



 **Theseus** Lab®

ИНЖИНИРИНГОВАЯ КОМПАНИЯ

+375 (17) 237-42-11

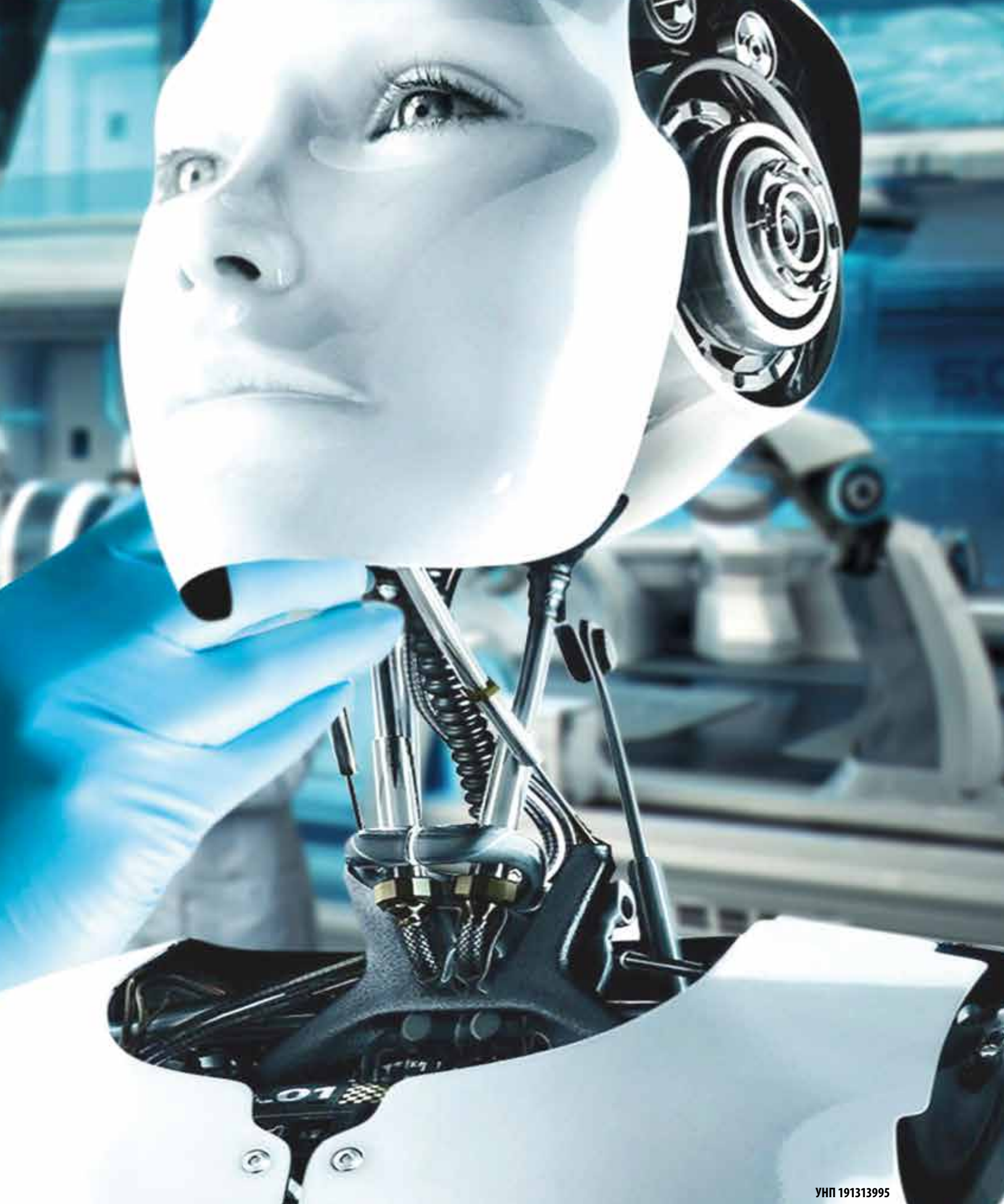
marketing@theseuslab.cz

www.theseuslab.by

МОЖЕМ ВСЁ

- Вникаем в задачи
- Предлагаем решения
- Анализируем варианты
- Выбираем оптимальный
- Минимизируем бюджет
- **ГАРАНТИРУЕМ РЕЗУЛЬТАТ**

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



УНП 191313995

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



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

Учредитель:
Национальная академия наук Беларуси

Издатель:
РУП «Издательский дом «Белорусская наука»

Главный редактор:
Жанна Владимировна Комарова

Редакционный совет:

В.Г. Гусаков – <i>председатель совета</i>	Н.П. Крутько В.А. Кульчицкий
П.А. Витязь – <i>зам. председателя</i>	М.И. Михадюк М.В. Мясникович
С.В. Абрамэйко	Д.Л. Пиневиц
А.А. Бринь	О.О. Руммо
И.В. Войтов	Г.Б. Свицерский
И.Д. Волотовский	Н.С. Сердюченко
С.В. Галоненко	Б.М. Хрусталева
А.Е. Дайнеко	И.П. Шейко
М.А. Журавков	В.Н. Шимов
Э.И. Коломиец	А.Г. Шумилин
Ж.В. Комарова	

Ведущие рубрик:
Диджитализация научных исследований — Дарья Пронько
Инновации и инвестиции — Светлана Марковка
Синергия знаний — Ирина Емельянович
Научные публикации — Алесь Касьян

Дизайн и верстка: Алексей Петров
на обложке: коллаж Алексея Петрова

Отдел маркетинга и рекламы:
Елена Верниковская

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

Подписные индексы:
007532 (ведомственная)
00753 (индивидуальная)
Формат 60x84 1/8. Бумага мелованная.
Печать офсетная. Усл. печ. л. 8,37.
Тираж 612 экз. Цена договорная.
Подписано в печать 18.01.2017.
Отпечатано в ОАО «ТРАНСТЭКС»
г. Минск, ул. Чапаева, 5.
294-53-32; 294-54-39; 294-68-51.
Лиц. 02330/36 от 23.01.2014.
Свид. о гос. рег. ИИРПИ №2/37 от 29.01.2014.
Заказ №56

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

№1 (167) 2017

Инновации и инвестиции

Научная публикация

Ольга Макарук

38 **Комплексный индекс инновационного развития регионов**

Анализ

Сергей Кульпинский, Лидия Кульпинская

43 **Анализ влияния индикаторов инфляционных ожиданий на состояние финансового рынка в Украине**

Синергия знаний

Научная публикация

Юрий Капица

47 **Организация коммерциализации ОИС в НАН Украины**

Людмила Нехорошева,
Екатерина Милоста

52 **Необходимость и возможности использования результатов научно-технической деятельности**

Владимир Горовой

56 **Оценка экономической эффективности информационных ресурсов в сфере управления**

Драйверы роста

Элеонора Лутохина

61 **Достойная занятость как основа инновационной экономики**

Научные публикации

Логистика. Управление запасами

Илья Котин

64 **Реализация метода касательных в MS EXCEL для разбиения на группы при ABC-анализе**

Медицина

Сергей Макаревич, Кирилл Криворот,
Валерий Асанович

69 **Математическое обоснование оптимизации транспедикулярной фиксации позвоночника**

Владимир Гусаков

4 **Ставка на интеллект и инновации**

Ирина Емельянович

6 **Профиль будущего: от частного к общему**

Тема номера

Сяргей Санько

14 **Інфармацыя, кванты і фізічная рэальнасць: анталагічныя небакраі навукова-тэхналагічнага постулу**

Ромуальд Григянец, Геннадий Лаужель,
Галина Мисякова, Елена Степанцова

17 **Автоматизация информационного обеспечения научных исследований и разработок**

Сергей Поддубко, Алексей Шмелев

22 **Технологии компьютерного инжиниринга в формировании основ цифрового производства**

Денис Морозов

29 **Программы для численного решения задач обтекания и теплообмена**

Юрий Корноушенко, Александр Тузиков,
Михаил Кисель, Александр Андрианов

33 **Методы компьютерного моделирования для разработки новых лекарственных препаратов против ВИЧ-1**

CONTENTS

Vladimir Gusakov

4 **Emphasis on the intellect and innovations**

The author presents the most essential results of the Belarusian science of the last year and defines the objectives for the coming years.

Iryna Emelianovich

6 **Profile of the future: From general to specific**

As part of the blitz survey, the researchers, officials of governmental bodies, NGOs and researchers speak about their plans for the future.

Syarhey Sanko

14 **Information, quanta and physical reality: Ontological horizons of the scientific-technological progress**

There have been considered the key ideas, which formed the basis of a new digital ontology in philosophy and natural sciences of the late 20th – early 21st century. Particular attention was paid to the world view shift from the theory of quantum information and quantum computation.

Romuald Griganets, Genadii Lauzhel, Halina Misiakova, Alena Stepantsova

17 **The automation of the R&D information support**

The article presents technology, software tools and information systems for the R&D support in the National Academy of Sciences of Belarus based on the corporate decisions that have been developed in the United Institute of Informatics.

Sergey Poddubko, Alexey Shmelyov

22 **Computer engineering technology in the formation of the digital manufacturing basis**

The article reviews the computer engineering technology capabilities as a digital manufacturing basis. The authors show the significance of the computer simulation technology, responsible for the research and development phase of new products, and give the examples of the effective use of the applied computer engineering technology.

Denis Morozov

29 **CAE software for the simulation of flow and heat transfer problems**

The article deals with the hydrodynamics modeling processes in the «FLUENT» package. The author considers the problems of networking, choice of turbulence model, boundary conditions, choice of the state equation and sampling type. Presented are the visualization of results and examples of actual calculations.

Yuri Kornoushenko, Alexander Tuzikov, Mikhail Kisel, Alexander Andrianov

33 **The computer modeling techniques to develop the novel anti-HIV-1 drugs**

Novel anti-HIV-1 agents targeting the V3 loop of envelope protein gp120 were designed by computer modeling based on glycosphingolipid β -galactosylceramide. These compounds are considered as promising basic structures for the rational design of novel, potent, and broad-spectrum anti-HIV-1 therapeutics.

Volha Makaruk

38 **The experience and problems of construction regions' integrated index of innovative development**

The experience of construction of the integrated index of regional innovation development based on the study of foreign experience in this field has been disclosed in the article. The possibilities of its application in the Republic of Belarus taking into account the specifics of the Belarusian economy has been disclosed.

Sergey Kulpinsky, Lidiya Kulpinska

43 **The analysis of inflation expectations impact on financial market trends in Ukraine**

Having analysed the issues of the inflation forecasting, the authors suggest the guidelines for the inflationary risks accounting in the financial market participants expectations.

Yuriy Kapitsa

47 **The commercialization of the intellectual property in the NAS of Ukraine**

The author analyses the process of the creation, protection and commercialization of intellectual property rights in the research institutions of the National Academy of Sciences of Ukraine.

Ludmila Nekhorosheva, Katsiaryna Milosta

52 **The commercialization of scientific and technological work results**

Article considers the most important stage of innovative activity – commercialization of scientific and technological work results. The authors show the main obstacles on the way of innovative development in Belarus.

Vladimir Gorovoy

56 **The assessment of information resources economic efficiency in the sphere of management**

The information resources efficiency assessment in the sphere of economic management is made using the criterion of the advancing growth rate of administrative, managerial and service personnel labor productivity as compared to that of the industry workers.

Eleonora Lutohina

61 **Worthy employment as fundamentals of innovative economy and social and economic progress**

Innovative development has been considered in the framework of a role, type and problems of modern employment.

Ilya Kotin

64 **Implementation of the tangents method to be used in MS EXCEL for dividing into groups in ABC-analysis**

The tangents method used for dividing into groups in ABC-analysis has been considered. The relation between this method and Pareto's principle has been found out. The simplicity of these approaches makes them easily applied to practice.

Sergei Makarevich, Kirill Krivorot, Valery Asanovich

69 **Mathematical foundation of transpedicular fixation of the spine optimization.**

The authors present the mathematical model lumbar spine bisegmental fixation techniques, developed at the Centre of traumatology and orthopedics.

Современные инструменты, предоставляемые ИКТ, и цифровая революция, вызванная их применением, – мировые исторические события, ибо они инициировали беспрецедентные изменения в процессе получения, хранения, обработки и мгновенной передачи огромных и сложных массивов данных, что непременно повлечет за собой глубокие последствия для развития системной организации знаний.

Под влиянием цифровых технологий претерпевают изменения все сферы человеческой деятельности, экономики, и это, безусловно, приведет к переменам в фундаментальной и прикладной науке в различных ее направлениях – гуманитарных и социальных, естественных и технических, инженерном деле, медицине и пр. Вместе с тем доступность знаний, высокая скорость их оборота в цифровой среде хотя и позволяют исследователям эффективно и качественно проверять корректность создаваемых в науке моделей реального мира, но вряд ли окажут существенное влияние на те практики, которые реализуются в процессе научной деятельности. Ученый по-прежнему наблюдает и ставит опыты, экспериментирует и получает новые научные результаты, описывает и интерпретирует их, собирает необходимый материал, строит системы уравнений, выдвигает и разрабатывает гипотезы, формирует теории и пр. Компьютер и ИКТ полезны для него, однако они не создают новую науку и новое знание. Главным в научном поиске был и остается конкретный ученый, генератор идей – тех, что обретают статус общественно значимых и обогащают сокровищницу мировой науки.

Широкое привлечение компьютерных технологий для анализа, моделирования, визуализации полученных в ходе научной работы результатов важны еще и потому, что ускоряют движение от теории к практике, способствуют быстрому распространению новых знаний, их воплощению в реальных продуктах, приводят к сокращению затрат. Примеры использования программ для виртуального моделирования и визуализации научных изысканий, с которыми вы познакомитесь в теме номера, свидетельствуют о том, что с помощью ИКТ генерируются не столько новые технологии и изобретения, сколько системные процессы, возникающие вследствие электронной революции.

Новая эпоха открывает новые возможности. Образование, наука, инфраструктура и инновационная экономика становятся основными составляющими цифровой трансформации страны. Для динамичного освоения передовых технологий и их полномасштабного внедрения нужны хорошо подготовленные и высококвалифицированные специалисты, а это требует серьезных инвестиций в человеческий капитал.

СТАВКА на ИНТЕЛЛЕКТ И ИННОВАЦИИ



Владимир Гусаков,
Председатель Президиума
НАН Беларуси, академик

2016-й год был годом дальнейшего устойчивого развития отечественной науки и стремительного наращивания авторитета Национальной академии наук Беларуси. Буквально по всем направлениям есть выдающиеся результаты – активизация работы по восстановлению отечественной микроэлектроники, развертывание исследований по формированию искусственного интеллекта, становление национальной системы идентификации товаров, создание белорусской nanoиндустрии, утверждение биотехнологической отрасли, формирование системы новейших беспилотных летательных комплексов, закрепление белорусской полярной станции в Антарктиде, разработка доктрины продовольственной безопасности и Концепции здорового и безопасного питания и многие-многие другие.

Что дал 2016 г. лично для меня? Все достижения Национальной академии наук считаю и лично моими достижениями. Горжусь творческим потенциалом и результатами многих научных коллективов и ученых. Нам удалось преодолеть традиции схоластики в науке. Сейчас все исследования – теоретические, поисковые, фундаментальные и прикладные – ориентированы на получение научно-практического эффекта. Фактически исчезло деление науки на фундаментальную и прикладную. Все виды творческой деятельности должны заканчиваться практико-ориентированными разработками, подлежащими внедрению.

Буквально все научно-практические объединения и центры, а также исследовательские институты работают по своим направлениям с профильными министерствами, ведомствами и организациями. С ведущими предприятиями созданы совместные лаборатории, советы и центры. Большинство отраслей и субъектов хозяйствования ныне использует разработки ученых. Это сотни и тысячи образцов, среди которых трудно выделить лучшие. Все имеют прямое народно-хозяйственное значение. Не случайно Национальную академию наук Беларуси сейчас называют научно-производственной корпорацией, глубоко интегрированной в экономику. Академия берет на себя научное обслуживание уже целых отраслей страны – агропромышленный комплекс, биотехнологический сектор, космическую отрасль, ИТ-обеспечение системы здравоохранения, идентификацию товаров при рыночном товарообороте и т.п. Оторвать академию от экономики в настоящее время уже в принципе невозможно (во избежание непоправимого вреда обеим сферам).

Задачи страны, в том числе науки, определило Всебелорусское народное собрание, которое приняло Программу социально-экономического развития Беларуси на 2016–2020 гг. Науке в ней отведена определяющая роль – быть локомотивом интеллектуального и инновационного развития. Чтобы выполнить эту задачу, мы должны обеспечить ускоренный и даже опережающий рост нашей национальной науки, она должна лидировать практически во всех наиболее значимых отраслях, особенно там, где есть сильные и устоявшиеся научные школы. Более конкретно, в предстоящей пятилетке мы должны запустить новый, наиболее совершенный (по мировым оценкам) спутник дистанционного зондирования земли, завершить создание полярной станции в Антарктиде, разработать безупречные и безотказные беспилотные многофункциональные летательные комплексы, свой национальный электромобиль, технико-биологические системы с искусственным интеллектом, обеспечить становление новой отрасли в стране – наноиндустрии, выйти на запланированные критерии в развитии биотехнологической отрасли, на совершенно новый уровень персонифицированной медицины и систем питания человека, разработать серию новейших, так называемых умных препаратов и продуктов, подготовить и издать фундаментальный труд – «25 лет Республике Беларусь», где предполагается

отразить все стороны жизни и деятельности нашей страны в новейшей истории, и еще много других программно-целевых решений. Глава государства утвердил приоритеты научной и научно-технической деятельности, все они не только должны иметь научное обеспечение, но и должны быть претворены в жизнь.

Что касается меня, то планирую завершить свою давнюю мечту – подготовить фундаментальный труд по устойчивому долгосрочному развитию национальной экономики и серию научных статей по повышению эффективности взаимодействия отечественной науки и экономики, повышению их значимости и признания в мировом сообществе.

Сейчас перед наукой нет преград. Если ставить амбициозные задачи и концентрировать потенциал – умственный, материально-технический, то добиться можно невероятного. Достижения мировой науки в последнее время поражают: открытие бозона Хиггса, космические экспедиции, передача энергии беспроводным методом, искусственное выращивание человеческих органов и пищевых продуктов и прочее. Мы в Академии наук также ставим крупные и смелые задачи. Для этого создали несколько десятков поисковых кластеров и центров для зондирования неизведанного в разных областях знаний.

Что касается прорывных планов и проектов наших ученых на предстоящий период, то, полагаю, мы должны сконцентрировать усилия на познании тайн мироздания и на этой базе разработать новейшие материалы и приборы для народного хозяйства с уникальными и неповторимыми свойствами; проникнуть в непознанный мир генетики и селекции и предложить новейшие технологии лечения и оздоровления человека, получения высокопродуктивных растений и пород животных; разработать новые типы электронных и электронно-биологических структур для моделирования человеческого интеллекта и систем жизнеобеспечения человека, наиболее эффективные энергосистемы и установки, которые будут источниками энергии в длительной перспективе; изобрести и предложить более рациональные технические системы и комплексы для ускоренного развития машиностроения и материаловедения; синтезировать новое поколение лекарственных средств и биотехнологических препаратов, обладающих заданными свойствами точечного применения и воздействия на определенные органы и клетки с условием исключения побочных

действий; создать базу электронного государства, обеспечить переход страны на цифровую экономику и многое другое. Научные коллективы сейчас ориентированы на решение крупных задач и поиск нетривиальных решений. Надо подчеркнуть, что все успехи заключаются в творчестве и организации творческого процесса.

2017 год объявлен Годом науки. Это очень важно для утверждения подлинно высокого статуса и авторитета национальной науки, а также является неоспоримым фактом признания ее силы и потенциала. Иначе нет смысла делать ставку на науку. Вместе с тем это и большой аванс, который ей предстоит оправдать.

