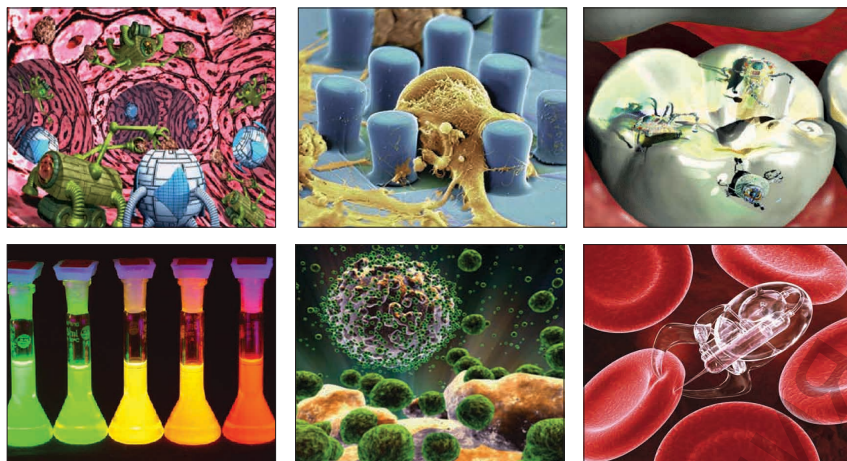
В СНГ иная модель стимулирования экспорта и соответственно совсем другие результаты, во многих из государств содружества отсутствует один из самых действенных механизмов — ЭКА. В России, например, создание агентства по страхованию экспортных контрактов планируется, согласно сведениям Министерства экономического развития и торговли РФ, лишь в текущем году.

Экономический рост в ЦВЕ начался, по определению специалистов, по «классическому» образцу — посредством развития экспорта. Трансформация внешнеторговой политики в сторону открытости привела к тому, что по его объему получены высокие результаты.

Литература

1. Global Investment Prospects Assessment/ UNCTAD// www.unctad.org/gipa.
2. UNCTAD Investment Briefs. 2009. N1.
3. PAIIIZ: FDI inflow over EUE 10 billion in coming years// Economic Bulletin. 2008. 30.10.08—05.11.08.
4. Lederman D., Olarreaga M., Payton L. Export Promotion Agencies: What Works and What Doesn't: World Bank Policy Research Working Paper 4044. November 2006.

Медицина в зеркале нанотехнологий



Человечество вступило в эру активного изучения и использования нанотехнологий, признанных основной движущей силой науки и техники в XXI в. Исследования в этой области привели к качественным сдвигам в информатике, получении электрической энергии, синтезе новых материалов, позволили революционизировать целые отрасли экономики, однако в медицине делаются лишь первые шаги на этом пути.

В связи с этим представляется важным обобщить накопленные в данной области сведения, наметить пути и перспективы развития наномедицины.

От нанотехнологий к наномедицине

Нанотехнологии — это направление в науке и технологиях, оперирующее объектами нанометрового размера (1 нанометр = 10^{-9} м), или наночастицами. Как правило, их размеры находятся в пределах 1–100 нм, что соответствует основным уровням (атомарному, субклеточному) биологической организации. В медико-биологической литературе наночастицы обычно условно делят на несколько классов.

Биологические и биогенные наночастицы — это белки, ферменты, молекулы ДНК и РНК, рибосомы, клеточные везикулы, вирусы и др. Важнейшая их особенность — способность к агрегации и самооргани-

зации, которая активно используется при создании искусственных конструкций, имитирующих реальные биоструктуры. С этой целью могут применяться и существующие в природе биологические наночастицы (чаще всего вирусы).

К искусственным биогенным наночастицам помимо липосом относят также липидные нанотрубки, наночастицы и наноэмульсии, циклические пептиды, хитозаны, наночастицы на основе нуклеиновых кислот. Как правило, они предназначены для направленной доставки лекарств и других соединений к определенному органу.

Полимерные наночастицы. Основой для их получения служат полимолочная и полиглицоловая кислоты, полиэтиленгликоль, поликапролактон и их сополимеры. Некоторые из них, например полиэтиленгликоль, могут использоваться для покры-

тия других наночастиц или молекулярных переносчиков. Важные свойства — био- и функциональная совместимость, способность к биodeградации, что позволяет задействовать их в технологиях доставки.

Дендримеры — уникальный класс полимеров с сильно разветвленной структурой. Их получают методами контролируемого многоступенчатого синтеза, при этом могут быть точно заданы размер и форма. Природные дендримеры — это полисахариды, гликоген и аминопектин. Типичными мономерами для синтеза дендримеров являются полиамидамин и аминокислота лизин. Контролируемые размеры и свойства поверхности, а также стабильность дендримеров делают их перспективными полифункциональными переносчиками: переносимые молекулы связываются с ними либо путем образования комплексов с их поверхностью, либо встраиваясь между их отдельными цепями.

Углеродные наночастицы — это фуллерены и углеродные нанотрубки, являющиеся новой формой существования углерода (наряду с алмазом и графитом). Они обладают свойствами, представляющими огромный интерес для биологии и медицины.

Эти структуры могут быть получены различными способами: при помощи вольтовой дуги, лазерной абляции, химическим осаждением из газовой фазы, в процессе горения и др. Следует отметить, что подобные фуллеренам и углеродным нанотрубкам структуры могут быть образованы атомами других элементов.

В нанотехнологиях наряду с наночастицами используют наноструктурированные материалы, в том числе поверхности с нанорельефом, мембраны с наноотверстиями, нанокapsулы, нанотехнологические сенсоры и анализаторы, наноинструменты и наноманипуляторы, наноустройства различной степени автономности [1].

Медицинские приложения нанотехнологий привели к появлению новой отрасли —

наномедицины, которая определяется Робертом Фрайтасом как слежение, исправление, конструирование и контроль над биологическими системами человека на молекулярном уровне с использованием разработанных наноустройств и наноструктур [2]. Согласно трактовке Национального института здоровья США, которое разделяется и нами, наномедициной называется применение нанотехнологий для диагностики, мониторинга и лечения.

Диагностические аспекты использования

Для раннего выявления нарушений здоровья, установления диагноза и контроля за эффективностью лечения исключительное значение имеют лабораторные исследования. В их совершенствовании велика роль нанотехнологий, внедрение которых повысит чувствительность и точность лабораторной диагностики, например электрофоретического и хроматографического методов разделения. Так, с помощью наноэлектрофореза разделение сложной смеси более чем из 20 белков с молекулярной массой от 10 до 100 кДа осуществляется за 15 сек против нескольких часов при проведении обычного 2Д-электрофореза. Нанохроматографические колонки в сочетании с масспектрометрией позволяют идентифицировать пептиды по массспектрам белков в нанокolicествах. Биоспецифический фишинг в сочетании с масспектрометрией повышают чувствительность анализа до аттомольного уровня (10^{-18} М).

Наночастицы могут быть широко использованы в различных видах иммуноанализа. В Институте физиологии НАН Беларуси, например, предложен способ количественного определения микроорганизмов в биологическом материале (заявка на изобретение №а20070290 от 21.03.2007 г.). Суть его заключается во взаимодействии компонентов микроорганизмов со специфическими рецепторами, иммобилизованными на поверхности магнитных наночастиц, отделении их от непрореагировавших компонентов пробы и последующей детекции количества образовавшихся компонентов. Способ апробирован при определении *E. coli* и *M. bovis*.

Особую роль в молекулярной диагностике играют атомно-силовые (АСМ) и другие сканирующие микроскопы [3]. С их помощью удалось визуализировать широкий спектр водорастворимых белков (иммуноглобулины, ферритин, фосфорилаза, фосфорилпротеинкиназа и др.). Кроме того, с помощью АСМ можно регистрировать иммунокомплексы антиген/антитело, что позволяет диагностировать раковые, инфекционные, сердечно-сосудистые и другие заболевания. Для этих целей S. Nettikadan et al. создали систему ViriChip, которая представляет собой кремниевую пластину с нанесенными на нее антителами. Один квадратный микрон площади такого типа содержит несколько тысяч антител [4].

Не менее перспективно использование в меддиагностике достижений нанофотоники. Разработки белорусских ученых в этой области общепризнаны, и можно рассчитывать на их быстрое применение в медицине [5]. Все более широкое распространение получают биосенсоры на основе биоспецифического фишинга, прежде всего, использующие эффекты поверхностного плазмонного резонанса и резонансного зеркала, которые позволяют в течение нескольких секунд регистрировать образование комплексов макромолекул с высокой чувствительностью (10^{-12} М). Такие оптические системы могут найти применение в определении кинетических констант формирования и распада комплексов, термодинамических параметров комплексообразования белковых партнеров без специальных меток.