В настоящее время мы работаем над планом и мероприятиями, реализация которых позволит достичь названных целевых задач. Будет проведено большое количество конференций, круглых столов, презентаций и пр. Предполагаем завершить целый ряд научных исследований и разработок и предложить их производству. Укрепим наши связи со многими промышленными предприятиями, усилим их научное обеспечение. Расширим международные отношения и осуществим новые коммерческие проекты и программы, усилим работу по привлечению валютных средств. Наконец, развернем широкую работу по внедрению результатов исследований во всех важнейших отраслях и сферах, где ученые Академии будут играть заглавную роль.

В совокупности наука получит статус главной движущей силы в интеллектуальном развитии общества. Ее удел – изучать неизведанное, генерировать идеи, находить пути их материализации, обеспечивать рост общего научного уровня экономики и общества, предлагать отраслям и предприятиям инновационные разработки, которые способны поднять суммарную эффективность экономики. Кроме того, Академия сейчас показывает, как наладить эффективное хозяйствование, и создает в своем составе новейшие виды производства. Во всем этом и состоит ее ведущая роль в обществе как генератора интеллектуальности и инновационности.

Пользуясь случаем, поздравляю читателей журнала «Наука и инновации» с Новым, 2017 годом! Желаю всем творческих успехов, реализации намеченных планов и процветания. ■



ПРОФИЛЬ БУДУЩЕГО: ОТ ЧАСТНОГО К ОБЩЕМУ



2017 г. объявлен в Беларуси Годом науки, что является несомненным свидетельством закрепления за ней статуса главной движущей силы интеллектуального развития страны. Это событие требует от научного сообщества эффективной работы и усиливает ответственность за ее результаты. Мы решили провести блиц-опрос деятелей науки и отечественных ученых, чтобы очертить профиль будущих изысканий, направленных на решение актуальных задач, стоящих перед нашим государством.



Александр ШУМИЛИН,
председатель ГКНТ,
доктор экономических наук:

В прошлом году Главой государства был подписан ряд важнейших документов, которые касались вопросов венчурного финансирования, создания республиканского централизованного инновационного фонда, комплексного совершенствования и интеграции государственной системы регистрации НИОКР с единой системой государственной научной и государственной научно-технической экспертизы. Это способствовало дальнейшему процессу совершенствования инновационной среды для развития и финансирования научной и научно-технической деятельности.

Несмотря на трудности, с которыми столкнулась отечественная экономика, были успешно завершены 24 государственные научно-технические программы. Увеличилось количество освоенных новшеств. За последние пять лет было внедрено почти 9,5 тыс. новаций. Более чем в 2 раза – до 10,7 млрд долл. – увеличился объем выпуска инновационной продукции. Высокий уровень разработок, полученных в ходе выполнения научно-технических программ, дает основание говорить о весомом вкладе белорусской науки в развитие отечественной экономики. Ежегодно в рамках ГНТП создается от 3 до 5 инноваций мирового уровня. Только за первое полугодие прошлого года поставлено на экспорт научно-технической продукции на сумму свыше 25 млн долл. За этот же период с использованием передовых технологий в рамках госпрограмм запущено 2 новых производства, модернизировано 2 предприятия. Освоено 117 новаций, среди них 11 – машины, оборудование, приборы, инструменты, детали, 2 – материалы и вещества и 2 – технологические процессы; 8 – систем и комплексов. Научными организациями республики получено 29 патентов на изобретения и подано в патентные ведомства республики 11 заявок на патенты. За предыдущую пятилетку в республике создано более 19 тыс. новых рабочих мест. Более 25% созданной инновационной

продукции поставлено на экспорт, что составило около 1,2 млрд долл.

Государство планомерно занимается вопросами стимулирования научно-технической деятельности, поддержки инновационных проектов и программ, признанных особо важными и перспективными для обеспечения ускоренного промышленного роста и расширения производства продукции с высокой долей добавленной стоимости. Только в прошлом году на эти цели было выделено более 11,5 млн руб.

Перед отечественной наукой и промышленностью стоят серьезные задачи, они четко определены в каждой из государственных научно-технических программ. В частности, в ближайшие годы планируется создать и вывести на рынок свыше 1200 новшеств, в том числе более 350 наименований машин, оборудования, устройств, приборов и комплектующих изделий, 40 новых материалов и веществ, инструментов, деталей машин, 210 технологических процессов, свыше 180 автоматизированных систем, а также разработать 40 новых лекарственных средств, вывести не менее 60 сортов растений и пород животных и пр.

Выполнение заданий госпрограмм новой пятилетки позволит освоить около 30 новых производств и модернизировать столько же предприятий. Предполагаемый объем реализации инновационной продукции превысит 7 млрд руб., в том числе свыше 25% от общего объема планируется поставить на экспорт. За счет создания в 2017 г. Республиканского централизованного фонда появится возможность дополнительного финансирования наиболее перспективных и нужных для экономики республики проектов, обладающих высоким экспортным потенциалом, социально значимых.

Важнейшим документом, обеспечивающим реализацию основных направлений государственной инновационной политики в ближайшие годы, станет Государственная программа инновационного развития Республики Беларусь. Ее цель – качественный рост и повышение конкурентоспособности национальной экономики с концентрацией ресурсов на высокотехнологичных секторах. Программа предусматривает создание и повсеместное внедрение новых технологий и производств, базирующихся на V и VI технологических укладах, закрепление позиции республики на рынке наукоемкой продукции, обеспечение конкурентоспособности традиционных секторов экономики, а также повышение эффективности национальной инновационной системы на основе формирования рынка

научно-технической продукции и благоприятной среды для инноваций.

Государственный комитет по науке и технологиям продолжит работу в области совершенствования нормативных правовых актов. Его деятельность будет направлена, в первую очередь, на решение ряда насущных проблем. В частности, сегодня у исследователей и научных организаций нет права на ошибку, на риск при выполнении НИОКР, финансируемых из бюджета. Поэтому предстоит решить сложную задачу: найти грань, при которой будет обеспечена максимальная эффективность использования государственных средств и возможность для ученого рисковать. Для этого необходимо определить критерии, допускающие частичное необеспечение коммерциализации результатов НТД.

Еще одна проблема, требующая особого внимания в ближайшей перспективе, – организация закупок результатов научно-технической деятельности из одного источника. Продукция, созданная за счет государственных средств, должна приобретаться предприятиями и организациями республики вне конкурса. Такая практика распространена, например, в Российской Федерации. На наш взгляд, ее принятие ускорит процесс организации в Беларуси современных инновационных производств, решит задачу импортозамещения, позволит выйти с новой продукцией на внешние рынки. Эти и другие вопросы находятся в поле зрения специалистов ГКНТ. Они работают над корректировкой Положения о порядке разработки и выполнения научно-технических программ, утвержденного постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 31.08.2005 г. № 961. На стадии завершения находится проект постановления Совета Министров Республики Беларусь «О государственных комплексных целевых научно-технических программах».

Принятие и введение этих и других нормативно-правовых актов даст возможность своевременно и гибко реагировать на потребности рынка в передовых технологиях и наукоемкой высокотехнологичной продукции, ускорит ее создание и производственное освоение, обеспечит повышение уровня инновационной активности и конкурентоспособности экономики за счет эффективного использования инновационного потенциала малого предпринимательства и удовлетворения спроса на инновации со стороны крупного бизнеса.

Благодаря последовательной политике нашего государства, направленной на глубокую модернизацию всех отраслей народного хозяйства, создание

новых рабочих мест, внедрение в производство наиболее перспективных и передовых технологий и обогативания, белорусская наука имеет все шансы стать главной движущей силой этого процесса.



Вадим КИТИКОВ,
председатель Белорусского
профсоюза работников НАН,
доктор технических наук:

Профсоюзная организация НАН Беларуси в прошлом году пополнилась более чем 300 членами. Это говорит о возрастающей роли и росте имиджа профсоюзного движения, которые в первую очередь обеспечиваются защитой социально-экономических, трудовых прав и профессиональных интересов работников. В этой части стоит отметить успехи в решении самого насущного вопроса – жилищного. В 2015–2016 гг. было выделено более 250 арендных квартир, создан новый жилищно-строительный потребительский кооператив для сотрудников Отделения аграрных наук. За последние несколько лет очередь нуждающихся в общежитии среди ученых сократилась с 120 человек практически до нуля. К услугам работающих в академии – поликлиника, санаторий, детский оздоровительный лагерь. Высокий уровень социального партнерства, сложившийся с Академией, в сочетании с финансовой поддержкой позволяют профсоюзам постоянно расширять перечень спортивных, культурно-массовых и социальных мероприятий.

Мы понимаем, что для экономического и социального роста нашего государства профсоюзным организациям и трудовым коллективам необходимо действовать сообща. При этом ключевым вопросом работы отраслевой профсоюзной организации академии является подготовка молодых ученых. В НАН Беларуси 22% работающих составляют специалисты в возрасте до 29 лет. Это меньше потребности, но и не критичная цифра. Однако мы озабочены сложившимся положением и в целях социальной поддержки молодых научных работников в коллективные договоры организаций включили пункт об оказании финансовой помощи сотрудникам при улучшении жилищных условий. В Тарифном соглашении в разделе «Гарантии и социальная защита молодых ученых» устанавливается повышающий коэффициент к тарифным окладам в размере не менее 1,3. Увольнение молодых ученых и научных работников,

имеющих ученую степень, в связи с сокращением штата допустимо только по согласованию с профкомом.

Вместе с тем адресная социальная поддержка нужна не только талантливой молодежи, но и высококвалифицированным зрелым научным работникам, достигшим пенсионного возраста и уходящим на пенсию. Одним из важных стимулов работы для ученых и специалистов наукоемких производств может стать введение нормы, которая бы предусматривала сохранение для ученых-пенсионеров доплат за ученую степень, звание и другие заслуги. Это позволит обеспечить дополнительную социальную защищенность ученых и их семей.

Последняя неделя прошлого года ознаменовалась подписанием Указа Президента, согласно которому 2017 год объявлен в стране Годом науки. Это важная оценка деятельности ученых – доверие общества и руководства страны. Мы понимаем степень своей ответственности и в деле повышения производительности труда и формирования психологического климата в коллективах.



Владимир РЕШЕТНИКОВ,
заведующий отделом биохимии
и биотехнологии растений,
почетный директор Центрального
ботанического сада Беларуси,
академик:

Внимание ученых ЦБС в прошлом году было сконцентрировано на фундаментальных научных исследованиях, нацеленных на реальный выход в практику со значительным экономическим эффектом. Нам удалось сформировать новое направление в плодоводстве – нетрадиционное ягодоводство, в рамках которого были изучены и выращены интродуцированные виды североамериканской флоры – голубики высокорослой, клюквы крупноплодной и сортовой брусники. Новую отрасль мы обеспечили посадочным материалом, защитой, технологиями возделывания, и культуры были успешно внедрены в производство. Важная особенность разработки – возможность использования выбывших из промышленной эксплуатации торфяных месторождений. Сейчас в Беларуси успешно функционируют 55 специализированных хозяйств, в которых голубика высокорослая занимает около 1000 га, клюква крупноплодная – 150 га.

Ежегодный доход от плодоносящих плантаций составляет 8,7 млн долл., от реализации саженцев – 2,5 млн.

В нашей деятельности удачно сочетаются традиционные методы изучения растений ботанических садов с новыми тенденциями развития науки в этой области – молекулярно-генетической паспортизацией сортов, созданием их генофондов. Для того чтобы обмениваться материалами не только в пределах Содружества, но и во всем международном пространстве, надо представить материал, который соответствует данному виду, сорту, а для этого растениям нужна идентификация. С этой целью разработан проект, реализация которого позволит получить паспорт каждому представителю флоры.

Важнейшей проблемой, стоящей перед белорусскими ботаниками, является сохранность резервата редких растений наших территорий, которые внесены в Красную книгу. Одно из решений – реинтродукция с использованием биотехнологических способов наработки посадочного материала для восстановления популяций в природе. На этом пути нам предстоит много работы, в том числе по созданию коллекционных фондов, их поддержанию и пополнению. Планируем в скором времени разработать технологии получения биологически активных веществ растений на основе культивирования *in vitro* органов, тканей и клеток.

В новом году, который объявлен Годом науки, мы поставили перед собой довольно амбициозные планы – начать эпигенетическое изучение и разработку способов адресного управления функциональной активностью информационной системы, локализованной в клеточных ядрах растений, и включиться в российский проект по сохранению биоразнообразия живых организмов «Ноев ковчег». Надеемся, что их осуществлению будет способствовать творческая атмосфера в нашем научном коллективе и все новые, оригинальные, значимые идеи будут воплощены в жизнь.

Прошедший год запомнился тем, что мне вместе с В.В. Титком и Е.В. Спиридович была присуждена Межгосударственная премия СНГ «Звезды Содружества» с вручением нагрудного знака, диплома и денежной премии за разработку и реализацию в юбилейный год Победы советского народа в Великой Отечественной войне проекта «Сирень Победы». В процессе этой работы, где были соединены дизайнерские и биотехнологические решения, мы получили чистый посадочный материал, и именно тех сортов, которые были утрачены, например «Великая Победа» и т.д.

Уже несколько лет подряд ЦБС выступает головным учреждением-организатором международных научных семинаров с экспедиционным выездом «Стратегии и методы ботанических садов по сохранению и устойчивому использованию биологического разнообразия природной флоры», в которых принимают участие представители ботанических садов США, Российской Федерации, Казахстана и Польши. С каждым годом участников мероприятия становится больше, и мы намерены продолжать эту инициативу, поскольку роль ботанических садов как координирующих центров изучения и сохранения биоразнообразия растительного мира, организации кооперативных научных исследований и сотрудничества в этой области постоянно усиливается. Мы работаем рука об руку с коллегами из Института экспериментальной ботаники, сотрудниками опытных станций Института леса НАН Беларуси, Национальным парком «Нарочанский», Березинским биосферным заповедником, Глубокским опытным лесхозом, биологическим факультетом Белорусского государственного университета, Центром экологии Брестского государственного университета им. А.С. Пушкина и другими отечественными учреждениями.

Научный семинар, в программу которого входит экспедиция, дискуссия и обмен практическим опытом, – удачная форма общения для специалистов. В ходе мероприятия участники могут представить передовые исследования, проводимые в их ботанических учреждениях, свои новые разработки по сохранению растительного разнообразия в садах и природе. Экспедиция дает замечательную возможность показать, как действуют в Беларуси природоохранные организации разного уровня – от огромных национальных парков до небольших субъектов, таких как дендросад Глубокского опытного лесхоза. Важное место в экспедициях отводится знакомству с редкими экотопами и растительными сообществами различных регионов нашей страны, обсуждению планов и проектов в свете последних достижений и разработок науки.



Александр КОВАЛЕВИЧ,
директор Института леса,
кандидат сельскохозяйственных наук:

Перед Институтom леса стоит задача научного обеспечения инновационного развития отрасли и повышения ее вклада в устойчивый рост экономики. С этой целью мы выполняем научные

работы по многим направлениям лесовосстановления и лесоразведения. К примеру, в прошлом году на генетико-селекционной основе проведена полная инвентаризация лесов страны, сформированы селекционная и семенная базы основных лесобразующих пород с улучшенными наследственными свойствами, реализуется программа создания лесосеменных плантаций второго порядка хвойных, что позволит нам достичь качественно нового уровня в лесном семеноводстве.

Прочные позиции занимает еще одна инновационная разработка института – посадочный материал с закрытой корневой системой. Он позволяет повысить эффективность лесного хозяйства за счет продления сроков посадки лесных культур, их дополнения, сокращения количества уходов. До 2020 г. удельный вес таких саженцев увеличится по стране до 30% от общей площади лесокультурного производства.

Институтом совместно с БГУ созданы новые импортозамещающие феромонные препараты и методы их применения с целью мониторинга и борьбы с энтомо вредителями леса. На базе нашего учреждения действует Фитопатологический центр лесных древесных видов по ранней диагностике и профилактике болезней, в котором ведется изучение и молекулярно-генетическая идентификация патогенных организмов в лесах.

На протяжении последнего десятилетия наши леса многократно подвергались воздействию ураганных ветров. С целью восстановления поврежденных насаждений разработаны и внедряются новые технологии, обеспечивающие формирование лесных массивов повышенной устойчивости и снижение риска их ветровальности. На состоявшейся в декабре прошедшего года на БелЭКСПО выставке-ярмарке «SmarPatent'16» технология восстановления лесных насаждений, разработанная в нашем институте, отмечена Почетной грамотой НАН как лучший инновационный проект.

На текущую пятилетку нами определен ряд стратегических направлений исследований. Важнейшие среди них – совершенствование научных основ по воспроизводству, рациональному использованию лесных экосистем; разработка экологически безопасных средств, методов и технологий охраны лесов от пожаров и защиты от вредных организмов; создание технологий воспроизводства насаждений на генетико-селекционной основе; способы реабилитации антропогенно нарушенных лесных земель; оптимизация методов организации лесного хозяйства, лесопользования и рационального лесопользования.

Большие надежды мы возлагаем на созданный в институте кластер – головной научно-практический центр лесных биотехнологий. Эта структура позволит решать вопросы технологии микрোকлонального размножения, в первую очередь быстрорастущих лесных древесных видов для топливно-энергетических целей, а также обеспечения защиты лесных экосистем.

В апреле 2016 г. сессия Общего собрания ОБН заслушала научно-аналитический доклад «Молекулярная фитопатология: современные подходы и перспективные направления диагностики болезней древесных растений», с которым выступил ведущий научный сотрудник Института леса кандидат биологических наук Олег Баранов. В принятом сессией постановлении определены задачи по разработке новых высокоэффективных подходов в диагностике и идентификации фитопатогенных микроорганизмов лесных древесных видов, подчеркнута необходимость создания в составе структур НАН специализированного центра по биоинформатике для сопровождения исследований по молекулярной фитопатологии, а также в области генетики, селекции и смежных наук. В рамках постоянно действующего семинара при Парламентском собрании Союза Беларуси и России в июне прошлого года член-корреспондент Владимир Падутов выступил с докладом «О разработке и внедрении мероприятий, направленных на эффективную охрану леса от пожаров, повышение уровня радиационной защиты работников леса при посещении лесов, эффективное использование лесных ресурсов на территории радиоактивного загрязнения».

В новом году в институте запланировано проведение двух крупных международных мероприятий – школы-конференции молодых ученых «Лесная наука, молодежь, будущее» и конференции-совещания «Сохранение лесных генетических ресурсов». На базе открывшегося Музея истории Института леса состоятся встречи молодежи, аспирантов с ведущими учеными, сотрудниками, многие годы проработавшими в нашем учреждении. Намечены и другие формы работы: участие молодых ученых в ежегодной республиканской акции «Неделя леса-2017», занятия с учащимися подшефной Лопатинской школы Гомельского района, научно-методическая помощь учащимся школ при подготовке к конкурсу «Квітней, мой лес!». Все эти мероприятия организует и проводит Совет молодых ученых института. Хочу отметить, что областной этап республиканского конкурса «Квітней, мой лес!» среди школьников и юбилейная конференция юных лесоводов состоялись в нашем

институте и были приурочены к 50-летию создания школьных лесничеств в Беларуси.

За многолетний плодотворный труд, образцовое выполнение служебных обязанностей, достижение высоких производственных показателей в прошлом году я был награжден медалью «За трудовые заслуги», а также памятным знаком «У гонар заснавання Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі», нагрудным знаком Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь «Ганаровы лесавод» и памятным нагрудным знаком Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь «80 год лясной гаспадарцы Рэспублікі Беларусь». На IV съезде общественного объединения «Белорусское общество лесоводов» был избран председателем этой республиканской организации.