Перспективной областью для биосенсоров является клиническая диагностика, прежде всего инфекционных заболеваний. Например, в оптическом биосенсоре с иммобилизованными на подложке антителами (anti-HBs Ag) в сыворотке крови пациентов выявляется HBs Ag-маркер гепатита В. Преимущество метода — быстрая анализа (5—8 мин) и многократность использования биочипа.

Еще большие возможности таят в себе нанополупроводниковые детекторы. Так, для медицинской диагностики созданы биологические наносенсоры, представляющие собой полупроводниковые нанотранзис-

торы на основе нанопроводов толщиной в несколько атомов, расположенных между электродами на тончайшей платформе. На поверхность нанопроводов наносят антитела, способные специфически связывать антигены и вирусные частицы. Их взаимодействие регистрируется по изменению электрической проводимости. Для одновременного обнаружения вирусов нескольких видов нанопровод покрывают соответствующими антителами.

Для выявления раковых клеток разработан метод, суть которого заключается во внедрении в лимфоциты сферических наносенсоров на основе дендримеров со специальным флуоресцентным покрытием. Интенсивность свечения отражает изменения, вызываемые иммунным ответом лимфоидных клеток. Для увеличения чувствительности иммунотестов используют конъюгаты антител в виде покрытых золотом наноклапсул.

Наряду с антителами и специфическими белками зондами в наночипах могут служить олигонуклеотиды, фрагменты геномной ДНК и РНК. Предполагается, что уже к 2010 г. ДНК-чипы могут стать непременным атрибутом медицинской диагностики благодаря тому, что их преимуществами кроме цены, скорости и качества анализа является возможность проводить большое количество биологических тестов со значительной экономией исследуемого материала, реактивов и трудозатрат. В основе работы ДНК-чипов — взаимодействие комплементарных олигонуклеотидов исследуемого биологического образца и зонда на чипе, а их использование позволит диагностировать в организме пациента наличие соответствующей заданной последовательности ДНК вирусов, бактерий, опухолевых клеток.

Перспективной можно считать диагностику, основанную на методе так называемых квантовых точек — полупроводниковых нанокристаллов с уникальными, зависящими от размеров оптическими и электрическими свойствами. Квантовые точки — идеальные флуорофоры в системах сверхчувствительной детекции и диагностики различных заболеваний. Сегодня с их помощью диагностируется рак и воспалительные заболевания, они применяются

для одновременной регистрации многих биомедицинских параметров, селективной визуализации биологических объектов (клеток, тканей, вирусов), получения пространственного распределения биологических рецепторов или длительного отслеживания внутриклеточных процессов в реальном времени [6]. Вскоре можно ожидать появления диагностикумов нового поколения на полупроводниковых флуоресцентных нанокристаллах и обеспечивающих очень высокую чувствительность и быстроту одновременного анализа многих биологических параметров, имеющих большое диагностическое значение. Использование нанокристаллов может стать основой новых неразрушающих методов визуализации рецепторных молекул и маркеров заболеваний, позволяя не только проводить их сверхчувствительную детекцию, но и отслеживать эволюцию и взаимодействие в реальном времени.

Нанотехнологии в лечении болезней

Нанотехнологии и наноматериалы все активнее задействуются для терапии многих заболеваний. Эта область наномедицины также развивается по нескольким направлениям, среди которых наиболее реально и активно реализуемым является использование наночастиц как лекарств и контейнеров для доставки медпрепаратов [3, 7].

Согласно выполненным исследованиям лекарства в виде наночастиц обладают рядом преимуществ (повышенные растворимость и биодоступность, уменьшение побочных эффектов, ускоренное проникновение через мембраны и другие барьеры, в том числе и гематоэнцефалический), которые существенно улучшают их фармакотерапевтическое действие. Небезынтересно отметить, что и сами наноматериалы, особенно фуллерены, имеют выраженные терапевтические свойства. Эксперименты на животных показали, что фуллерены и их производные способны восстанавливать повреждения, возникающие в результате оксидативного стресса, предотвращать гибель нейронов и препятствовать нарушению долговременной памяти. Известна также антивирусная активность фуллеренов при цитомегаловирусе, вирусах везикулярного стоматита и гепатита С. Карбоксифуллерены обла-

дают антибактериальным действием, и их можно рассматривать как перспективные антимикробные средства. Их способность избирательно накапливаться в опухолевых клетках и активироваться под влиянием облучения светом может найти применение в фотодинамической терапии.

Не меньшие возможности сулит использование наночастиц в качестве транспортных систем. Как известно, лекарства, снабженные «системой доставки», имеют ряд преимуществ по сравнению с традиционными препаратами: повышается растворимость гидрофобных лекарств, улучшается их проникновение в клетки, изменяется фармакокинетика и др.

Для транспорта лекарств используют наночастицы различного типа. В настоящее время существует 10–15 сертифицированных наносистем, применяемых в качестве таких переносчиков. На фармацевтическом рынке известно несколько десятков препаратов, снабженных фосфолипидной системой транспорта (липосомы): дауномицин, доксорубин, винкристин, аннамицин, третиноин и др. В ряде работ показана эффективность полимерных наносфер для транспорта лидокаина, циклоспорина, тамоксифена и др. Наряду с уже хорошо известными материалами (фосфолипиды, полимеры и др.) с целью доставки используют новые наноматериалы и композиции (фуллерены, дендримеры, нанопоры и др.). Присоединение к транспортным наночастицам лигандов направленного действия помогает сконцентрировать лекарственные препараты в определенных органах и тканях. Для этого к поверхности наночастиц присоединяются органоспецифические пептиды или антитела. Такая частица одновременно может быть носителем противоопухолевого препарата, что обеспечит ей избирательность комплексного воздействия на опухолевые клетки. В связи с этим заслуживают внимания магнитные наночастицы, которые, будучи снабжены противоопухолевым препаратом и вектором к клеткам опухоли, могут концентрироваться в пораженных болезнью тканях и активироваться под влиянием импульсного магнитного поля или других физических факторов.

Хотя проблема адресной доставки лекарств не решена, по мнению экспертов, к 2015 г. методика их эффективного точечного транспорта достигнет стадии коммерческой реализации.

Свое место в медицине должны найти наноустройства, изготавливаемые с использованием молекулярных нанотехнологий, основы которых изложены в трудах Эрика Дрекслера и Роберта Фрайтаса [2, 8]. Так, респирацит представляет собой полую наносферу, внутри которой находится сжатый кислород (возможное давление — до 1000 атм). Расчеты показывают, что полную потребность организма в кислороде может обеспечивать вливание 0,5 мл взвеси респирацитов в минуту. Наноаналог тромбоцитов называют клоттоцитом, который также представляет собой наносферу, заполненную волокнистой массой. При нарушении целостности тканей попавшие в зону ранения клоттоциты выбрасывают наружу свое содержимое, образуя подобие сети. Эритроциты попадают в нее, и кровотечение останавливается.

Согласно прогнозам экспертов, скоро станут возможным создание нанороботов, которые, находясь внутри организма, будут способны устранять атеросклеротические отложения на стенках сосудов, восстанавливать поврежденные ткани и отдельные клетки, «охотиться» за возбудителями инфекций и раковыми клетками. Велики перспективы их использования и для различных видов диагностики.

Основой для биороботов могут служить генетически измененные вирусы, различные бактериальные, а также некоторые человеческие клетки (фибробласты, лимфоциты). Вопрос о реализуемости идей молекулярных нанотехнологий, считающихся наиболее спорными, но при этом самыми многообещающими, может быть решен в течение ближайших десятилетий. Достаточно упомянуть, что уже в настоящее время вирусы активно задействованы для внесения в клетки нового генетического материала [9].

Особые свойства наночастиц, в частности магнитного типа, открывают еще одно направление в лечении заболеваний. Речь идет о магнитной гипертермии опухолей.