Отрадно, что трудовые успехи сотрудников нашего института также получили заслуженное признание. Кандидат биологических наук Станислав Пантелеев в 2016 г. являлся стипендиатом Президента Республики Беларусь для молодых ученых, обладателем премии Гомельского облисполкома для молодых ученых за значительные результаты при проведении фундаментальных и прикладных научных исследований и разработок. Кандидат сельскохозяйственных наук А.М. Потапенко был награжден дипломом II степени за лучший доклад – «Влияние лесорастительных условий на лесовозобновительную способность дубрав в условиях юга Беларуси» на секции «Ботаника» XIII Международной научной конференции молодых ученых «Молодежь в науке – 2016». Распоряжением Главы государства стипендия Президента Республики Беларусь на нынешний год назначена ученым нашего института – кандидату биологических наук Дмитрию Кагану и младшему научному сотруднику Илье Рубелю.



Вычеслав ДАНИЛОВИЧ,
директор Института истории
НАН Беларуси,
кандидат исторических наук:

В 2016 г. вступил в силу Указ Президента Республики Беларусь о совершенствовании охраны археологических объектов и артефактов. Этот документ впервые создал необходимые правовые условия для борьбы с незаконной деятельностью «черных копателей» и нелегальным оборотом памятников культурного наследия. В результате

тысячи бесценных экспонатов сохранены для науки. Благодаря усилиям отечественных ученых наша страна укрепила свои позиции в деле исследования Антарктиды: в сжатые сроки в сложных климатических условиях собран первый специализированный модуль Белорусской антарктической станции.

Для меня год стал знаменательным в силу того, что мой вклад в развитие отечественной исторической науки, исследование и сохранение историко-культурного наследия нашей страны был отмечен государственной наградой – медалью Франциска Скорины.

Важнейшими достижениями Института истории в 2016 г. стали выявление и исследование уникального, связанного с варягами, археологического комплекса VIII–X вв. Кордон в Шумилинском районе, более древнего, чем широко известное Гнездово на Смоленщине; подготовка и публикация таких уникальных изданий, как коллективная монография «Славяне на территории Беларуси в догосударственный период», двухтомный сборник документов «Полоцкие грамоты XIII – начала XVI в.» (совместно с российскими коллегами), третий том «Вялікага гістарычнага атласа Беларусі», в котором представлен период Российской империи. Кроме того, впервые коллективный труд академических ученых-историков – книга «Беларусь: страницы истории» – издан в Китае на китайском языке.

Конечно, наши результаты не дают ощутимого экономического эффекта, но их значение гораздо глубже. Они формируют собственно белорусский взгляд на историю, историческое мировоззрение нашего народа, имеют институциональную сущность, так как направлены на укрепление политической системы, межнационального и межконфессионального единства белорусского общества, международно-правового статуса белорусской государственности, на сохранение историко-культурного наследия Беларуси.

В текущей пятилетке как ученый я ставлю перед собой задачу защитить докторскую диссертацию. Также приложу все усилия для выполнения оригинальных издательских проектов, инициированных учеными Института истории: «Вялікі гістарычны атлас Беларусі», «Метрыка ВКЛ», «Древнейшие города Беларуси», «Беларусь праз прызму рэгіянальнай гісторыі», «Антропология Беларуси», «История белорусской государственности». Считаю делом чести провести на высоком научно-теоретическом и организационном уровне международные научные конференции, посвященные знаковым датам истории нашей страны: 950-летию Минска, 100-летию

Октябрьской революции 1917 г., 100-летию окончания Первой мировой войны, 100-летию создания БССР, 75-летию освобождения Беларуси от немецко-фашистских захватчиков, 75-летию Победы в Великой Отечественной войне и др.

Среди наиболее амбициозных и смелых проектов, намеченных на ближайшую перспективу, – создание первого белорусского археологического музея под открытым небом в Национальном парке «Беловежская пуща». Кроме того, отечественными историками накоплен огромный исследовательский материал, который объективно требует комплексного обобщения в виде подготовки фундаментальной многотомной «Гісторыі Беларусі», где будут рассмотрены не только страницы далекого прошлого, но и достижения нашего народа в новейший период.

Для научного сообщества новый год – Год науки, безусловно, должен быть особенным. Ей необходимо придать статус главной движущей силы общественного и экономического развития нашей страны, ответственно и плодотворно работать над решением актуальных для общества и государства задач.



Виктория Куликовская,
заведующая лабораторией
микро- и наноструктурированных
систем Института химии новых
материалов НАН Беларуси,
кандидат химических наук



Ксения Гилевская,
старший научный сотрудник
лаборатории микро-
и наноструктурированных
систем Института химии новых
материалов НАН Беларуси,
кандидат химических наук:

В последние годы основные научные прорывы происходят на стыке наук, и прошлый год не стал исключением. Так, Нобелевская премия по химии была присуждена группе авторов за проектирование и синтез молекулярных машин, которые могут быть использованы при разработке принципиально новых подходов к лечению ряда заболеваний без нанесения вреда здоровым органам.

Для нас уходящий год знаменателен участием и победой в конкурсе Национальной академии наук Беларуси и Фонда поддержки образования и науки

(Алферовского фонда) на лучшую научно-исследовательскую работу для молодых ученых в номинации «Биология, химия, медицина, аграрные науки и науки о Земле».

Область наших научных интересов – создание тканеинженерных конструкций на основе мезенхимальных стволовых клеток для регенеративной медицины для лечения критических ожогов, трофических язв и других ран кожного покрова, а также восстановления костной и хрящевой тканей. В планах – научно-исследовательская работа не только по разработке скаффолдов в лабораторных условиях, но и проведение испытаний на экспериментальных животных.

Кроме того намерены сконцентрировать свои усилия на таких бурно прогрессирующих направлениях, как регенеративная медицина и трансплантология. Несомненно, важными являются работы, ориентированные на практическое применение методов тканевой инженерии с использованием биорезорбируемых полимерных конструкций на основе биополимеров. Внедрение в медицинскую практику подобных тканеинженерных конструкций позволит существенно улучшить качество жизни пациентов.

Для придания науке статуса одной из главных движущих сил интеллектуального развития необходима совместная работа государственных организаций и ведомств по интенсификации практического внедрения результатов научной деятельности на предприятиях Беларуси.



Денис Новицкий,
научный сотрудник Института
физики имени Б.И. Степанова
НАН Беларуси, кандидат физико-
математических наук:

Для физики прошлый год запомнится февральским сообщением о первой прямой регистрации гравитационных волн, сделанной на двух детекторах в США. Это великое достижение и по своему фундаментальному значению, подтвердившее теоретические предсказания, и по открывающимся перспективам, и по фантастическому техническому уровню, на котором оно было совершено. Ученые надеются получить ответы на вопросы, движутся ли гравитационные волны со скоростью света, состоит ли пространство-время из космических струн и многие другие.

Меня, как теоретика, в первую очередь интересуют фундаментальные разработки. В оптике и фотонике наиболее актуальны, на мой взгляд, такие бурно развивающиеся направления, как квантовая оптика, нанооптика, оптическое материаловедение. В частности, очень важна разработка новых оптических сред, в том числе метаматериалов и других искусственных структур, имеющих большие перспективы для создания новых систем управления оптическим излучением, лазеров и т.д.

Уходящий год памятен тем, что я смог разобратся в некоторых вопросах теории взаимодействия света с веществом. Полученные результаты позволяют лучше понять процессы, происходящие в создаваемых в нашей лаборатории лазерных системах, и, я уверен, они будут в дальнейшем использоваться на практике.

Начался совместный с украинскими коллегами теоретический проект, касающийся расчета оптических свойств сложных наноструктурированных материалов, содержащих активные среды. Думаю, в ближайшее время мы получим первые результаты, которые могут представлять интерес для создания нанолазеров и новых оптических материалов с необычными свойствами – метаматериалов. Мы ставим перед собой довольно амбициозную цель: попытаться разобраться в поведении так называемых РТ-симметричных метаматериалов, представляющих собой пространственно упорядоченную систему поглощающих и усиливающих сред. Это та вершина, которую я вместе с коллегами намерен покорить в ближайшем будущем.

Бесспорно, задача ученых – получать новое знание о мире. Они не могут одновременно быть еще и промышленниками, и бизнесменами. Поэтому важно, чтобы в экономике была наконец выстроена система восприятия и реализации научных результатов. Сейчас от исследователей требуют, чтобы они выдвигали идеи, подстраиваясь под текущее состояние экономики. Хотя, на мой взгляд, все должно быть наоборот: экономика должна быть достаточно гибкой, чтобы осваивать и воплощать новые идеи, предлагаемые учеными. Творческого потенциала, таланта наших людей достаточно, чтобы сформировать новое знание, найти способы его применения, довести его до реальной технологии и продукта и донести до общества. Только на этом пути надо быть всем вместе: и ученым, и инженерам, и бизнесу. В одиночку научному сообществу его не осилить. ■

Подготовила Ирина ЕМЕЛЬЯНОВИЧ

ІНФАРМАЦЫЯ, КВАНТЫ І ФІЗІЧНАЯ РЭАЛЬНАСЦЬ: анталагічныя небакраі навукова- тэхналагічнага поступу



Сяргей Санько,

старшы навуковы супрацоўнік Цэнтра гісторыка-філасофскіх і кампаратыўных даследаванняў Інстытута філасофіі НАН Беларусі, кандыдат філасофскіх навук

Пасля піянернай працы К. Шэнана [1, 2] інфармацыя паступова пачала асэнсоўвацца не толькі як тое, што мае дачыненне да суб'ектыўнасці (навіны, факты, веды, ідэі), але і як аб'ектыўная характарыстыка самой рэчаіснасці, уласцівая ўсім без вынятку яе структурным узроўням. Матэматык Р. Ракер выказаў гэта наступным чынам: «Для людзей эпохі постмадэрну рэальнасць – гэта інфармацыйная структура, структура ў прасторы фактаў» [3].

Сярод вялікай разнастайнасці тэарэтыка-інфармацыйных падыходаў вылучаецца «диджиталізм» (ад англ. *digit* – «лічба, лік»), паводле якога ва ўсім бачацца структуры ў лічбавай кадыроўцы. Тон задаюць дзве вядучыя дысцыпліны сучаснага прыродазнаўства – біялогія і фізіка. Першая нават хутчэй і ахвотней, чым другая, якая яшчэ застаецца вельмі прывязанай да сваіх падставовых паняццяў – матэрыі і энергіі.

Ідэя, што жыццё – інфармацыйны працэс, мацавалася і развівалася разам з поступам у вывучэнні генетычных механізмаў. Расшыфравана вялікая колькасць геномаў розных жывых істот, у тым ліку і чалавека. Ідзе стварэнне свайго роду сховішча генетычных звестак, якое патрабуе задзейнічання вялізных вылічальна-інфармацыйных магутнасцяў. Новы імпульс інфармацыйная парадыгма ў біялогіі набыла пасля таго, як у 1994 г. Эйдлмэн паказаў, што малекулы ДНК могуць быць выкарыстаны для рашэння так званых NP-поўных задач за палінаміяльны час, тады як для рашэння такіх жа задач на звычайным камп'ютары патрабуецца непараўнальна большы час [4]. Гэтай падзеяй датуецца нараджэнне такой галіны даследаванняў, як ДНК-камп'ютынг (малекулярны і біякамп'ютынг). У друку гэта адкрыццё было ахарактарызавана не інакш, як першым прыкладам сапраўднай нанатэхналогіі. А галоўная ідэя, якая ўзрушала даследчыка, палягала ў тым, што тое,

Одна машина может сделать работу пяти обычных людей; ни одна машина не делает работу одного незаурядного человека.

Элберт
Грин Хаббард



як малекулы ДНК дзейнічаюць у прыродзе, з'яўляецца адной з рэалізацый машыны Цюрінга, а значыць, яны могуць выкарыстоўвацца і для вылічэнняў.

Ідэі Эйдлмана былі падхоплены і развіты па многіх напрамках іншымі навукоўцамі. Так, Рычард Ліптан з калегамі з Прынстанскага ўніверсітэта даказаў, што камп'ютар, пабудаваны на аснове малекул ДНК, можа быць выкарыстаны для ўзлому сістэм шыфравання, распаўсюджаных як ва ўрадавых установах, так і ў прыватных карпарацыях, напрыклад так званай Des (Data Encryption Standard System), якая мае 256 розных спосабаў кадавання інфармацыі. Для адначасовай праверкі гэтых ключоў звычайным суперкамп'ютарам спатрэбіцца дзесяцігоддзі. А вось ўсяго 3 грамы малекул ДНК у раствору могуць цалкам справіцца з гэтай задачай за 4 месяцы [5].

Мяркуюць, што на найглыбейшым узроўні наш свет утвораны з інфармацыі [3]. Гэта, безумоўна, вельмі моцны тэзіс, бо менавіта паміж фізічным і біялагічным узроўнямі існуе відавочны эвалюцыйны разрыў. У сувязі з гэтым фармулюецца адна з галоўных праблем сучаснай навукі: «якім чынам складаныя сістэмы, такія як жывыя стварэнні, могуць паўстаць з фундаментальна простых фізічных законаў» [6].

У сваім вызначэнні інфармацыі Шэнан адмыслова падкрэслівае, што не трэба браць пад увагу ні сэнсавы змест паведамлення, ні спецыфічны характар тых фізічных сістэм, якія могуць выступаць субстанцыйнымі носьбітамі звестак. Фізікамі было ўсвядомлена, што ў рэальнасці любы элементарны інфармацыйны, а значыць, і вылічальны працэс – гэта працэс фізічны, не істотна: адбываецца ён у нейронавых структурах мозгу, ці ў сіліконавых структурах вылічальных машын. Як паказаў у 1961 г. Р. Ландаўэр, аперыцыі, якія выконвае камп'ютар, неабарачальныя, а таму рассеянне энергіі павінна мець непазбежны мінімум (прынцып Ландаўэра). Яму ж належыць афарызм, які стаў найбольш цытуемым у сучасных публікацыях: «Інфармацыя фізічная» [7]. Па-першае, таму, што рэгістрацыя, апрацоўка, захоўванне і перадача звестак здзяйсняюцца толькі з дапамогай рэальных фізічных сістэм і кадуюцца іх дапушчальнымі станами (напрыклад, «ёсць ток» – «няма току», «спін угару» – «спін долу»). А, па-другое, таму, што любы фізічны працэс у прынцыпе можа разглядацца ў якасці інфармацыйнага. Як выразіў гэта С. Лойд: «Проста самім фактам свайго існавання ўсе фізічныя сістэмы рэгіструюць інфармацыю. І дзеля таго, што яны дынамічна эвалюцыянуюць у часе, яны пераўтвараюць і апрацоўваюць інфармацыю» [8]. Праўда, як адзначыў Дж. Баб: «З напісанага Ландаўэрам няма падстаў меркаваць, што фразу «інфармацыя фізічная» варта разумець як сцвярджанне, што інфармацыя першасная і што «рэчыва» у пэўным сэнсе выводзіцца з інфармацыі, хоць лозунг Ландаўэра цытаваўся для падтрымкі такога сцвярджэння» [9].

Тэндэнцыю да інфарматызацыі фізікі ў гранічна афарыстычнай форме выказаў Дж. А. Уілер: «It from Bit» («Усё з біта»). Ён тлумачыў: «... усякае «гэта» – усякая часціна, усякае сілавое поле, нават сам прасторава-часавы кантынуум набывае свае функцыі, сваё значэнне, само сваё існаванне – нават калі ў пэўных кантэкстах ненаўпрост – цалкам са здабытых з дапамогай прыбораў адказаў на пытанні, якія дапускаюць толькі адказы «так» або «не», бінарныя выбары, **біты**» [10]. Д. Дойч (адзін са стваральнікаў тэорыі квантавых вылічэнняў, аўтар нашумелага навуковага бестселера «Тканіна рэальнасці») зрабіў карэкцыю ідэі Дж. А. Уілера на той падставе, што ніхто не ведае, як вывесці «ўсё» (*it*, або характарыстыкі свету фізічных працэсаў) з «біта» (з бінарных выбараў). Затое, на яго думку, гэта можна зрабіць, калі замест класічнага «біта» за аснову прыняць «кубіт» або квантавы біт [11], упершыню так названы Б. Шумахерам. Прынцыповае адрозненне кубіта ад класічнага біта палягае ў тым, што першы – ужо не нейкая абстракцыя або Булева пераменная, а прасцейшая фізічная сістэма, чые нетрывіяльныя назіраныя (*observables*) з'яўляюцца Булевымі, гэта значыць могуць прымаць два адрозныя значэнні. Менавіта фізічнасць кубіта вядзе да таго, што больш рэалістычнай выглядае іншая формула, якую Д. Дойч выражае так: «It from Qubit» («Усё з кубіта»), якой гістарычна папярэднічала і карэктроўка афарызму Р. Ландаўэра, зробленая Д. П. ДыВінчэнца і Д. Лосам: «Квантавая інфармацыя фізічная» [12].

У гэтым пункце пазначыўся сур'ёзны адыход ад разумення інфармацыі ў тэорыі К. Шэнана, у якой вызначэнне паняцця не павінна быць залежным ад характару тых фізічных сістэм, якія могуць выступаць субстанцыйнымі носьбітамі інфармацыі. Менавіта тая акалічнасць, што кубіт – фізічная сістэма, стварае спакусу перафармуляваць усю фізіку ў тэрмінах тэорыі квантавай інфармацыі і вылічэнняў.

С. Лойд вылічыў поўную інфармацыйную ёмістасць і колькасць элементарных лагічных аперацый, якія маглі быць выкананы ў Сусвеце з моманту пачатку яго пашырэння пасля «Вялікага выбуху» і нават з улікам інфляцыйнай стадыі. Аказалася, што адпаведныя граніцы залежаць толькі ад фундаментальных канстант, шчыльнасці рэчыва і ўзросту Сусвету. З улікам супольнага ўнёску часцін матэрыі і гравітацыйнага поля гэта дало велічыню парадку 10^{120} біт.

Нельга не звярнуць увагу, што на злome двух тысячагодзяў чалавецтва не толькі сур'ёзна арупілася праблемай, спароджанай выключна камп'ютарнай рэвалюцыяй, але і перажыло своеасаблівы светапоглядны зрух, які адбіўся не толькі ў працах многіх матэматыкаў, фізікаў і філосафаў, але і ў масавай свядомасці. Пярэдадзень і самы пачатак III тысячагоддзя быў адзначаны знакавай падзеяй: 31.03.1999 г. ў ЗША адбіўся прэм'ерны паказ фільма «Матрыца». Філосафы нібы

чакалі гэтай нагоды, каб распачаць шырокамашабную дыскусію па цэлым спектры ўзнятых у фільме праблем, галоўная сярод якіх – рэальнасць. Сам па сабе фільм – складаная постмадэрнісцкая метафара тых выклікаў, якія ставіць перад чалавецтвам яго ўласнае тэхналагічнае развіццё. Змадэляваная аўтарамі фантастычная сітуацыя прымусіла філосафаў арупіцца новымі пытаннямі, напрыклад: ці магчымы штучны інтэлект? ці могуць машыны заняволіць чалавецтва ці наогул знішчыць яго?

Масла ў агонь дыскусій падліў прафесар Оксфардскага ўніверсітэта Н. Бостром артыкулам з правакацыйнай назвай «Ці не жывем мы ў камп'ютарнай сімуляцыі» [13]. Яго аргумент палягае ў тым, што тэхналагічна стала паслячалавечая цывілізацыя авалодае велічэзнай вылічальнай магутнасцю, якая дазволіць стварыць амаль дасканалую камп'ютарную сімуляцыю рэальнасці.

У 2002 г., калі С. Лойд прапанаваў сваю мадэль Сусвету як гранічнага квантавага камп'ютара, на штогадовай выставе «Comdex Fall – 2002» вядомы брытанскі фізік, матэматык, праграміст і прадпрымальнік С. Вольфрам анансіраваў сваю кнігу «Новы кшталт навукі», у якой паспрабаваў адказаць на адвечнае пытанне «што з'яўляецца сапраўдным першаэлементам і пачаткам Сусвету?» Адказ: «У свеце няма нічога, акрамя кароткіх выканальных праграм або алгарытмічных прымітываў».