Первые экспериментальные исследования, выполненные нами совместно с сотрудниками Института тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова НАН Беларуси и РНПЦ онкологии и медицинской радиологии, свидетельствуют о принципиальной возможности осуществления контролируемой низкочастотной ферромагнитной гипертермии, вызывающей гибель злокачественной опухоли (асцитная карцинома Эрлиха) [10]. Эффективность этого метода предполагается повысить за счет адресной доставки магнитных частиц и нагрузки их противоопухолевыми препаратами. Управляемая наномангнитная термотерапия может с успехом использоваться в лечении и других заболеваний.

Вне сомнения, нанотехнологии станут реальностью медицинской практики, однако предстоит преодолеть много технических трудностей и решить массу научных и практических задач [1—3, 6—9, 11].

Токсикология наночастиц

Практика применения нанотехнологий и наноматериалов выдвигает на повестку дня проблему прогнозирования и оценки их возможного влияния на здоровье человека и окружающую среду, а также разработку стандартов безопасности. Пока же экстенсивное развитие нанотехнологий происходит на фоне отсутствия знаний о влиянии наночастиц на здоровье людей [12]. Между тем результаты первых исследований показывают, что в форме наночастиц различные материалы приобретают новые, ранее не присущие им свойства и оказывают иные биологические эффекты. В связи с этим закономерно появление и развитие новой дисциплины — нанотоксикологии, которую трактуют как науку, изучающую влияние искусственно созданных наноструктур и наноматериалов на живой организм. Здесь уместно отметить, что токсичность наноматериалов, по-видимому, не может быть выведена из токсичности тех же материалов в их обычном виде. Это обусловлено тем, что биологические эффекты наноматериалов определяются не только и не столько их химическим составом, сколько размером наночастиц, суммарной площадью их поверхности, величиной поверхностного заряда и другими физико-химическими характеристиками.

Выполненные токсикологические исследования с наночастицами серебра, меди, алюминия, оксидов цинка и кремния, фуллеренов, углеродных нанотрубок, полупроводниковых нанокристаллов, магнитных наночастиц и ряда других позволяют сделать вывод о том, что наночастицы более токсичны, чем обычные микрочастицы, способны проникать в неизменном виде через клеточные барьеры, а также через гематоэнцефалический барьер в центральную нервную систему, циркулировать и накапливаться в органах и тканях, вызывая в них более выраженные патоморфологические изменения. Обладая длительным периодом полувыведения, они крайне тяжело и медленно удаляются из организма. Токсичность наночастиц определяется их формой и размерами, при этом мельчайшие наночастицы веретенообразной формы вызывают более разрушительные эффекты, нежели подобные им частицы сферической формы. Органами-мишенями при этом являются легкие, печень, почки, головной мозг и желудочно-кишечный тракт [13, 14].

Изучение токсичности и опасности наночастиц при различных путях поступления в организм, оценка степени потенциального вреда здоровью людей, гигиенического нормирования наночастиц в воздухе рабочей зоны и объектах окружающей среды, процессов их биodeградации, доклинических и клинических испытаний лекарственных средств, разработанных на основе нанотехнологий, весьма актуально. Исследование наиболее общих закономерностей проявления биологических и токсических эффектов наночастиц в зависимости от их формы, размера, исходного материала, площади поверхности, физико-химических свойств, а также дозы, пути введения, концентрации в органе-мишени и продолжительность воздействия следует считать наиболее важными вопросами токсикологии наночастиц, требующими безотлагательного изучения. Основным аспектом здесь является изучение возможных отдаленных эффектов, прежде всего в отношении генома, иммунитета и развития потомства. Для решения этих проблем необходимо разработать концепцию развития нанотехнологий.

Возникшая из фантастических идей создать и ввести в тело человека крошечных нанороботов и родственные им механизмы, которые выполняли бы «ремонт» клеток на молекулярном уровне, концепция нанотехнологий начинает приобретать реальные черты и практические решения. Внедрение нанотехнологий в медицину способно существенно расширить ее возможности уже в самом ближайшем будущем, заметно повысить эффективность терапии различных болезней.

Владимир УЛАЩИК,
директор Института физиологии
НАН Беларуси, член-корреспондент

Литература

1. Антонов А.Р., Складов Ю.И. Нанотехнологии и наноматериалы для биологии и медицины. — Новосибирск, 2007. С. 3—11.
2. Freitas R.A. Nanomedicine: Nanotechnology, Biology and Medicine. 2005. Vol. 1. P. 2—9.
3. Медведева Н.В., Ипатова О.М., Иванов Ю.Д. и др. // Биомед. химия. 2006. Т. 52, вып. 6. С. 529—546.
4. Nettiikadan S., Johnson J., Vengasandra S. et al. // Nanotechnology. 2004. Vol. 15. P. 383—389.
5. Гапоненко С. // Наука и инновации. 2009, №1. С. 14—16.
6. Олейников В.А., Суханова А.В., Набиев И.Р. // Рос. нанотехнол. 2007. Т. 2, №1—2. С. 160—173.
7. Сейфулла Р.Д., Тимофеев А.Б., Орджоникидзе З.Г. и др. // Эксперим. и клин. фармакол. 2008. Т. 71, №1. С. 61—69.
8. Drexler K. Nanosystems: Molecular Machinery, Manufacturing and Computation. NY. 1992.
9. Артюхов И.В., Кеменов В.Н., Нестеров С.Б. // Матер. конф. «Вакуумная наука и техника». — М., 2002. С. 244—247.
10. Kashevsky B.E., Agabekow V.E., Kashevsky S.B. et al. // Particology. 2008. Vol. 38, N 6. P. 322—333.
11. Улащик В.С. // Здравоохранение. 2009, №2. С. 4—10.
12. Дурнов А.Д. // Бюлл. эксперим. биол. и мед. 2008. Т. 145, №1. С. 78—80.
13. Курляндский Б.А. // Токсикол. вестник. 2007, № 6. С. 57—58.
14. Warheit D., Laurence B., Reed K. et al. // Toxicol. Science. 2006. Vol. 77. P. 117—125.

Многоколосник морщинистый «Коралл»

С лекарственной целью используют надземную и подземную массу. В китайской медицине — при желудочно-кишечных заболеваниях, а также при болезнях крови, как противораковое, седативное и болеутоляющее средство, в монгольской — для регулирования обмена веществ, общеукрепляющего и предупреждающего старение. На Востоке многоколосник считают сильнейшим биостимулятором, соперничающим с женьшенем. В пищевой промышленности используют как пряность, добавляют в чай, компот, домашний квас, приправляют мясные и рыбные блюда.



Полынь эстрагоновая (эстрагон) «Виктория»

Свежие и сухие надземные части растения употребляют в виде пряно-ароматической приправы к салатам, супам, овощам, мясу, подливам, добавляют при засолке огурцов, помидоров, приготовлении маринадов. Применяют также для отдушки уксуса и в кондитерском производстве. Медициной рекомендуется как кортикостероидное и противоглистное средство.

Душица обыкновенная «Грета»

Зеленые побеги и цветки используют в качестве пряности при изготовлении кваса, колбас, чайных напитков, для засолки огурцов и томатов, кладут в различные супы, соусы к жареному мясу. При острых и хронических бронхитах оказывает успокаивающее действие на центральную нервную систему, применяется как обезболивающее, кровоостанавливающее, потогонное средство.

Иссоп лекарственный «Лазурит»

В лекарственных и пищевых целях используют надземную массу. Обладает антисептическим, противовоспалительным, обезболивающим, омолаживающим свойствами. Свежие и сухие листья — хорошая приправа для мясных и овощных супов, соусов, рагу, а также при засолке огурцов и томатов.

Лекарственное и пряно-ароматическое растениеводство

Коллекция лекарственных растений Центрального ботанического сада НАН Беларуси сформировалась большей частью в последние 15—20 лет. В настоящее время она насчитывает свыше 500 видов и разновидностей и представлена как таксонами флоры республики, так и иноземных флор. Ее пополнение идет за счет видов, привлеченных из различных флористических областей и географических регионов.

При интродукции новых полезных растений особое внимание уделяется выбору объектов, а также спросу на их сырье в первую очередь учреждениями медицинского профиля.

С целью изучения потребности в фитоматериалах разработана Государственная фармакопея Республики Беларусь, а также фармакопеи других стран. Состав включенных в нее растений — более 150 травянистых видов различной систематической принадлежности. Большинство из них произрастает в естественных условиях зарубежных стран, в том числе и в СНГ, и лишь отдельные виды — всего 18—20 — в нашей республике.

Первичную интродукционную оценку в ЦБС НАН Беларуси прошли 80% видов, и около 50% в настоящее время выращивается в коллекционном питомнике отдела растительных ресурсов.