Гісторыкі адзначаюць, што ўпершыню метафару камп'ютара памерам з цэлы Сусвет выказаў ў 1956 г. А. Азімаў у апавяданні «Апошняе пытанне». У ім створаны чалавекам разумны камп'ютар ствараў камп'ютар наступнага пакалення да таго часу, пакуль розум чалавека не зліўся з розумам машыны, якая вычарпала ўсё рэчыва і энергію Сусвету. Пасля гэтага апошня машына пачала вылічваць, як павярнуць энтрапію і стварыць новы Сусвет.

Ідэя падалася цікавай многім, але нямногія паставіліся да яе з усёй сур'езнасцю. Першым быў нямецкі вучоны К. Цузэ, які прыдумаў лічбавую праграмаваную машыну на дзесяць гадоў раней за фон Неймана і яго калег. У 1967 г. ён выказаў ідэю пра тое, што Сусвет дзейнічае падобна да клеткавага аўтамата, хаця пачаў разважаць аб гэтым яшчэ ў 1940-я гг. У 1960-я Э. Фрэдкін таксама прыйшоў да высновы, што Сусвет ёсць велічэзны клеткавы аўтамат, а ўсё, што мы адчуваем і ўспрымаем, – гэта толькі інфармацыя.

У такім разе, заўважае К. Келі, «у свеце, утвораным з бігаў, фізіка – гэта ў дакладнасці тое самае, што і сімуляцыя фізікі. Няма адрознення па сутнасці, толькі ў ступені дакладнасці. У фільме «Матрыца» сімуляцыя настолькі добрая, што немагчыма адрозніць, ці знаходзіцца нехта ў ёй. У Сусвеце, які апрацоўвае біты, усё ёсць сімуляцыя» [14].

Аднак далёка не ўсе падзяляюць погляды дыджы-талістаў. Як слухна адзначыў Д. Ліндлі у рэцэнзіі на кнігу С. Лойда: «У XIX ст., на піку індустрыяльнай эпохі, звычайнай справай было разглядаць свет як гіганцкую машыну. Цяпер, у інфармацыйную эпоху, Сусвет відавочна зрабіўся гіганцкім камп'ютарам» [15].

Падобным чынам ахарактарызаваў дыджыталізм С. Вольфрама Нобелеўскі лаўрэат С. Вайнберг: «Следам за ідэяй Э. Фрэдкіна ён высноўвае, што сам Сусвет – гэта хутчэй аўтамат, падобны да гіганцкага камп'ютара. Гэта магчыма, але я не бачу ніякіх іншых матываў для такіх спекуляцый, апроч таго, што гэта акурат той кшталт сістэм, якія Вольфрам і іншыя пачалі выкарыстоўваць пры іх працы на камп'ютарах. Так, магчыма, цясяр, гледзячы на Месяц, уяўляе, што той зроблены з драўніны» [16].

Іначай кажучы, дыджыталісты робяць тую самую працэдуру, што і прапаненты ўсіх іншых «-ізмаў»: пераносяць заканамернасці, характэрныя для шырокага класа з'яў, на ўсе з'явы – ператвараюць рэгіянальную анталогію ў анталогію *par excellence*. С. Вайнберг прыводзіць узоры такой транспазіцыі на прыкладзе «свабодна-плаваючых тэорый» («free-floating theories»), як ён іх называе: тэорыі хаосу, парушанай сіметрыі і тэрмадынамікі. На яго думку, «хаця гэтыя свабодна-плаваючыя тэорыі цікавыя і важныя, яны не з'яўляюцца сапраўды фундаментальнымі» [16].

Імклівае тэхналагічнае развіццё цывілізацыі і прагрэс навукі не толькі не здымаюць, але па-новаму абстраюць старыя філасофскія пытанні і аб прыродзе рэальнасці, і аб гістарычным лёсе чалавецтва. ■

Работа выканана ў рамках гранта Г16Р-043

Беларускага рэспубліканскага фонда фундаментальных даследаванняў.

☞ See: http://innosfera.by/2017/01/scientific-technological_progress

Літаратура

- Shannon C. E. A Mathematical Theory of Information // Bell System Technical Journal. 1948. Vol. 27, N3. P. 379–423.
- Shannon C. E. A Mathematical Theory of Information // Bell System Technical Journal. 1948. Vol. 27, N4. P. 623–656.
- Rucker R. Mind Tools: The Five Levels of Mathematical Reality. – Boston, 1987.
- Adleman L. M. Molecular Computation of Solutions to Combinatorial Problems // Science. 1994. Vol. 266, N5187. P. 1021–1024.
- Lipton R. J. Breaking DES Using a Molecular Computer // DNA Based Computers. Proceedings of a DIMACS Workshop. – Princeton, 1996. P. 37–65.
- Lloyd S. Programming the Universe: A Quantum Computer Scientist Takes on the Cosmos. – New York, 2006.
- Landauer R. Information is Physical // Physics Today. 1991. Vol. 44, N5. P. 23–29.
- Lloyd S. Computational capacity of the Universe // <https://arxiv.org/abs/quant-ph/0110141>.
- Bub J. Bananaworld: Quantum Mechanics for Primates. – Oxford, 2016.
- Wheeler J. A. Information, Physics, Quantum: The Search for Links // Proceedings of the 3rd International Symposium Foundations of Quantum Mechanics in the Light of New Technology. – Tokyo, 1989. P. 354–368.
- Deutsch D. It from Qubit // Science and Ultimate Reality: Quantum Theory, Cosmology, and Complexity. – Cambridge, 2004. P. 90–102.
- DiVincenzo D. P. Quantum Information is Physical // Superlattices and Microstructures. 1998. Vol. 23, N3/4. P. 419–432.
- Bostrom N. Are We Living in a Computer Simulation? // The Philosophical Quarterly. 2003. Vol. 53, N211. P. 243–255.
- Kelly K. God Is the Machine // Wired Magazine. 2002. N10.
- Lindley D. The Cosmic Computer // Wilson Quarterly. 2006. Vol. 30, N2. P. 116–117.
- Weinberg S. Is the Universe a Computer? // The New York Review of Books. 2002.

АВТОМАТИЗАЦИЯ

информационного обеспечения научных исследований и разработок

Развитие современной науки тесно связано с информационными технологиями и научно-технической информацией (НТИ). Ее использование играет определяющую роль в исследованиях, разработках, а также при модернизации производств.

Специалисты Объединенного института проблем информатики принимают участие в выполнении проектов, входящих в перечень научных исследований и разработок по развитию Государственной системы научно-технической информации (ГСНТИ). Предложенные сотрудниками ОИПИ технологии представляют собой интегрированную систему, с помощью которой в НАН Беларуси автоматизируется информационное обеспечение научной, научно-технической и инновационной деятельности на базе ресурсов НТИ. Представим проекты, входящие в ее состав.

Корпоративные системы и технологии автоматизации библиотек Беларуси. Проект интенсивно развивался в течение последних 20 лет. Его инициаторы – Национальная библиотека Беларуси (НББ), Центральная научная библиотека им. Я. Коласа НАН Беларуси (ЦНБ), Президентская библиотека Республики

Беларусь (ПБ), Республиканская научно-техническая библиотека (РНТБ), Национальная книжная палата Беларуси (НКПБ), Фундаментальная библиотека БГУ. Решены задачи, способствующие повышению качества информационного обеспечения потребителей. В частности, создан белорусский коммуникативный формат представления библиографических записей в машиночитаемой форме (BELMARC), совместимый с международными стандартами UNIMARC и RUSMARC, а также методические руководства по его применению для различных видов документов (книг, отчетов НИР/ОКР/ОТР, диссертаций и авторефератов, серийных изданий, составных частей документов, электронных ресурсов, старопечатных изданий, нот, видео- и аудиоматериалов, изоизданий, патентных документов, технических нормативных правовых актов в области технического нормирования и стандартизации, промышленных каталогов). В рамках проекта был разработан также белорусский коммуникативный формат представления авторитетных/нормативных записей в машиночитаемой форме (BELMARC/AUTHORITIES), совместимый с аналогичными международными стандартами UNIMARC и RUSMARC,



Рис. 1. Функциональная схема системы корпоративной каталогизации с использованием BIT-2000i

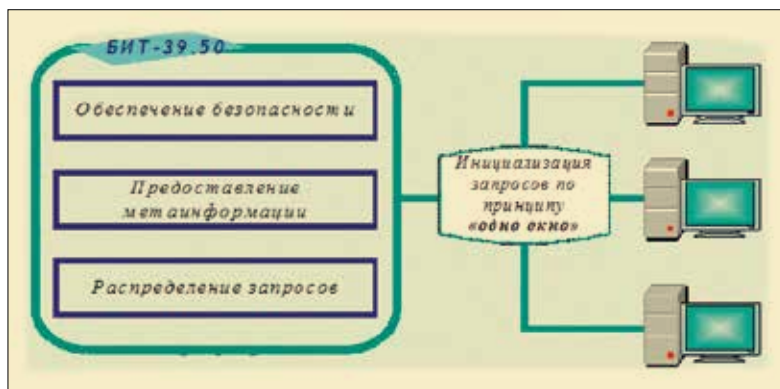


Рис. 2. Функциональная схема системы обслуживания по принципу «одно окно»

и руководства по его применению на имена лиц, родовые имена, названия организаций, географические наименования, тематические рубрики, торговые марки.

Создан ряд корпоративных систем: автоматизации библиотечной и информационной деятельности АБИС БИТ-2000i с онлайн-доступом к информационным ресурсам (ИР) локальных и удаленных пользователей; каталогизации изданий и ведения сводного (объединенного) электронного каталога библиотек Беларуси (СЭК) на базе НББ; ведения Национальной базы данных авторитетных/нормативных записей в НББ; удаленного интернет-заказа и электронной доставки документов (ЭДД) на базе Центров интернет-доступа к зарубежным научным электронным изданиям ЦНБ и РНТБ.

Также разработана корпоративная библиотечная компьютерная сеть в составе НББ и республиканских и областных библиотек, подключенная к общеевропейской научно-образовательной сети GEANT.

Корпоративная система автоматизации научных и научно-технических библиотек (АБИС БИТ-2000i) [1, 2]

разработана в ОИПИ и предназначена для создания интегрированных систем автоматизации отдельных библиотек, а также корпоративных информационных систем и электронных библиотек на основе интернет-технологий. Она включает средства автоматизации традиционных библиотечных процессов и онлайн-электронный каталог публичного интернет-доступа (ОРАС) с удаленным интернет-заказом документов, онлайн-удаленную и локальную каталогизацию, импорт записей из удаленных каталогов (рис. 1). АБИС БИТ-2000i полностью совместима с международными библиографическими форматами, обеспечивает поддержку кодировки символов для любых языков мира, интернет-ссылки на электронные ресурсы и документы, обеспечивает корпоративный обмен информацией, позволяет обрабатывать и хранить различные виды документов: книги, брошюры, периодические и продолжающиеся издания, диссертации, журнальные и газетные статьи, рукописи, старопечатные издания, отчеты, стандарты, патентные и другие научно-технические документы. Система позволяет также каталогизировать специальные виды документов: карты, ноты, аудио- и видеозаписи, изобразительные и графические материалы, электронные ресурсы.

АБИС БИТ-2000i ориентирована на применение в крупных, средних и малых библиотеках, фондах, архивах, может быть использована для создания информационных систем и библиографических баз данных различной тематики в научно-исследовательских организациях, учреждениях науки и образования. Система введена в эксплуатацию в ЦНБ, РНТБ, библиотеке Белорусской железной дороги, Академии последипломного образования. Разрабатывалась в 1998–2015 гг., развивается и сейчас. На ее основе созданы проблемно-ориентированные автоматизированные системы информационного поиска и обеспечения различных видов деятельности. Например, разработаны банк данных «Механика и машиностроение в Республике Беларусь», система Института истории НАН Беларуси а также ряд библиографических тематических баз данных.

Сервер доступа к информационным ресурсам по протоколу Z39.50 [3–5] предназначен для клиентских приложений, работающих с библиографической информацией по

протоколу Z39.50. Предоставляет возможности доступа к библиографической информации электронных каталогов и баз данных, которые созданы средствами АБИС БИТ-2000и. Выполняет следующие функции: установление сеанса связи с поддержкой наборов символов в различных кодовых таблицах (DOS, WIN, ISO, MAC), поиск информации (сервер обрабатывает запросы RPN (type-1 и type-101) с набором библиографических поисковых атрибутов bib1 в произвольной комбинации), извлечение данных в различных форматах (SUTRS, MARC21, UNIMARC, RUSMARC, XML) и другие функции.

Система обслуживания «одно окно» – портал поиска в каталогах Z39.50 (рис. 2). Разработана в качестве расширения возможностей поиска библиографической информации по совокупности электронных каталогов, поддерживающих протокол Z39.50. Включает клиента Z39.50 и позволяет пользователям формировать запрос и проводить распределенный поиск документов в электронных каталогах библиотек, в библиографических базах данных, размещенных в глобальной сети Интернет. Результаты поиска можно просматривать в виде кратких списков записей с возможностью их сортировки, в виде полного описания, также обеспечивается доступ к полным текстам документов при их наличии в каталогах. Каталогизаторы библиотек имеют возможность сохранять найденные библиографические записи в своих локальных электронных каталогах в MARC-форматах (UNIMARC, BELMARC, MARC21).

Сервер доступа к информационным ресурсам по протоколу Z39.50 и система обслуживания «Одно окно» введены в эксплуатацию в системах автоматизации ЦНБ и корпоративной каталогизации на базе НББ.

Автоматизированная система информационного обеспечения научно-технической деятельности НАН Беларуси (АСИО НТД) [6] используется для принятия эффективных управленческих решений в условиях динамичного развития рыночной экономики, отражает основные результаты научно-технической деятельности НАН Беларуси и обеспечивает удаленный сетевой доступ к базе данных о результатах ее научно-технической деятельности (рис. 3).

Автоматизированная система информационного обеспечения инновационной деятельности на национальном рынке

сельскохозяйственного сырья и продовольствия (АСИО ПБ) [7] предназначена для информационного обеспечения мониторинга, прогноза и стратегии инновационного развития национального продовольственного рынка (сельскохозяйственного сырья и продовольствия), обеспечивает ведение базы данных научно-технических разработок и инновационных проектов в сфере обеспечения продовольственной безопасности, предоставление удаленного сетевого доступа к ней органам государственного управления, физическим лицам и корреспондентам по сбору научно-технической информации (рис. 4). Введена в эксплуатацию в Институте системных исследований в АПК НАН Беларуси и используется при разработке механизма формирования системы безопасности в продовольственной сфере, программ и прогнозов социально-экономического развития Беларуси.

Автоматизированная система научно-информационных ресурсов в области экологии, окружающей среды и природопользования (АСИО ЭКООСП) [8] применяется для формирования единой информационной базы по экологии, охране окружающей среды и природопользованию, обеспечивает удаленный интернет-доступ пользователей к базе экологической информации, справочное обслуживание пользователей в режиме поиска по разовым запросам и избирательного распространения сведений по профилям интересов пользователей (направлениям деятельности) (рис. 5). Функционирует в Центральной научной библиотеке НАН Беларуси.



Рис. 3. Главная страница АСИО НТД (<http://www.asio.basnet.by>)



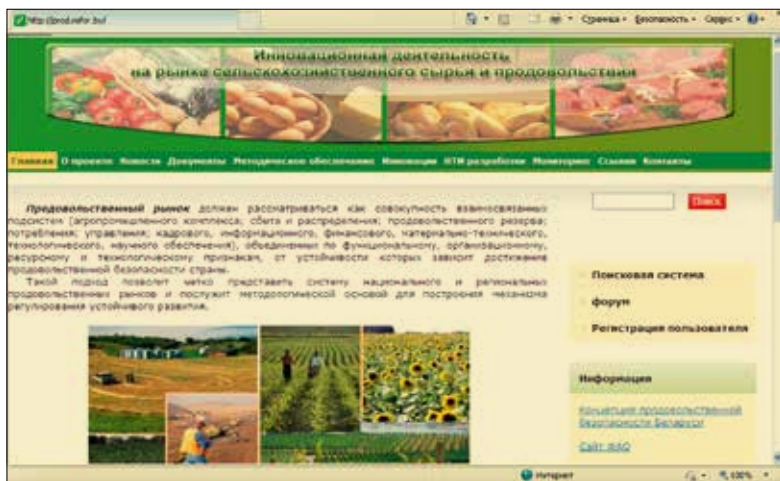


Рис. 4. Главная страница АСИО ПБ (<http://www.prod.refor.by>)

База данных этой системы рассматривается как автоматизированное средство, обеспечивающее хранение, накопление и поиск библиографических описаний об изданиях, находящихся в фондах библиотек республики.

Автоматизированная система информационного обеспечения инновационной деятельности в сфере производства и сбыта сельскохозяйственного сырья и продовольствия в рамках Единого экономического пространства (АСИО ЕЭП) [9] предназначена для создания интегрированной информационной среды с удаленным доступом по развитию направлений инновационной деятельности на общем аграрном рынке стран ЕЭП, обеспечения поддержки мониторинга и стратегии его развития, обмена научно-техническими новинками в сфере повышения эффективности производства и сбыта продукции государствами-участниками, взаимодействия

с международными организациями в сфере продовольственной безопасности.

В качестве информационного обеспечения инновационной деятельности в сфере производства и сбыта сельскохозяйственного сырья и продовольствия в рамках ЕЭП используются научно-технические и методические материалы, разработанные по данной тематике в Институте системных исследований в АПК, а также согласованные на уровне государственных участников методики оценки сбалансированности продуктовых рынков и продовольственной безопасности (рис. 6). Внедрение системы позволит стабилизировать национальный продовольственный рынок, улучшить качество сырья и конечной продукции, оптимизировать экспортно-импортные потоки, создать условия для увеличения поступления валютных средств в республику.

Автоматизированная система накопления и обработки научной информации в области культурного наследия Беларуси [10] предназначена для информационного обеспечения научных исследований в области белорусской истории и культуры, создания интегрированной информационной среды с возможностью удаленного доступа для ученых, работников культуры, образования, СМИ. В качестве основных источников данных используются материалы и документы Центра исследований белорусской культуры языка и литературы НАН Беларуси и Института истории НАН Беларуси (рис. 7).

В результате выполнения работ по развитию ГСНТИ сформирован значительный научно-технический потенциал и проявились тенденции преодоления межведомственной разобщенности. Постепенно формируется единое национальное научно-информационное пространство за счет внедрения новейших телематических приложений, создания новых и усовершенствования существующих информационных ресурсов и баз данных, повышения эффективности использования НТИ. Посредством интеграции в международную научно-образовательную сеть GEANT улучшился международный информационный обмен.

Однако необходимо совершенствовать ГСНТИ как совокупность информационных центров, библиотек и организаций, специализирующихся на сборе и обработке научно-технической информации и взаимодействующих между собой, особенно на отраслевом



20 Рис. 5. Главная страница АСИО ЭКООСП (<http://libcat.bas-net.by/ecology/>)

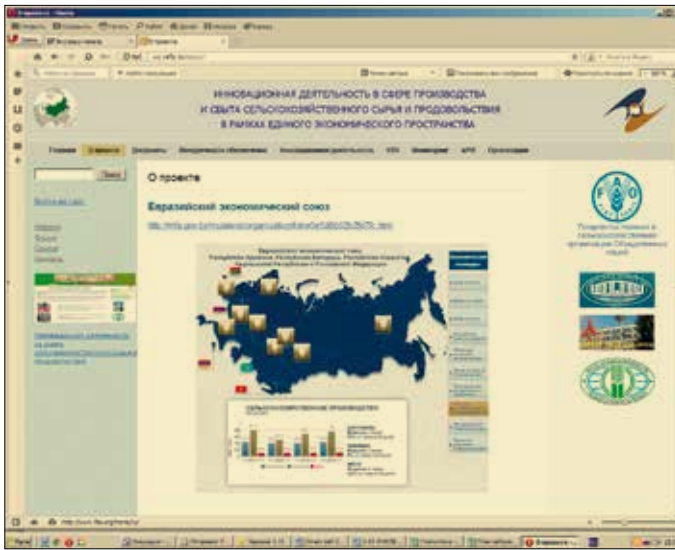


Рис. 6. Доступ к ресурсам АСИО ЭП (<http://eep.refor.by>)



Рис. 7. Главная страница системы «Культурное наследие Беларуси» (<http://spadchyna.basnet.by:8080/>)

и региональном уровнях. Актуальна задача учреждения служб НТИ и патентных служб на предприятиях. Созданные информационные ресурсы используются органами государственного управления, организациями и предприятиями в основном в целях собственного отраслевого развития.