Что касается подбора исходного материала из различных географических регионов, то наибольшее его количество привлечено из Средиземноморья — около 30% видов, 25% — из Европейско-Сибирского региона, 15% — из Передней Азии.

Мобилизация исходного материала ведется путем научного обмена по лектусам с ботаническими садами, крупными научными интродукционными центрами и в ходе осуществления экспедиций в естественные места произрастания — Казахстан, Кыргызстан, Сибирь и др.

В настоящее время спрос на сырье лекарственных растений огромен: наблюдается бум на натуральные продукты, наступает век фитотерапии. Особенно стремительно растет интерес к использованию растений в фарминдустрии США, Канады, Германии и Японии — в государствах с относительно узким естественным биоразнообразием природных растительных ресурсов. Кроме того, развитые страны пришли к пониманию важности функционального питания, способствующего не только потреблению «пустых» пищевых калорий, но и одновременно укрепляющего здоровье.

Широкое признание получили нутрацевтические продукты медицинского и оздоровительного назначения, включающие пищевые добавки, что значительно стимулирует поиск источников новых фитопрепаратов и биологически активных веществ. В традиционной медицине Вьетнама, Индии, Китая им отводится важная роль в профилактике онкологических заболеваний.

В XX в. человек начал осваивать новые среды обитания в замкнутых пространствах — метро, подземные деловые и торговые центры, космические и подводные аппараты и др. Поэтому назрела необходимость перейти от пассивного к активному созданию средообразующих фитотехнологий на основе мобилизации видового разнообразия не только лекарственных, но и ароматических и эфиромасличных растений. Их фитонциды в значительной степени могут помочь в улучшении среды пребывания человека в таких условиях. Разнообразие фармакологической активности растений позволяет быстро избавиться от усталости, почувствовать бодрость, улучшить работоспособность. Под действием летучих фитонцидов повышается общая реактивность организма, трудоспособность, стимулируется деятельность сердечно-сосудистой, дыхательной и кровеносной систем. Установлено, что выделяемые фитонциды, в том числе и эфирные масла, способны регулировать сердечный тонус, снижать кровяное давление, могут служить для профилактики и лечения атеросклероза, ревматических и аллергических заболеваний, бронхитов, а также уменьшать почечные и печеночные колики.

Важная роль отводится ароматическим растениям и в фармацевтической промышленности при производстве лекарственных средств. Так, например, препарат «Энатин» содержит мятное масло, «Артемизил» — полынное, мятное и персиковое. Данные медикаменты обладают спазмолитическим, мочегонным и желчегонным действием.

Благодаря исследованиям отдела растительных ресурсов ЦБС НАН Беларуси интродуцированы десятки ценных перспективных видов, многие из которых в настоящее время выращиваются в колхозах, госхозах, лесхозах, отдельных фермерских хозяйствах, на приусадебных и дачных участках. Получено 10 авторских свидетельств на сорта пряных и лекарственных растений.

Отдел растительных ресурсов широко сотрудничает с учреждениями медицинского и пищевого профиля. В частности, с УП «Диалек» разработаны новые лечебные формы и препараты антиоксидативного, противоанемического, иммуномодулирующего, тонизирующего, антидепрессивного, ранозаживляющего, общеукрепляющего, гепатопротекторного, антимикробного и других спектров действия. В основе лечебных средств — сорта лекарственных и пряно-ароматических растений.

На кафедре биохимии в Белгосуниверситете проведены исследования по содержанию флаволигнанов в различных морфологических группах расторопши пятнистой, обладающей гепатопротекторным действием. Совместно с кафедрой фармацевтической технологии Витебского государственного медицинского университета получен препарат седативного действия по синюхе и патент на него, изучаются другие растения, в частности лапчатка, расторопша, пустырник и др.

На базе исследований отдела растительных ресурсов разработана Государственная программа «Развитие сырьевой базы и переработки лекарственных и пряно-ароматических растений» до 2010 г. Главная ее цель — обеспечить становление в Беларуси производства лекарственного и пряно-ароматического растительного сырья и увеличение выпуска доступных для населения лечебных препаратов, пищевых добавок лечебно-профилактического назначения, растительных экстрактов. Решение этой задачи должно способствовать уменьшению зависимости республики от импорта лекарств, субстанций и сырья для их изготовления, расширению ее экспортного потенциала.