Отличительной особенностью решения классических задач организации информационных ресурсов и доступа к ним в современных условиях является наступление эры электронных (цифровых) документов.

Стираются границы между традиционными и электронными изданиями, между публикуемыми и непубликуемыми документами, при этом последние становятся информационной базой сетевого мира. Традиционные рыночные механизмы, эффективные в сферах экономики (производства, услуг и торговли), оказались неработоспособными в сфере НТИ, так как коммерческий принцип функционирования научно-издательских и информационных организаций стал тормозом экономики знаний.

В связи с необходимостью перехода страны на инновационный путь развития в реальном секторе экономики актуально дальнейшее совершенствование государственной научно-технической политики в сфере ГСНТИ. Одним из решений может быть создание систем электронных публикаций и открытых электронных архивов, в которых сами авторы будут заботиться о соблюдении прав интеллектуальной собственности. ■

Литература

1. Григянец Р. Б. Корпоративные библиотечные информационные системы и технологии в Республике Беларусь // Вестник связи. 2008. №6. С. 28–32.
2. Григянец Р. Б. Развитие корпоративных библиотечно-информационных систем и технологий в Национальной академии наук Беларуси // Развитие информатизации и государственной системы научно-технической информации (РИНТИ-2011): доклады X Междунар. конф. – Мн., 2011. С. 302–308.
3. Григянец Р. Б. Сервер и средства доступа к информационным ресурсам по протоколу Z39.50 в системе библиотечной автоматизации НАН Беларуси // Библиотеки и информационные ресурсы в современном мире науки, культуры, образования и бизнеса: материалы 17-й Междунар. конф. «Крым-2010». – М., 2010.
4. Григянец Р. Б. Портал доступа к библиотечным информационным ресурсам по протоколу Z39.50 // Развитие информатизации и государственной системы научно-технической информации (РИНТИ-2010): доклады IX Междунар. конф. – Мн., 2010. – С. 269–272.
5. Портал доступа к серверам Z39 // <http://libcat.bas-net.by:9004/zdist/>.
6. Григянец Р. Б. Формирование информационного интернет-ресурса о результатах научно-технической деятельности НАН Беларуси // Развитие информатизации и государственной системы научно-технической информации (РИНТИ-2012): доклады XI Междунар. конф. – Мн., 2012. С. 282–286.
7. Ильина З. М. Концептуальная модель информационного обеспечения инновационной деятельности на национальном рынке сельскохозяйственного сырья и продовольствия // Развитие информатизации и государственной системы научно-технической информации (РИНТИ-2012): доклады XI Междунар. конф. – Мн., 2012. С. 287–292.
8. Лаужель Г. О. Автоматизированная информационная система в области экологии, охраны окружающей среды и природопользования // Развитие информатизации и государственной системы научно-технической информации (РИНТИ-2013): доклады XII междунар. конф. – Мн., 2013. С. 294–299.
9. Кондратенко С. А. Информационное обеспечение инновационной деятельности на рынке сельскохозяйственного сырья и продовольствия в рамках Единого экономического пространства // Развитие информатизации и государственной системы научно-технической информации (РИНТИ-2015): доклады XIV Междунар. конф. – Мн., 2015. С. 245–249.
10. Григянец Р. Б. Корпоративная система автоматизации библиотечных и информационных услуг на основе интернет-технологий // Материалы III Междунар. конгресса «Библиотека как феномен культуры: Чтение и информационная культура в современном обществе». – Мн., 2015. С. 118–124.

See: http://innosfera.by/2017/01/Scientific_Research

Ромуальд Григянец,
завлабораторией Объединенного института проблем информатики
НАН Беларуси, кандидат технических наук

Геннадий Лаужель,
научный сотрудник ОИПИ НАН Беларуси

Галина Мисякова,
ведущий научный сотрудник ОИПИ НАН Беларуси, кандидат технических наук

Елена Степанцова,
главный конструктор проекта ОИПИ НАН Беларуси



ТЕХНОЛОГИИ КОМПЬЮТЕРНОГО ИНЖИНИРИНГА



В ФОРМИРОВАНИИ ОСНОВ

ЦИФРОВОГО ПРОИЗВОДСТВА

УДК 658.7+658.78+517.272

Резюме. Работа посвящена обзору и демонстрации возможностей технологий компьютерного инжиниринга. Описаны тенденции развития наиболее популярных приложений программного обеспечения для проектирования и инженерного анализа. Показана особая значимость технологий компьютерного моделирования, отвечающих за стадии разработки новой продукции, приведены примеры их эффективного применения для решения промышленных задач.

Ключевые слова: цифровое производство, компьютерный инжиниринг, компьютерное моделирование, виртуальные испытания, CAD, CAE, PLM.



Сергей Поддубко,

генеральный директор Объединенного института машиностроения НАН Беларуси, кандидат технических наук



Алексей Шмелев,

директор Республиканского компьютерного центра машиностроительного профиля Объединенного института машиностроения НАН Беларуси, кандидат технических наук

Тема цифрового производства все чаще становится предметом обсуждения специалистов автомобильной отрасли как наиболее динамично развивающейся и применяющей современные технологии и подходы. Одни определяют его как ряд процессов, способных охватить весь производственный и жизненный цикл, начиная с самых ранних работ по разработке дизайна продукта с использованием виртуального моделирования, прототипирования и моделирования, включая автоматизацию производства и сборки, а также эксплуатации. Другие считают, что цифровое производство – это использование новых технологий, таких как анализ данных, облачные сервисы и Интернет вещей, с целью объединения виртуального и реального мира [1]. Отечественные работы описывают цифровое производство как концепцию технологической подготовки производства в единой виртуальной среде с помощью инструментов планирования, проверки и моделирования производственных процессов [2]. Ряд других источников цифровое производство рассматривают как:

- результат воплощения стратегии управления жизненным циклом (Product Lifecycle Management, PLM) изделия, позволяющей в разы снижать время и стоимость разработки, а также вывода на рынок новых продуктов [3];

- способ предоставить инженерам средства для планирования, разработки, численного моделирования и передачи технологических процессов, реализованные в виде комплекта программ для поддержки конструкторско-технологической подготовки производства [4];
- интегрированную среду PLM-решений, направленных на моделирование производственных процессов, на основе возможностей трехмерной визуализации, аналитики и различных инструментов взаимодействия с целью создания продукции и производственного процесса одновременно [5].

Обобщая все эти определения, можно сказать, что цифровое производство – это способ организации высокоэффективного производства на основе комплексного применения высокоинтегрированных компьютерных технологий автоматизации, моделирования и обработки информации на всех стадиях планирования, разработки, изготовления, обеспечения качества, эксплуатации вплоть до утилизации, то есть в течение всего жизненного цикла изделия. Его ключевой особенностью является обмен информацией между всеми стадиями процесса, организованный исключительно в цифровом виде, а основным преимуществом – минимизация материальных издержек и времени вывода на рынок новой, индивидуализированной (персона-ориентированной) продукции.

Процесс формирования цифрового производства можно представить двумя составными частями: глобальные технологии и перспективные направления его развития; и технологии, лежащие в основе его создания. Среди последних одну из ключевых ролей играют технологии компьютерного инжиниринга.

Современные основы цифрового производства

Исследования известной консалтинговой компании Маккинзи показывают, что порядка 80% стоимости продукта формируется на стадии его разработки [6]. В связи с чем ведущие производители вкладывают в НИОКР до 30% своей выручки [7].

Анализ процессов формирования цифрового производства в рамках инициативы Промышленность 4.0, созданной немецким правительством для ускорения формирования в Германии новой экономики, проведенный компанией «Делойт» показал, что именно технологии,

связанные с выполнением НИОКР, претерпят значительные изменения и внесут наибольший вклад в формирование производства будущего [8].

За разработку и выпуск продукции с использованием интегрированных решений систем автоматизации отвечают PLM-технологии управления жизненным циклом изделия. В рамках данной концепции основные функции выполнения НИОКР определены за CAD/CAE-системами. При этом CAD-система отвечает за конструирование и дизайн, а CAE – за расчеты и инженерный анализ. И если первая наиболее проработана, то вторая находится в фазе активного развития. Комплекс CAD/CAE, а также другие компьютерные средства и технологии называют технологиями компьютерного инжиниринга [7].

Учитывая особую значимость и трудоемкость стадии НИОКР, приведем сложившиеся на сегодня компоненты CAE-системы, отвечающей за исследовательскую часть. К ее базовым элементам в традиционном машиностроении относятся следующие технологии и средства:

- FEA (Final Element Analysis – конечно-элементный анализ; КЭ анализ) – расчеты и исследования в области механики деформируемого твердого тела, теплообмена, газо- и гидродинамики, электродинамики;
- CFD (Computational Fluid Dynamics – вычислительная гидродинамика) – расчеты и исследования в области газо- и гидродинамики;
- MBD (MultiBody Dynamics – динамика многокомпонентных систем) – решение задач механики многокомпонентных систем;
- SE (Systems Engineering – разработка систем) – моделирование, исследование и оптимизация различного рода систем (алгоритмов и законов управления ими) от простейших до многоуровневых, сочетающих компоненты из различных физических областей, включая системы управления.

Все они развиваются и интегрируются между собой, дополняются системами подготовки исходных данных, анализа результатов и т.п. В качестве примера можно назвать следующие направления:

- расчеты показателей напряженно-деформированного состояния;
- оценка работоспособности по критериям усталости, износа, устойчивости и т.п.;
- гидрогазодинамика;
- многокритериальная, параметрическая, топологическая оптимизация;
- математические вычисления, анализ и обработка сигналов;



Рис. 1. Данные по применению инженерного программного обеспечения российскими предприятиями [7]

- моделирование быстропротекающих динамических процессов (краш-тесты);
- акустика и виброакустика;
- оценка надежности систем;
- электронные библиотеки материалов и др.

Свое дальнейшее развитие получили технологии и средства, предназначенные для решения узкоспециализированных задач: моделирование конкретных технологических процессов, таких как сварка, штамповка, литье и т.п., работы определенных агрегатов и систем – двигателя внутреннего сгорания, трансмиссии и пр.

Результат интеграции CAD/CAE-систем мы видим, с одной стороны, в наличии у крупных CAD-систем встроенных CAE-модулей, с другой – у тяжелых CAE-систем – встроенных CAD-модулей. В последнее время происходит еще более сложная интеграция тяжелых CAD/CAE-систем.

По данным аналитической компании «Симдата», технологии компьютерного моделирования – одни из наиболее быстро растущих компонент PLM [9]. При этом продолжается формирование комплексных PLM-решений, в том числе в области инженерного анализа. Подтверждением данного факта служит заключение, сделанное «Симдата», о том, что в краткой и среднесрочной перспективе ни один поставщик программного обеспечения PLM не будет в состоянии обеспечить все необходимые для предприятия функциональные инновационные

возможности [10]. Таким образом, разработчики платформ моделирования должны иметь открытую стратегию партнерства с имеющимися на рынке сторонними компонентами PLM-систем: средствами инженерных расчетов и моделирования. Об их высокой распространенности и значимости свидетельствуют также данные опроса российских компаний [7]. Потребление программных средств группы CAD/CAE составляет 57% от общего объема респондентов (рис. 1). При этом расчеты по исследованию прочности, тепловых процессов и гидрогазодинамики являются основным типом решаемых инженерных задач. На их долю приходится 76%.

Особый интерес вызывает оценка эффективности применения программного обеспечения компьютерного инжиниринга. Данные исследований указывают на возможность сокращения цикла разработки от 14 до 30%, стоимости – на 11–23%, времени внедрения инженерных решений – на 9–18% [7]. Во-первых, это свидетельствует о том, что даже средний уровень владения технологиями позволяет существенно оптимизировать производственные процессы. Во-вторых, очевидна возможность двукратного превышения средних показателей при наличии высококвалифицированных специалистов, что, безусловно, должно отразиться на программах подготовки инженерных кадров предприятий, а также учитываться руководителями исследовательских подразделений при их подборе.

Технологии компьютерного инжиниринга Объединенного института машиностроения НАН Беларуси

Функции по разработке, развитию и прикладному применению технологий и методов компьютерного инжиниринга в Объединенном институте машиностроения НАН Беларуси возложены на Республиканский компьютерный центр машиностроительного профиля (РКЦМП). В 2015 г. на его базе создан кластер, обеспечивающий взаимодействие и передачу технологий научно-техническим центрам предприятий. Основная его функция – совершенствование процесса разработки и участие (включая передачу передового опыта на предприятия) в создании инновационной, конкурентоспособной и импортозамещающей машиностроительной продукции широкого назначения. Центр

решает эту задачу, используя комплексные компьютерные технологии по принципу «одного окна» – начиная от промышленного дизайна, расчетов, компьютерного моделирования, проектирования, экспериментальных исследований и заканчивая сопровождением производства разрабатываемого объекта – от мобильной машины, подъемно-транспортного оборудования в целом до их компонентов, запасных частей и комплектующих.

Приведем некоторые наиболее значимые примеры применения компьютерных технологий при решении прикладных машиностроительных задач, выполненных в центре.

По направлению промышленного дизайна и конструирования специалисты РКЦМП взаимодействуют с минским предприятием «Белкоммунмаш». Ими выполнена модернизация троллейбуса третьего поколения, создан дизайн экстерьера и интерьера рабочего места водителя трамвая 843-й модели. Продолжением сотрудничества стала работа над трамваем 853-й модели, которая выполнялась с участием швейцарской компании «Штадлер». Специалистами центра были предложены уникальные решения по эргономике, дизайну интерьера рабочего места водителя и экстерьера трамвая, а также комплекс решений по безопасности. Все разработки велись с применением средств компьютерного моделирования.

При проработке эргономики и дизайна, выборе комплектующих (приборов, индикаторов, элементов управления и пр.) решались и конструкторские задачи по увязке и креплению панелей на каркасе, за проектирование которого отвечали швейцарские партнеры. Их успешному завершению способствовало выполнение работ исключительно в цифровом формате, что позволяло оперативно обмениваться информацией, анализировать различные варианты и выбирать из них наиболее эффективные и технологичные.

Результатом сотрудничества стали подготовленные трехмерные компьютерные модели всех панелей интерьера и экстерьера, полный перечень материалов, комплектующих и кодов цветов по таблице RAL. Все это позволило в короткие сроки изготовить необходимые конструктивные элементы

и представить в мае 2014 г. первый опытный образец трамвая (рис. 2).

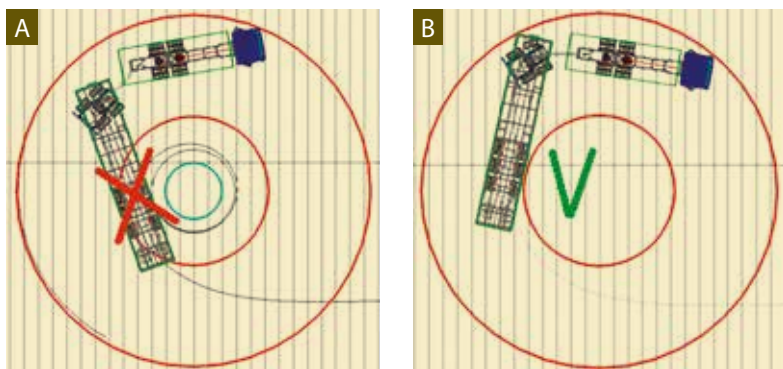
Уже в 2015 г. трамвай проходил различные сертификационные и эксплуатационные испытания в Российской Федерации, а летом прошлого года компания «Штадлер-Минск» выиграла тендер на поставку 23 транспортных средств в Санкт-Петербург [11].

Среди задач, стоящих перед автотранспортниками, – повышение эффективности магистральных перевозок. Наиболее целесообразным считается повышение длины автотранспортного средства, что позволяет увеличить его грузоподъемность до 45% [12]. В ЕС набирает популярность «Европейская модульная система» (EMS), согласно которой максимальная длина автопоезда может составлять 25,25 м при допустимой сегодня 18,75 м (в СНГ – 20 м). Суть в комбинировании существующих базовых модулей, таких как тягачи, полуприцепы, прицепы с центральными осями и подкатные тележки. Применение удлиненных автопоездов в Швеции, Финляндии и Нидерландах позволило снизить расход топлива и вредных выбросов на 15%, эксплуатационные расходы на 23% и сократить количество поездок на 32% [13]. Вместе с тем обозначился новый уровень проблем – обеспечение безопасности, маневренности, устойчивости и управляемости.

Сотрудники РКЦМП совместно со специалистами Минского автомобильного завода изучают возможность удлинения отечественных автопоездов до максимальной величины – 25,25 м.



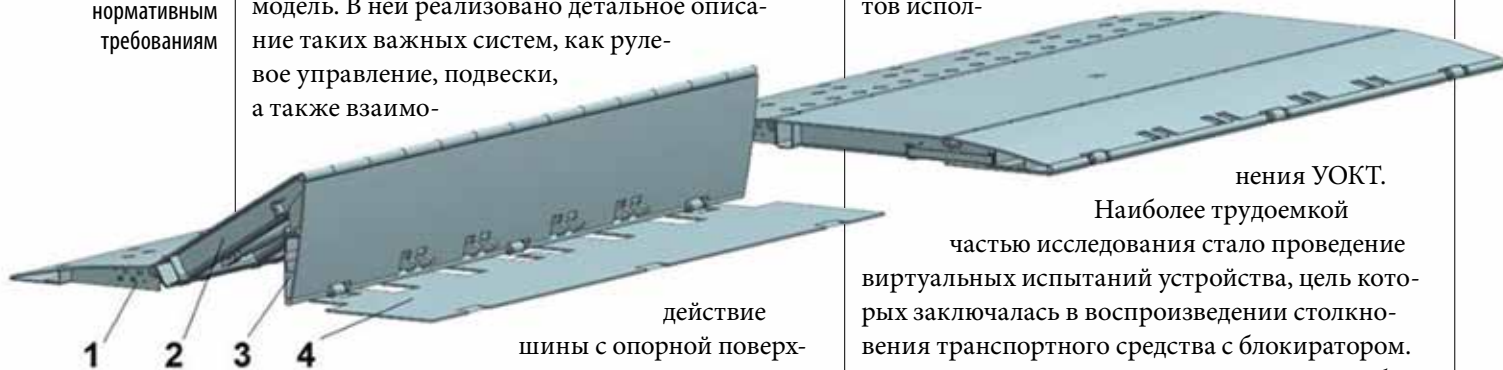
Рис. 2. Первый натурный образец трамвая «Метелица»



А – не удовлетворяет; В – удовлетворяет нормативным требованиям

Рис. 3. Виртуальные испытания автопоезда длиной 25,25 м по оценке соответствия нормативным требованиям

С целью оценки влияния различных конструктивных параметров систем на кинематические и динамические характеристики автопоезда и последующего обоснования их значений разработана его компьютерная динамическая модель. В ней реализовано детальное описание таких важных систем, как рулевое управление, подвески, а также взаимо-

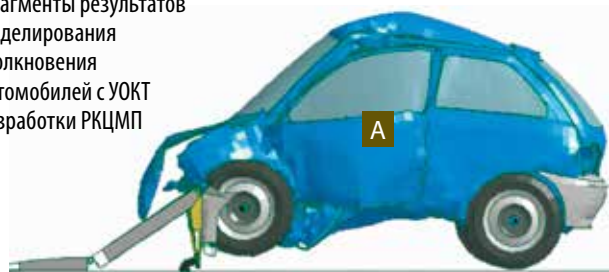


- 1 – неподвижный пандус,
- 2 – подъемная платформа,
- 3 – подвижный пандус,
- 4 – основание с крюками

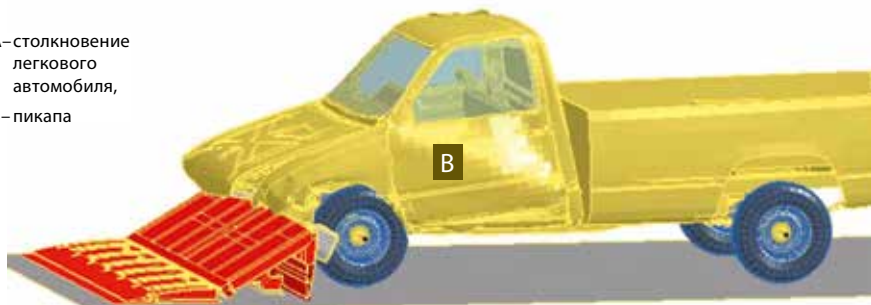
Рис. 4. Дорожный блокиратор, разработанный РКЦМП

При проектировании автопоезда осуществлен подбор параметров рулевого управления прицепной тележки, обеспечивающих вписывание состава в регламентируемый коридор с нормируемыми значениями внутреннего и внешнего радиуса, равными 5,3 и 12,5 м соответственно. На рис. 3 приведены результаты моделирования, полученные при виртуальных испытаниях маневренности автопоезда. Проведенные экспериментальные исследования опытного образца автопоезда подтвердили результаты виртуальных испытаний.