Лидия КУХАРЕВА,
заведующая сектором интродукции лекарственных и пряно-ароматических растений ЦБС НАН Беларуси, кандидат биологических наук



**Пижма бальзамическая
«Аэлита»**

В пищу употребляют надземные части — цветки, бутоны, листья. Используют как приправу к сладким блюдам и кондитерским изделиям, добавляют в домашние квасы. Входит в рецептуры приготовления сыра и творожных изделий. В народной медицине — желудочное и болеутоляющее средство.

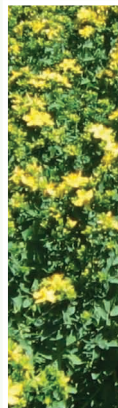


Шалфей лекарственный К-1

В современной научной медицине рекомендуется при заболевании верхних дыхательных путей, как противовоспалительное и дезинфицирующее средство. Входит в состав грудных, смягчительных и желудочных чаев.

Свежие и сушеные листья применяют как приправу к салатам, соусам, овощам, рыбным и мясным блюдам, кладут в капустные, мясные, яично-рисовые пироги.

Хорошо сочетается в смесях с черным и красным перцем.



**Зверобой продырявленный
«Янтарь»**

В медицине используют в качестве противовоспалительного, противомикробного, антисептического, кровоочистительного, дезинфицирующего, тонизирующего, обезбаливающего и успокаивающего средства. Стимулирует деятельность желез внутренней секреции, применяется при лечении истерии, головной боли, бессонницы и других нервных заболеваний. Препараты зверобоя препятствуют застою желчи и предотвращают возможность образования камней в желчном пузыре.



**Лапчатка прямая
«Лучезарная»**

В качестве сырья используется надземная масса. Обладает высокой антимикробной активностью, спазмолитическим, желчегонным, противоязвенным действием и противоопухолевой активностью, особенно при опухолевых заболеваниях щитовидной железы. Отличается специфическим химическим составом, обуславливающим способность укреплять стенки капилляров.

ТИ

FRICTION
and **W**EAR

Том
вып. 25

2
2004

Volume 28, Number 1
January–February 2007

ISSN: 1098-3656

**JOURNAL OF
FRICTION
AND WEAR**

English Translation of *Trenie i Izнос*

Editor-in-Chief
Anatoli I. Sviridenok

<http://www.allertonpress.com>
<http://www.springer.com>

ALLERTON PRESS, INC.
a division of Pleiades Publishing

Distributed by  Springer

*Для работников научно-исследовательских учреждений,
высших учебных заведений, конструкторских и проектных
организаций, заводских лабораторий*

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ «ТРЕНИЕ И ИЗНОС»

*Наиболее полное издание о состоянии исследований в области
трения, износа, смазки и их практических приложений*

**Институт механики
металлополимерных систем
им. В. А. Белого
НАН Беларуси**

ул. Кирова, 32а,
246050 г. Гомель,
Беларусь
Тел.: (0232) 77-46-40
Факс: (0232) 77-52-11
e-mail: mpri@mail.ru
[http://mpri.org.by/
editions/friction-a-wear.htm](http://mpri.org.by/editions/friction-a-wear.htm)

*В издании освещаются результаты научных работ по сле-
дующим разделам: теория трения и изнашивания; физико-хи-
мические процессы при трении; механика контактного взаи-
модействия; теория смазочного действия и разработка сма-
зочных материалов и присадок к ним; трение и изнашивание
в коррозионно-активных средах, вакууме, при радиационном
облучении, высоких давлениях, скоростях и температурах, в
искусственных органах биологических объектов и т.д.; рас-
чет фрикционных сопряжений; моделирование и оптимизация
процессов трения и изнашивания; методы и приборы для оцен-
ки триботехнических характеристик; основы фрикционного
материаловедения; технологические методы управления из-
носостойкостью машин; экономические аспекты износостой-
кости в промышленности.*

*Журнал распространяется по подписке в Беларуси, России, Украине, Литве. Выходит один раз
в два месяца. Можно оформить подписку и на англоязычную версию, издаваемую в электронном
формате. Подписной индекс: 75014 (для индивидуальных подписчиков), 750142 (для организаций).*