Рис. 5. Фрагменты результатов моделирования столкновения автомобилей с УОКТ разработки РКЦМП



А – столкновение легкового автомобиля, В – пикапа



По заказу гомельской компании «САНТЭКС» специалистами РКЦМП разработаны устройства остановки колесного транспорта (УОКТ). Речь идет о дорожных блокираторах, предназначенных для предотвращения несанкционированного доступа транспорта на охраняемые объекты. В результате проделанной работы сотрудниками центра было предложено новое, не имеющее аналогов решение (рис. 4). На данную конструкцию получены охранные документы – патент на изобретение и три (один российский и два белорусских) – на промышленный образец.

Определение конструктивных параметров устройства и материалов, обеспечивающих требуемые прочностные характеристики, выполнялось на основе комплексного моделирования различных нагрузочных режимов и вариантов испол-

нения УОКТ. Наиболее трудоемкой частью исследования стало проведение виртуальных испытаний устройства, цель которых заключалась в воспроизведении столкновения транспортного средства с блокиратором. Моделировалось разрушение систем автомобиля и определялись наиболее нагруженные элементы конструкции с оценкой степени их повреждения.

На начальной стадии в качестве компьютерных моделей испытуемых транспортных средств использовались готовые модели автомобилей, разработанные американскими учеными [14, 15]. На рис. 5 приведены результаты моделирования столкновения легкового автомобиля массой 900 кг, движущегося на скорости 90 км/ч, и пикапа массой 2 т, на скорости 60 км/ч.

Особый интерес для поиска решений по усилению конструкции представляли результаты анализа столкновения с устройством капотного

тягача массой 20 т, движущегося со скоростью 60 км/ч. На рис. 6 приведены фрагменты результатов моделирования для первоначального и усиленного вариантов УОКТ.

В ходе расчетов были установлены особенности процесса столкновения различных автомобилей с создаваемым УОКТ, определены его наиболее нагруженные зоны, что позволило внести существенные изменения в его конструкцию.

Вторая стадия работ состояла из разработки и согласования с заказчиком программы-методики проведения натурных испытаний. Были выбраны автомобиль КАМАЗ-5511, груз, место и условия испытаний. Для уточнения особенностей взаимодействия данного транспортного средства с УОКТ была создана упрощенная расчетная модель (рис. 7). По результатам моделирования в конструкцию блокиратора были внесены определенные изменения. После подтверждения обеспечения требуемых свойств комплект чертежей был передан заказчику для изготовления в металле первого образца изделия. Натурный эксперимент по оценке заложенных характеристик прошел на российском автополигоне Государственного научного центра Российской Федерации «НАМИ» (г. Дмитров) и полностью повторил результаты виртуальных тестов.

По итогам исследований были также развиты научные основы моделирования быстропротекающих динамических процессов пластического деформирования и разрушения металлических несущих конструкций.

Специалисты РКЦМП отслеживают изменения в области новых методов и средств компьютерного моделирования, занимаются освоением наиболее перспективных и эффективных технологий. Так, в тесном взаимодействии с сотрудниками НТЦ УГК «БЕЛАЗ» ведется разработка расчетной методики минимизации веса несущих конструкций карьерных самосвалов на основе средств и методов топологической оптимизации. В качестве объекта исследований была взята конструкция балки передней оси карьерного самосвала. Согласно методике, на основе компоновочных данных либо других ограничений определяются внешние границы области, для которой проводится поиск оптимального распределения материала. В ней задаются зоны приложения граничных условий, кинематические ограничения, контактные пары, а также зоны приложения нагрузок для всех рассматриваемых режимов (рис. 8).

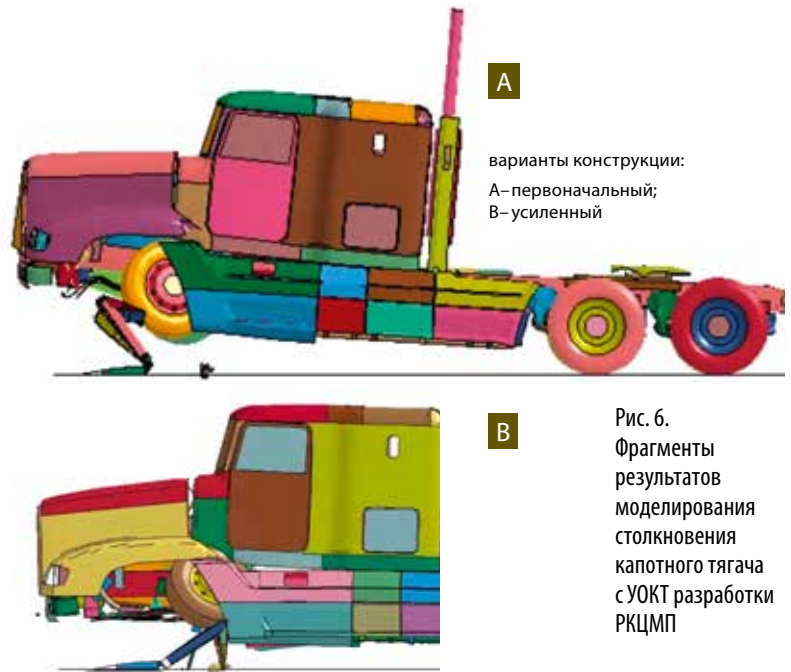


Рис. 6. Фрагменты результатов моделирования столкновения капотного тягача с УОКТ разработки РКЦМП



Рис. 7. Сопоставление результатов виртуального и натурального экспериментов по столкновению автомобиля-самосвала с УОКТ

Рис. 8. Расчетная модель для поиска оптимального решения с заданными нагрузочными режимами

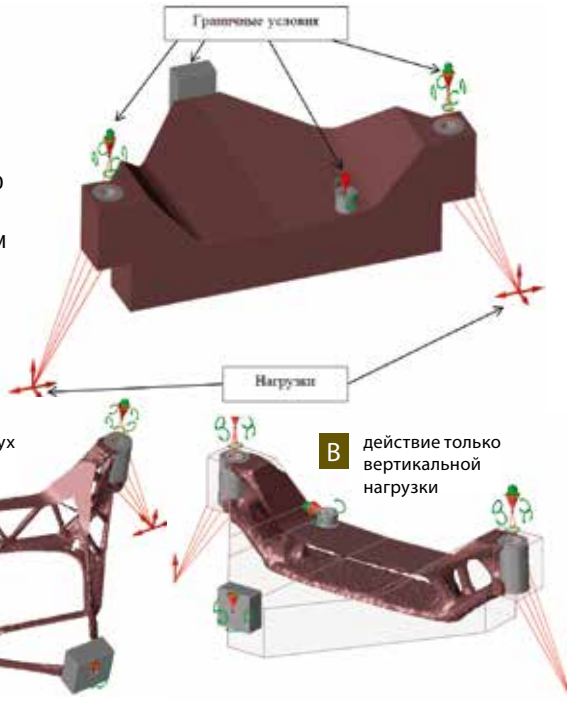


Рис. 9. Результаты топологической оптимизации для конструкции балки передней оси карьерного самосвала



А – картина распределения растягивающих напряжений;
В – компьютерная геометрическая модель балки с поворотными кулаками

Рис. 10. Конструкция балки передней оси карьерного самосвала, полученная в итоге конструкторско-технологической проработки результатов топологической оптимизации

Результаты топологической оптимизации для действия двух нагрузочных режимов, а также приложения только вертикальной нагрузки приведены на рис. 9.

Полученная в итоге топологической оптимизации геометрия несущей конструкции позволила обозначить альтернативные направления ее совершенствования для снижения материалоемкости при обеспечении функциональных требований. Анализ расчетных исследований показал, что при заданных нагрузочных режимах и граничных условиях возможно снижение веса конструкции до 20%. Полученная информация стала основой для дальнейшей конструкторско-технологической проработки изделия с учетом имеющихся

производственных возможностей по ее изготовлению. Представленный на рис. 10 вариант конструкции проработан с точки зрения как технологии изготовления, так и обеспечения работоспособности по критериям усталости для наиболее нагруженных элементов.

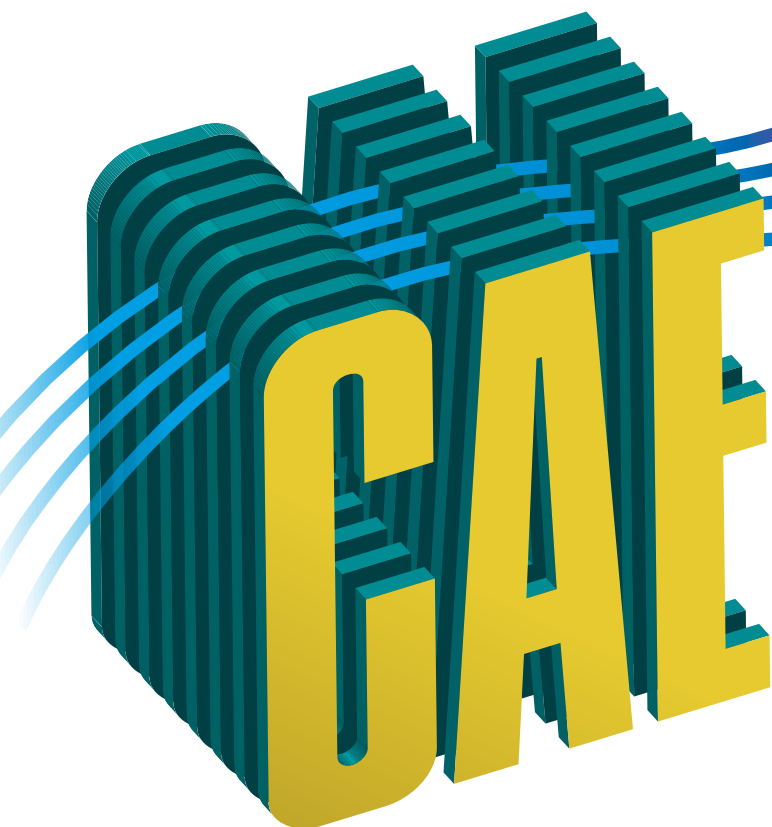
С учетом наиболее значимых глобальных направлений формирования цифрового производства отечественной промышленности уже сегодня необходимы эффективные планы и мероприятия по реализации и внедрению передовых информационных технологий. Их формирование невозможно без наличия на предприятиях действующих базовых средств и подходов для работы и управления цифровой информацией о разрабатываемом продукте, процессах его изготовления, эксплуатации, то есть без функционирующей PLM-системы. Примеры их применения на стадии НИОКР в Республиканском компьютерном центре машиностроительного профиля Объединенного института машиностроения полностью подтверждают их практическую значимость и эффективность. ■

Авторы выражают благодарность ООО «Лаборатория «Вычислительная механика» (Санкт-Петербург, Россия) за предоставленную тестовую версию программного обеспечения топологической оптимизации SolidThinking Inspire.

See: http://innosfera.by/2017/01/Computer_Engineering

Литература

- Beyond the Hype – Additive Manufacturing and 3D Printing Worldwide, A Summary of Terry Wholers' Thoughts // <http://www.totallyintegratedautomation.com/2015/08/digital-manufacturing>.
- Голдовский А. Цифровое производство – ключ к успеху // Автоматизация проектирования. 2009. №4. С. 54–56.
- Промышленность в «цифре» // Открытые системы. // <http://www.osp.ru/news/articles/2013/15/13035026>.
- Баекер М. Цифровые технологии улучшают принципы бережливого производства // САПР и графика. 2012. №7. С. 42–43.
- Digital Manufacturing (DM) // IDEAL PLM// <http://www.ideal.fi/en/products/manufacturing-process-management/>.
- The Power of Going Digital: Q&A With Siemens' Raj Batra // <https://www.mapi.net/blog/2016/04/power-going-digital-qa-siemens-raj-batra>.
- Высокотехнологичный компьютерный инжиниринг: обзор рынков и технологий. – СПб., 2014.
- Industrie 4.0 Challenges and solutions for the digital transformation and use of exponential technologies // <http://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ch/Documents/manufacturing/ch-en-manufacturing-industry-4-0-24102014.pdf>.
- Simulation & Analysis Governance. A Strategy to Advance the Value of S&A // <http://www.cimdata.com/en/news/item/1165-simulation-analysis-governance>.
- ANSYS17.0: An Innovation Platform to Achieve Simulation-Driven Product Development // <http://www.cimdata.com/en/news/item/5585-ansys-17-0-an-innovation-platform-to-achieve-simulation-driven-product-development-commentary>.
- «Штадлер Минск» поставит в Санкт-Петербург 23 трамвайных вагона // <http://www.belta.by/newscompany/view/shtadler-minsk-postavit-v-sankt-peterburg-23-tramvajnyh-vaгона-207379-2016/>.
- EMS Informal Platform Group // http://www.modularsystem.eu/en/european_modular_system.htm.
- Akerman I. European Modular System for Road Freight Transport – Experiences and Possibilities // Report. 2007. N2. Stockholm: TFK. – TransportForsk.
- FEM Models for Semitrailer Trucks // <http://thyme.ornl.gov/FHWA/TractorTrailer/index.cgi?model=1&navv=0>.
- National Crash Analysis Center. NCAC Finite Element Model Archive // <http://www.ncac.gwu.edu/vml/models.html>.



ПРОГРАММЫ ДЛЯ ЧИСЛЕННОГО РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ОБТЕКАНИЯ И ТЕПЛООБМЕНА

Появление компьютеров во второй половине XX в. вызвало революцию в различных отраслях науки и инженерии. Для гидродинамики цифровой техники это оказалось особенно важным, поскольку уравнения, определяющие течение жидкости и газов, весьма сложны. Существует лишь небольшое количество аналитических решений, например для тестирования алгоритмов вычислительной гидродинамики, позволяющих получить точный результат с помощью бумаги и ручки. Цифровые технологии позволили справляться с уравнениями Навье – Стокса, которые определяют течение вязкой сжимаемой жидкости (газа).

В конце 60-х – 70-х гг. было создано большое количество 2D- и 3D-кодов, построены трехмерные вычислительные модели гидродинамики [1], однако важна не только разработка самих методов, но и возможность использования их в различных областях науки и техники. Занимающиеся решением конкретных научных и инженерных задач специалисты зачастую не являются экспертами в вычислительной

математике и физике. Для них созданы программы CAE (Computer-aided engineering), их предшественники «NASTRAN» и «ANSYS» начали появляться в США в 1970-х гг. и использовались в основном для прочностных расчетов методом конечных элементов в аэрокосмической и военной областях. В 80-е гг. к ним присоединились «FLUENT», разработанная совместно Шеффилдским университетом и компанией Create Inc, и «COMSOL», созданная в шведском Королевском технологическом институте.

На данный момент наиболее популярными CFD-кодами являются программы «FLUENT» и «CFX», входящие в пакет «ANSYS» (рис. 1), «StarCCM+», «COMSOL», а также бесплатный пакет «OpenFOAM».

Процесс моделирования в CFD. Получение данных из CFD можно разделить на части: построение и дискретизация (построение сетки) геометрии, решение задачи, проверка и обработка результатов. Не будем останавливаться на построении геометрии, так как это прямо не относится к CFD, а сразу перейдем к дискретизации.

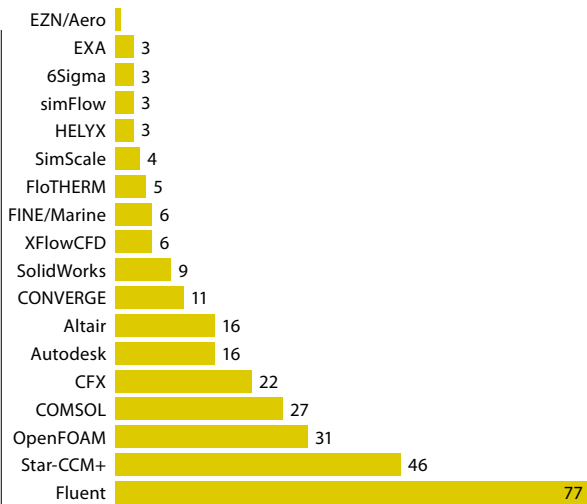
Построение сетки. От его качества зависит как скорость вычисления, так и корректность решения задачи. В «ANSYS» существует свой генератор сеток, а также есть возможность подключения сторонних генераторов.



Денис Морозов,
младший научный сотрудник лаборатории радиационной газовой динамики Института тепло- и массообмена имени А. В. Лыкова НАН Беларуси



Рис. 1. Популярность различных CFD-кодов среди пользователей [2]



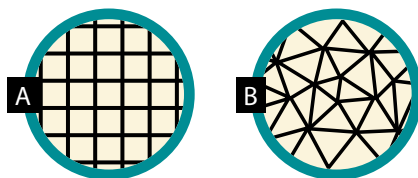
Основные свойства, которыми должна обладать сетка [3]:

- однозначное отображение;
- сгущение в тех областях, где возможно появление больших градиентов искомым функций;
- линии гладкие для обеспечения непрерывности производных;
- пересечение границ элементов сетки под углами, близкими к 90°;
- соотношение сторон элемента не слишком большое (в идеале близко к единице).

Если множество узлов расчетной сетки упорядоченно, она называется регулярной или структурированной. Ее использование (по сравнению с неструктурированной) позволяет, как правило, уменьшить продолжительность расчета и необходимый объем оперативной памяти компьютера (рис. 2).

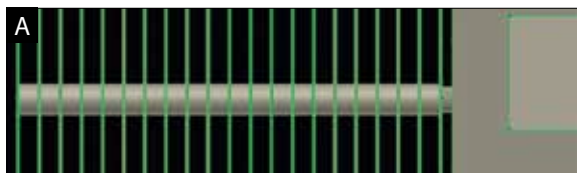
При выборе способа построения сеток нужно учитывать следующие факторы:

Рис. 2. Структурированная (А) и неструктурированная (В) сетки



- течения с сильными ударными волнами лучше решаются на структурированных, чем на неструктурированных сетках;
- программы, использующие регулярные сетки, проще, так как не требуют хранения и переработки информации о соседних ячейках, ребрах, гранях, необходимой при расчете на неструктурированных сетках;

Рис. 3. Геометрия (А) и срез (В) сетки для расчета теплообменника



- построение регулярных сеток для тел сложной геометрии весьма трудоемко; кроме того, возможно появление вырожденных ячеек, что существенно снижает точность;
- преимуществом неструктурированного подхода является гибкое построение, позволяющее точно отобразить геометрию расчетной области и сгенерировать сетку с меньшими затратами для областей сложной геометрии, главным образом пространственных конфигураций;
- адаптация сетки к решению задачи в случае неструктурированного подхода производится сравнительно проще, чем в случае регулярных методов построения.

Помимо этого следует учитывать ресурсы компьютеров, так как каждой ячейке соответствует достаточно большое количество параметров, использование слишком мелкой сетки легко может вызвать переполнение памяти.

На рис. 3 изображена сетка размером порядка 22 млн ячеек, что находится на границе возможности расчетов на современном персональном компьютере. Для уменьшения их количества в расчетной области зоны с большими градиентами температуры вблизи пластин и трубок теплообменника имели более подробную сетку.

Также необходимо, чтобы размер сетки был адекватен характерным длинам моделируемых физических процессов. На рис. 4 показаны «плохая» и «хорошая» сетки для описания течения в трубе. Отчетливо видно, что на графике (А) пограничный слой не разрешен.

Стадия непосредственного моделирования гидродинамики. Уравнение Навье – Стокса, сохранения массы и энергии, а также соотношение, связывающие давление с внутренней энергией и плотностью (уравнение состояния), определяют движение сплошной среды. Проблема, возникающая при его решении, – появление неустойчивости при больших числах Рейнольдса.

Один из важнейших вопросов вычислительной гидродинамики – учет турбулентности, процесса хаотических изменений скорости и давления в различных точках потока. Прямое моделирование турбулентности (DNS) используется редко и для ограниченного



набора модельных случаев в связи с его трудоемкостью. В случае DNS величина ячеек и время шага будут определяться колмогоровским масштабом. Это ограничение заставляет делать шаг слишком маленьким, а сетку – слишком мелкой для большинства практических задач. Однако для некоторых типов расчетов DNS благодаря своей универсальности применяется и сейчас.

Наиболее распространены модели с осредненными параметрами, характеризующими турбулентность (RANS-модели), среди них наиболее известна $k-\epsilon$. Первое ее упоминание связано с работой Харлоу – Накаяма 1968 г. В качестве характеризующих параметров используются массовая плотность (k) и скорость диссипации турбулентной энергии (ϵ). В классическом виде модель применима в первую очередь для течений с высоким числом Рейнольдса без больших продольных градиентов давления и вихревых течений. С некоторыми модификациями (RNG $k-\epsilon$ и Realizable $k-\epsilon$) ее удалось распространить для более широкого класса течений. Благодаря этим улучшениям она наиболее известна в инженерии.

Вторая по популярности – стандартная $k-\omega$ модель Уилкокса, достаточно хорошо учитывающая низкорейнольдсовые эффекты, влияние сжимаемости и развитие сдвиговых течений. В 1993 г. Менгер предложил объединить сильные стороны обеих в одну модель под названием «SST». Ее особенность заключается в том, что в пристеночной зоне она ведет себя как $k-\omega$, а вдали от стенки – как $k-\epsilon$.

Все приведенные выше образцы уже содержатся в пакете «FLUENT», что позволяет выбрать лучший вариант для каждого конкретного случая.

Граничные условия. Их определение – важная часть формулировки задачи. Наиболее часто встречаются на стенке (Fluent-wall), на входе и выходе (Inlet и Outlet), а также в симметрии (axis).

Общие требования к граничным условиям:

- вход и выход границы желательно расположить так, чтобы поток протекал по нормали к поверхности. Благодаря этому удастся добиться лучшей сходимости решения;
- следует избегать больших значений градиента в направлении по нормали к поверхности;
- скошенность ячеек возле границы должна быть минимизирована, так как ошибки, возникающие из-за нее, будут распространяться через всю расчетную область.

Следующий важный вопрос – выбор правильной теплофизической модели вещества. В случае течения жидкости или газа со скоростями намного меньше, чем скорость звука, с практически постоянной температурой следует использовать модель несжимаемой жидкости, позволяющей ввиду упрощения начальных уравнений ускорить процесс вычисления. Для сравнительно невысоких температур ($T < 700$ K) вполне подойдет модель идеального газа с постоянной теплоемкостью. Однако для более высоких необходимо учитывать температурные зависимости вязкости, теплопроводности и теплоемкости. Особенно это важно для расчетов процессов горения, где применение неправильной теплофизической модели может серьезно исказить результаты расчета. С другой стороны, использование сложных теплофизических моделей для невысоких температур избыточно и приводит

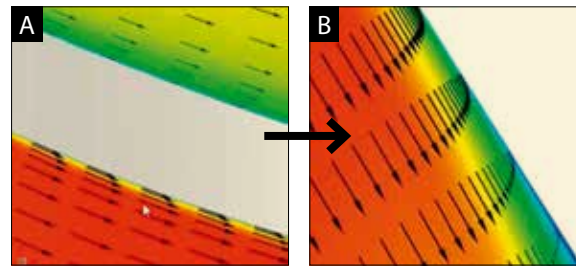


Рис. 4. Профили скорости в пограничном слое для разных сеток: **A** – профиль при «плохой» сетке **B** – профиль при «хорошей» сетке

только к замедлению расчета, а не к увеличению его точности. Одно из больших достоинств пакета «FLUENT» – наличие базы данных температурных зависимостей для различных веществ.

Приведем краткий обзор способов дискретизации, применяемых во «FLUENT»:

Central – при доминировании процессов диффузии. Предполагается, что конвекция отсутствует и переменные изменяются линейно от центра одной расчетной ячейки к центру следующей. При расчете задач конвективного теплообмена ошибка может быть уменьшена за счет подробной сетки. Эта схема рекомендуется для «LES»;

First order upwind – при преобладании конвекции и отсутствии отрывных течений. Для этой схемы предполагается, что значение переменной в каждой ячейке равно значению в ячейке, находящейся выше по потоку. Очень устойчива и предпочтительна в начале расчетов. Если решение частично сходится, то советуют переключаться на схемы более высокого порядка точности;

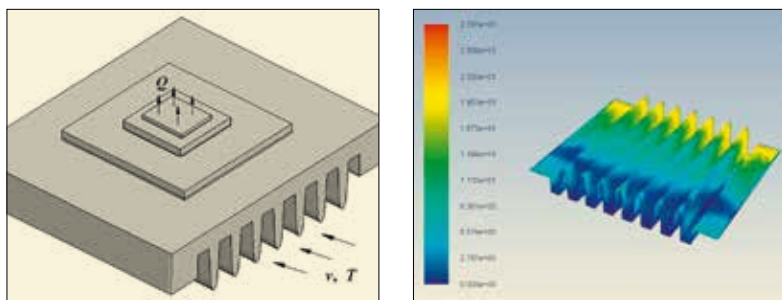


Рис. 5. Расчет теплообменника во «FLUENT»

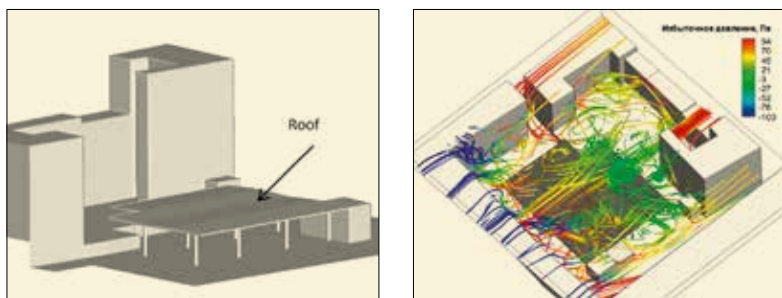


Рис. 6. Моделирование ветровых нагрузок на крышу здания

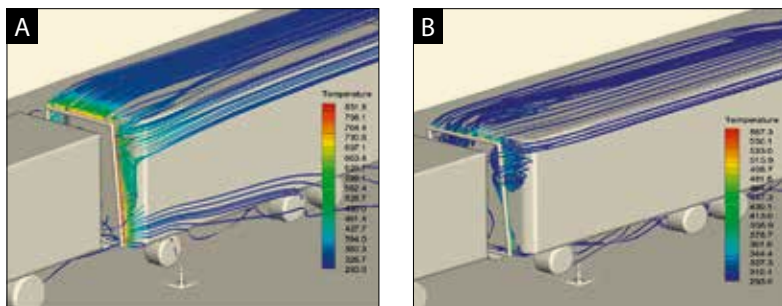


Рис. 7. Моделирование выдуваемых выхлопных газов для

A – газотурбинного

B – дизельного автопоезда

Second order upwind – для всего диапазона чисел Пекле. Вычисляет значение в ячейке из градиентов величин в ячейках выше по потоку и их окружения;

Power law – для среднего диапазона чисел Пекле. Рассчитывает значение каждой величины в ячейке из градиентов, представленных в виде степенной функции. Для высоких чисел Пекле получаемые результаты аналогичны схеме First order upwind;

QUICK – для всего диапазона чисел Пекле. Действие подобно Second order upwind, но работает только для quad- и hex-сеток.

Проверка и обработка результатов (пост-процессинг). Предыдущие две стадии завершаются получением большого количества информации, которые надо проверить на корректность и обработать. Данная задача достаточно нетривиальна из-за огромных объемов

данных в результате моделирования (от сотен Мб до десятков Гб). Первый шаг – их анализ с помощью упрощенной модели, для которой уже существует хорошо описанный эксперимент или решение. После этого можно приступить к непосредственной обработке данных.

Наиболее удобно получить представление о качественной структуре течения с помощью визуализации. Она позволяет буквально увидеть структуру и найти важные для последующего подробного анализа точки.

Приведем некоторые результаты моделирования теплообмена и обтекания, полученные в лаборатории турбулентности Института тепло- и массообмена имени А.В. Лыкова НАН Беларуси.

Компьютерное моделирование гидродинамики – важное звено в решении научно-технических задач, и одну из определяющих ролей в бурном развитии этой отрасли играет появление удобных САЕ-программ, предоставляющих большие возможности для моделирования широкого круга процессов. Из сугубо научных приложений они уже давно превратились в средство разработки моделирования конкретных устройств и экспериментальных установок. Однако относительная простота их использования не отменяет хорошего понимания физических моделей, реализованных в их программном коде. Знание их сильных и слабых сторон позволяет корректно применять численное моделирование на практике и не допускать при этом ошибок. ■

☞ See: http://innosfera.by/2017/01/task_simulation

Литература

1. Hess J. L., Smith A. M. / Calculation of Potential Flow About Arbitrary Bodies // Progress in Aerospace Sciences. N8. P. 1–138.
2. <https://www.quora.com/What-is-a-comparison-of-the-major-CFD-software-packages>.
3. <http://www.k204.ru/books/meshes.pdf>.



МЕТОДЫ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ для разработки новых лекарственных препаратов ПРОТИВ ВИЧ-1

В последнее десятилетие в процессе создания новых лекарственных препаратов возрастает роль методов компьютерного молекулярного моделирования, позволяющих значительно сократить сроки разработки лекарств и существенно уменьшить финансовые расходы [1]. С помощью этих методов нами были сконструированы трехмерные структуры мишени ВИЧ-1 – петли V3 белка gp120, ее потенциальные лиганды – «водорастворимые» аналоги гликолипида β -галактозилцерамида (β -GalCer), построены их структурные комплексы и проанализированы типы межмолекулярных взаимодействий, стабилизирующих комплексы, а также рассчитаны свободные энергии их образования. В результате были идентифицированы гликолипиды, которые могут рассматриваться как первоочередные кандидаты на роль ингибиторов проникновения ВИЧ-1 с широкой вирусной нейтрализацией для их последующего химического синтеза и тестирования на анти-ВИЧ активность.

ЭТАПЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ

I.

Конструирование трехмерных структур петли V3 белка gp120 ВИЧ-1. Методами гомологичного моделирования были построены корректные модели трехмерных структур петли V3 белка gp120 ВИЧ-1 для четырех различающихся по генетическим характеристикам штаммов ВИЧ-1 [2]. Согласно результатам тестирования программой «PROCHECK», во всех

рассматриваемых структурах преобладающее число аминокислотных остатков локализовано в энергетически благоприятных областях карты Рамачандрана, а их двугранные углы χ_1 принимают значения, удовлетворяющие данным библиотеки ротамеров боковых цепей [3].

В результате сравнительного анализа трехмерных структур петли V3 в пространстве декартовых координат атомов и двугранных углов было установлено, что, несмотря на генетическое разнообразие ВИЧ-1, V3-домен образует как минимум три консервативных элемента структуры, включающих функционально важные аминокислоты белка gp120, что объясняет ее

Вариант ВИЧ-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
N249-env-10	C	T	R	P	N	N	N	T	R	K	G	I	H	M	G	P	G	K	A	F	Y	T	T	G	D	I	I	G	D	I	R	Q	A	H	C
Moc-Det-Mn-10	C	T	R	P	N	N	N	T	R	T	S	I	R	I	G	P	G	Q	T	F	Y	A	L	G	G	V	I	G	D	I	R	R	A	H	C
N304-env	C	T	R	P	N	N	N	T	R	T	S	I	R	I	G	P	G	Q	A	F	Y	A	T	G	G	V	I	G	E	P	R	K	A	H	C
Scab-env-10	C	T	R	P	Y	N	N	T	R	K	G	I	H	I	G	P	G	R	A	F	Y	A	T	G	D	I	I	G	D	I	R	Q	A	H	C

Рис. 1. Аминокислотные последовательности петли V3 для вариантов N249-env-10, Moc-Det-Mn-10, N304-env и Scab-env-10 ВИЧ-1 (выделены консервативные остатки петли V3)

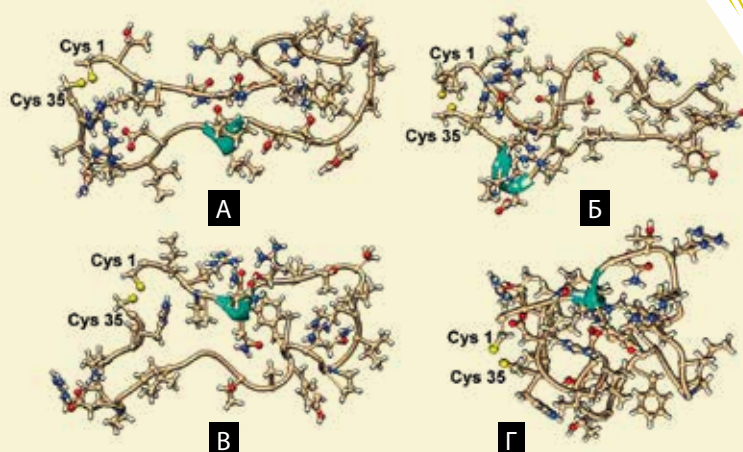
важную роль в процессе проникновения вируса в клетку-мишень. Эти инвариантные элементы структуры петли V3 ВИЧ-1 представляют собой слабые звенья в системе защиты вируса и поэтому могут рассматриваться как универсальные мишени для создания эффективных лекарственных препаратов с широким диапазоном нейтрализующего действия [4].

Расчеты проводили в два этапа. На первом шаге вычислений применялись методы гомологичного моделирования. Нуклеотидные последовательности области гена *env*, соответствующей петле V3 белка gp120, для выбранных модификаций ВИЧ-1 были предоставлены завлабораторией диагностики ВИЧ и сопутствующих инфекций РНПЦ эпидемиологии и микробиологии В.Ф. Ереминым. Их трансформировали в аминокислотные последовательности (рис. 1) с помощью программы «BioEdit» (версия 7.0.9) [5]. При этом трехмерные структуры петли V3, установленные ранее с помощью спектроскопии ЯМР [6]

и рентгеноструктурного анализа [7], представляли в расчетах шаблон, а ее первичные структуры – цель. Во всех случаях шаблон включал пять экспериментальных структур. Гомологичное моделирование выполнялось с помощью компьютерной программы «MODELLER9.6» [8]. В процессе расчетов налагались ограничения на геометрию дисульфидного мостика между консервативными остатками «Cys-1» и «Cys-35» [9]. Для каждой пары шаблон/цель моделировался набор структур, включающий 100 моделей, качество которых оценивалось с помощью статистического потенциала DOPE, входящего в состав программного пакета «MODELLER» [10]. На втором этапе расчетов из каждого набора отбирались лучшие по значению оценочной функции структуры, подвергшиеся двухстадийной процедуре имитационного отжига в силовом поле «Amber» (набор параметров ff03) с использованием пакета «Amber 10» [11]. Первую стадию расчетов проводили в приближении вакуума, вторую – в неявном растворителе; остальные параметры в обоих случаях задавали одинаковыми. В процессе отжига структура нагревалась до температуры 1000 К в течение 550 пс, после чего осуществлялся расчет молекулярно-динамической траектории длительностью 100 пс в изотермических условиях. Далее структура постепенно охлаждалась до 0 К за 800 пс; при этом общее время отжига составляло 1450 пс. Для численного решения уравнений движения использовалась стандартная схема интегрирования «leapfrog» с шагом 0,5 пс на этапах нагрева и высокотемпературной динамики; на стадии охлаждения системы этот параметр равнялся 1 фс. Контроль температуры осуществлялся с помощью термостата Ланжевена с частотой столкновений 10 (пс)^{-1} [11].

Полученные методом имитации теплового отжига структуры с наименьшими значениями энергии

Рис. 2. Трехмерные структуры петли V3 для вариантов ВИЧ-1: А – N249-env-10, Б – Moc-Det-Mn-10, В – N304-env, Г – Scab-env-10



рассматривались в качестве наиболее вероятных статических трехмерных моделей петли V3 для соответствующих вариантов ВИЧ-1, а остальные четыре структуры использовались на завершающей стадии анализа для исследования конформационной подвижности третьего переменного домена белка gp120.

Для оценки качества построенных моделей привлекался программный комплекс «PROCHECK».

Данные о двугранных углах ϕ , ψ аминокислотных остатков в оптимизированных моделях петли V3 использовались для определения элементов вторичной структуры. При идентификации β -изгибов применяли классификацию Хатчинсона и Торнтон [12], а также информацию о специфических межатомных расстояниях $C^{\alpha} \dots C^{\alpha}_{i+3}$, вычисленных из координат атомов расчетных структур.

В качестве меры подобия трехмерных структур применялись среднеквадратичные отклонения (RMSD) декартовых координат атомов (cRMSD), а для оценки их локального сходства в геометрическом пространстве двугранных углов использовались величины RMSD между соответствующими углами (aRMSD) [13]. Молекулярно-динамические (МД) расчеты осуществлялись в пакете «Amber 10» [11] с использованием силового поля «Amber» (набор параметров ff03). В качестве начального приближения привлекались статические трехмерные структуры петли V3, построенные для модификаций N304-env, N249-env-10, Scab-env-10 и Мос-Det-Mn-10 ВИЧ-1 методами гомологичного моделирования и имитации теплового отжига (рис. 2). Стартовые структуры помещались в ячейку с формой усеченного октаэдра так, чтобы наименьшее расстояние между ее гранями и атомами петли V3 превосходило 10 Å. Модель воды TIP3P [14] использовалась для явного задания свойств растворителя, на который накладывали периодические граничные условия. Перед проведением МД расчетов исходная молекулярная система, состоящая из петли V3 и молекул воды, подвергалась двухстадийной процедуре минимизации энергии, заключающейся в последовательном применении 500 шагов метода градиентного спуска и 500 шагов метода сопряженных градиентов. На первом этапе расчетов осуществлялся нагрев системы от 0 до 300 К во временном интервале 1 нс при постоянном объеме ячейки. Следующий шаг – в течение 1 нс уравнивалось давление в системе, установленное на значении 1 атм посредством динамического

изменения размеров ячейки согласно схеме Берендсена и соавт. [15] с характерной частотой $2,0 \text{ (пс)}^{-1}$.

На этапах нагрева и уравнивания давления накладывались дополнительные ограничения на положения атомов петли V3 в пространстве с помощью потенциала параболической формы с силовой постоянной, равной 1 и 0,5 ккал/моль. Далее эти ограничения снимались и система вновь подвергалась релаксации в течение 2 нс в изобарно-изотермических условиях. На заключительном этапе моделирования проводился расчет МД-траекторий длительностью 50 нс. Для контроля температуры использовали термостат Ланжевена [11] с частотой столкновений $2,0 \text{ (пс)}^{-1}$. Интегрирование уравнений движения Ньютона осуществлялось с помощью алгоритма «leapfrog» [11] с шагом интегрирования 2 фс. Для фиксации длин всех связей, в образовании которых участвуют атомы водорода, применялся алгоритм [16]. Максимальное расстояние, на котором учитывались невалентные взаимодействия, равнялись 8,0 Å. Расчеты выполнялись на суперкомпьютере «СКИФ-ОИПИ» ОИПИ НАН Беларуси [17].

III.

Конструирование пространственных структур производных β -GalCer и их комплексов с петлями V3. Методами квантовой химии были рассчитаны пространственные структуры 12 сконструированных аналогов β -GalCer, а затем с помощью процедуры молекулярного докинга построены их структурные комплексы с петлей V3 ВИЧ-1 [18, 19].

Для конструирования аналогов β -GalCer использовалась кристаллическая структура α -GalCer (код 1ZT4 в Международном банке белков [20]), которая модифицировалась с помощью методов молекулярного моделирования:

- α -D-галактозу преобразовывали в ее аномер β -D-галактозу;
- гидроксильную группу при четвертом атоме углерода 4-гидроксидигидросфингозина удаляли и заменяли одинарную связь $C_4 - C_5$ на двойную связь в транс-конформации.

Полученный таким образом β -GalCer привлекался в качестве стартовой модели для построения аналогов гликолипида, в которых осуществлялось замещение остатка жирной кислоты на остатки растворимых кислот,

разделенные на две группы в зависимости от наличия в их составе ароматических колец. Выбор заместителей остатка жирной кислоты β -GalCer проводился с целью усиления специфичности и эффективности связывания за счет возможного π -стэкинга ароматических фрагментов гликолипидов с консервативными остатками Pro-4, Pro-16, Phe-20, Tyr-21 и His-34 петли V3 ВИЧ-1 и/или формирования дополнительных межмолекулярных водородных связей с участием их полярных групп [18, 19].

Оптимизация трехмерных структур гликолипидов проводилась методами квантовой химии в пакете «Gaussian» [21]. Для расчета электронной конфигурации использовался метод самосогласованного поля Хартри – Фока с валентно-расщепленным базисом 6-31G* [22]. Геометрические параметры молекул оптимизировали с помощью модифицированного метода Ньютона – Рафсона [23]. Для вычисления характерных зарядов атомов применяли модель «RESP» [24]. Полученные в ходе моделирования трехмерные структуры аналогов β -GalCer представлены на рис. 3.

В качестве биологической мишени для гликолипидов использовались трехмерные структуры петли V3 из пяти модификаций ВИЧ-1, включающих штаммы подтипов А и В вируса

рекомбинантные формы [7]. Эти структуры петли V3 существенно различаются между собой, однако образуют три консервативных участка, расположенных в ее центральной области, а также на N- и C-концевых сегментах [4].

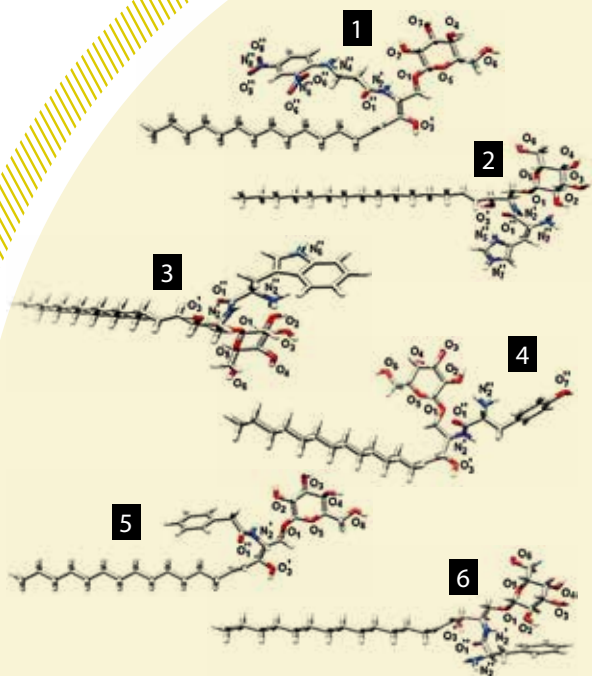
Молекулярный докинг выполнялся с помощью программы «AutoDock Vina» [25] с учетом конформационной подвижности гликолипида, перебирая все его возможные ориентации относительно молекулы-рецептора. Для каждого лиганда рассматривались девять комплексов, лучших по величине оценочной функции программы «AutoDock Vina», включающей ван-дер-ваальсовы силы, электростатические взаимодействия и водородные связи [25]. Так как для всех рассматриваемых примеров наиболее предпочтительные структуры имели близкие значения оценочной функции, для более точной их локализации на шкале энергий использовался метод имитационного отжига [25], который проводился в интервале температур от 500 до 0 К без ограничений на подвижность лиганда и рецептора в присутствии явного растворителя в программном пакете «AMBER11» [26]. Затем выбирались лучшие по значению энергии комплексы, которые подвергались молекулярно-динамическому моделированию с целью оценки стабильности надмолекулярных структур путем расчета свободной энергии их образования. МД-моделирование

осуществлялось в программном пакете «AMBER11». Расчеты проводились в изобарно-изотермических условиях в силовом поле «Amber» с набором параметров ff10 в течение 30 нс [26].

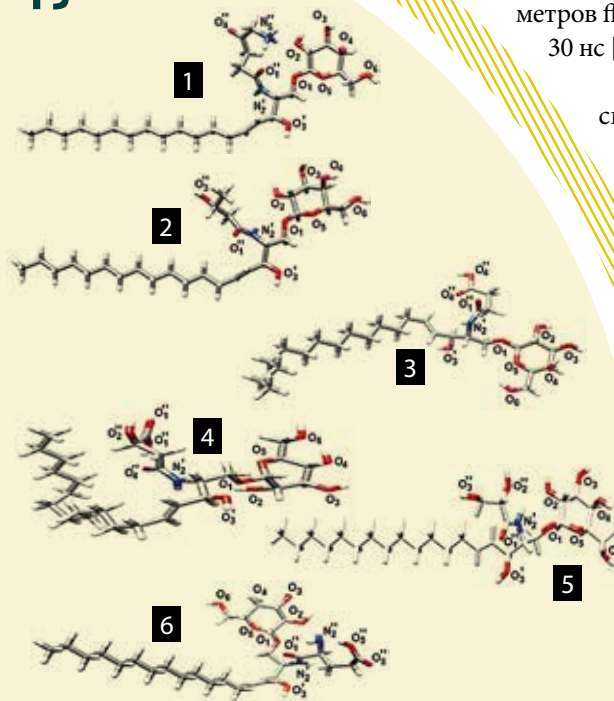
Для задания свойств растворителя использовалась

Рис. 3. Трехмерные структуры аналогов β -GalCer, построенные методами молекулярного моделирования (обозначены потенциальные доноры и акцепторы водородной связи)

Группа I



Группа II



трехточечная модель воды «ТIP3P» [14]. Первые 5 нс отводили на релаксацию системы. Расчет свободной энергии образования комплексов выполнялся с помощью метода «ММ-РВ/SA» [27], в пакете «AMBER11» [26]. Для оценки стабильности комплексов применялись средние значения свободной энергии и соответствующие им стандартные отклонения. При анализе МД траекторий рассматривались 500 точек, разделенных временным интервалом в 50 пс.

Анализ статических и динамических моделей структурных комплексов сконструированных аналогов β -GalCer с петлей V3 из различных модификаций ВИЧ-1 свидетельствует о том, что специфичность связывания гликолипидов с этим функционально важным участком белка gp120 обусловлена нестандартными ХН... π -водородными связями пиранозного кольца остатка галактозы с π -сопряженными системами его консервативных остатков Phe-20/ Tyr-21 или His-34. Кроме ХН... π -взаимодействий существенный вклад в формирование комплексов вносят π - π -взаимодействия, а также стандартные водородные связи с участием функционально важных аминокислотных остатков петли V3, расположенных преимущественно в ее центральной области, а также на N- и C-концевых сегментах. При этом петля V3 формирует два потенциальных сайта для взаимодействия с гликолипидами, один из которых расположен на иммуногенной «верхушке» V3-домена, а второй – у его основания, примыкающего к дисульфидному мостику Cys-1 – Cys-35. Оба этих участка петли V3 ВИЧ-1 образуют консервативные элементы структуры, включающие аминокислоты белка gp120, критические для связывания вируса с корцепторами CCR5 и/или CXCR4. Структурные комплексы, построенные методами молекулярного докинга, энергетически стабильны и не подвергаются существенным структурным изменениям в течение МД расчетов [19].

Таким образом, полученные данные показывают, что сконструированные нами аналоги β -GalCer, которые, согласно данным компьютерного моделирования, способны к блокаде инвариантных элементов структуры петли V3, могут быть использованы как базовые соединения для создания новых эффективных лекарственных препаратов против широкого набора вариантов ВИЧ-1.

В ходе выполнения компьютерного моделирования был проведен химический синтез и биологическое тестирование деацелированного аналога β -GalCer – β -галактозилсфингозина,

ВИЧ-ингибирующие свойства которого предсказаны ранее [1] методами компьютерного моделирования.

В результате биологических испытаний β -галактозилсфингозина установлено, что полученный растворимый аналог β -GalCer обладает анти-ВИЧ активными свойствами [28]. Индекс защиты клеток в диапазоне концентраций 1,0–0,2 мкг/мл составил 51–53% (для азидотимидина этот показатель колебался в диапазоне 56–100%). Максимально переносимая концентрация β -галактозилсфингозина для клеток МТ-4 оказалась равной 8 мкг/мл. Химиотерапевтический индекс (соотношение максимально переносимой концентрации и минимально активной концентрации препарата) составил 40, что свидетельствует о высокой степени антивирусной активности [28].

Таким образом, исследования *in vitro* показали, что полученный деацелированный аналог β -GalCer обладает ВИЧ-ингибирующими свойствами и формирует перспективную базовую структуру для создания новых противовирусных препаратов с широким спектром нейтрализующей активности [28].

Работа поддержана Белорусским республиканским фондом фундаментальных исследований (проекты X12–022, X15–022).

Юрий Корноушенко,

научный сотрудник Института биоорганической химии НАН Беларуси

Александр Тузиков,

генеральный директор Объединенного института проблем информатики НАН Беларуси, член-корреспондент

Михаил Кисель,

завлабораторией химии липидов Института биоорганической химии НАН Беларуси, профессор, доктор химических наук

Александр Андрианов,

главный научный сотрудник Института биоорганической химии НАН Беларуси, доктор химических наук

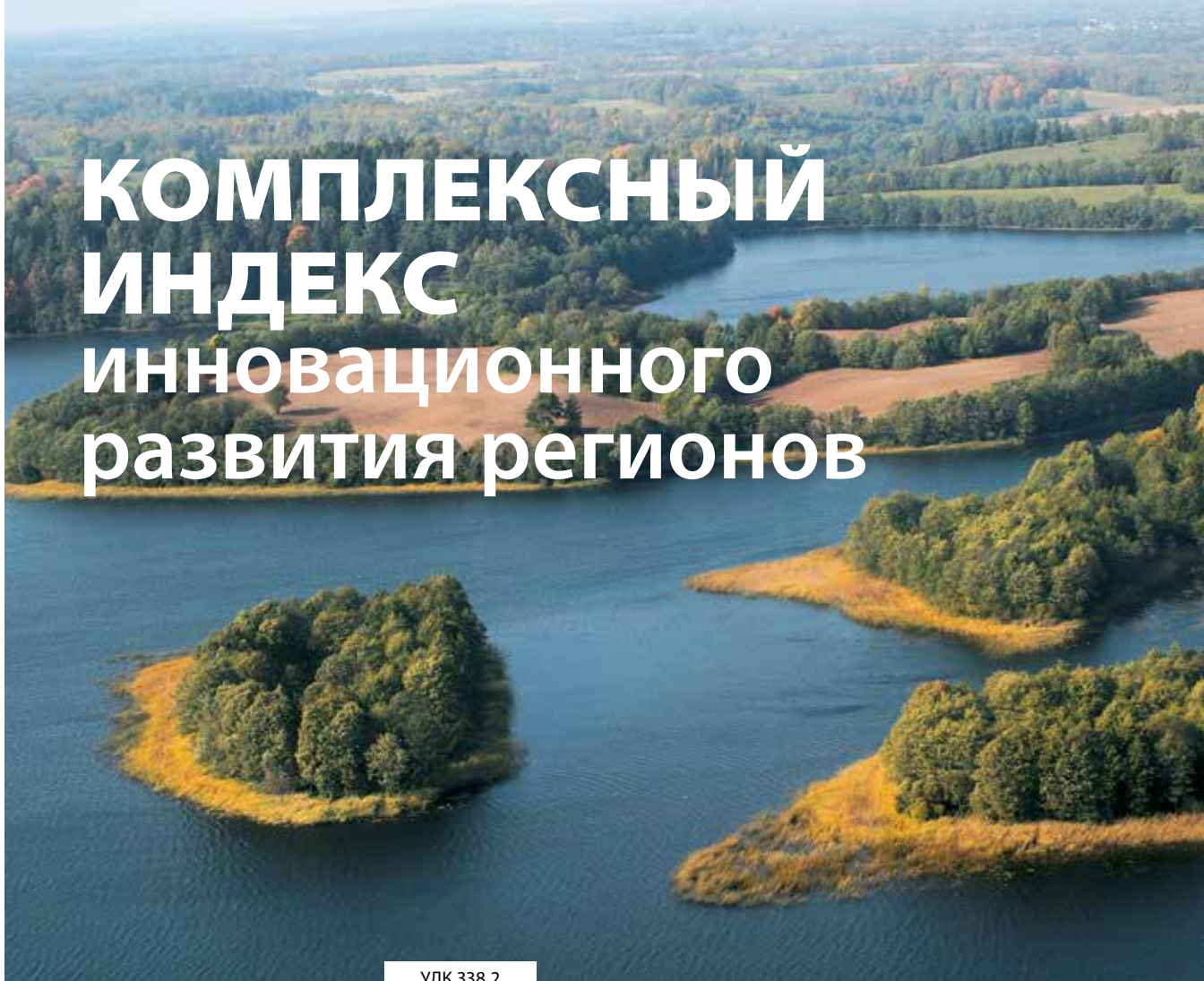
Литература

1. Андрианов А. М. Конформационный анализ белков: теория и приложения / Ин-т биоорганической химии НАН Беларуси. – Минск: Беларус. навука, 2013.
2. Структурный анализ петли V3 белка gp120 ВИЧ-1 для вариантов вируса, циркулирующих в Республике Беларусь // Доклады НАН Беларуси. 2011. Т. 55, № 6. С. 79–86.
3. Определение инвариантных элементов структуры третьего переменного домена белка gp120 ВИЧ-1 методами молекулярного моделирования // Математическая биология и биоинформатика. 2011. Т. 6, № 2. С. 140–153.
4. Structural analysis of the envelope gp120 V3 loop for some HIV-1 variants circulating in the countries of Eastern Europe // J. Biomol. Struct. Dyn. 2013. Vol. 31, N7. P. 665–683.
5. BioEdit // Biological sequence alignment editor for Win95/98/NT/2K/XP/7 // <http://www.mbio.ncsu.edu/BioEdit/page2.html>.
6. Andrianov A. M. Determination of structurally conservative amino acids of the HIV-1 protein gp120 V3 loop as promising targets for drug design by protein engineering approaches // Biochemistry (Moscow). 2006. Vol. 71. P. 906–914.
7. Structure of a V3-containing HIV-1 gp120 core // Science. 2005. Vol. 310, N5750. P. 1025–1028.
8. Sali A. Comparative protein modeling by satisfaction of spatial restraints // J. Mol. Biol. 1993. Vol. 234. P. 779–815.
9. Assignment of intra-chain disulfide bond and characterization of potential glycosylation sites of the type 1 recombinant human immunodeficiency virus envelope glycoprotein (gp120) expressed in chinese hamster ovary cells // J. Biol. Chem. 1990. Vol. 265. P. 10373–10382.
10. Fiser A. Modeling of loops in protein structures // Protein Science. 2000. Vol. 9. P. 1753–1773.

Полный список литературы размещен на сайте

See: http://innosfera.by/2017/01/computer-based_modeling

КОМПЛЕКСНЫЙ ИНДЕКС ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНОВ



УДК 338.2

Резюме. Проанализирован зарубежный опыт определения комплексного индекса инновационного развития регионов. Изучены возможности применения международной практики в условиях Республики Беларусь с учетом специфики национальной экономики.

Ключевые слова: индекс инновационного развития региона, мониторинг, система индикаторов.

Инновации открывают новые рынки сбыта для производителей, определяют положение стран в международном разделении труда и преимущества в глобальной конкуренции, поэтому изучению их развития в странах и отдельных регионах уделяется много внимания. Для проведения постоянного мониторинга необходима система индикаторов, позволяющая осуществлять расчеты для оценки состояния национальной экономики, в частности эффективности инновационных процессов, конкурентоспособности товаров, услуг, и делать межрегиональные сопоставления.

Наиболее полно приведены определения инноваций и инновационной деятельности в Руководстве Осло (3-е изд., 2005 г.) по измерению научной и научно-технической активности, совместно разработанном Организацией

экономического сотрудничества и развития и Евростатом, одобренном Комитетом ОЭСР по научной и технологической политике, Комитетом ОЭСР по статистике и Рабочей группой Евростата по статистике науки, технологий и инноваций. Так, инновация есть введение в употребление какого-либо нового (разработанного впервые) или значительно улучшенного (заимствованного) продукта (товара или услуги) или процесса, метода маркетинга или организационного приема в деловой практике данного предприятия, при создании рабочих мест или во внешних связях [1].

Сложившиеся системы и порядок отслеживания инновационных процессов действуют в большинстве национальных экономик, наряду с ними используются методики для международных сопоставлений. Свой опыт имеется и в Республике Беларусь, однако

Инновации – это способность видеть в переменах возможности, а не угрозу.

Стив Джобс





Ольга Макарук,

старший преподаватель кафедры бухгалтерского учета и аудита Брестского государственного технического университета

применяющиеся в нашей стране показатели фрагментарны и не дают возможности проводить сравнения на мировом уровне.

Проанализируем особенности и отличительные черты наиболее известных региональных индексов инновационного развития (ИИР): Регионального инновационного табло стран Европейского союза [2], Сводного индекса инновационного развития США [3], Индекса инновационного развития регионов России [4].

Региональное инновационное табло стран Европейского союза

В ЕС применяется двухуровневая система измерения инновационного развития с общими принципами обследования: стран (Европейское инновационное табло (European Innovation Scoreboard, EIS) – обеспечивает сравнительный анализ инновационного производства в странах – членах ЕС, других европейских странах и соседях по региону, оценивает относительные достоинства и недостатки национальных инновационных систем и помогает определить перспективы на основании 25 индикаторов) и отдельных

регионов (Региональное инновационное табло (Regional Innovation Scoreboard, RIS) – оценивает инновационную активность 190 европейских регионов по 11 индикаторам) [2]. В рамках RIS, учитывая меньшее количество доступных статистических данных, выделяются и ранжируются группы регионов со сходными показателями.

В соответствии с методологией подсчета ИИР регионов ЕС выделяется 8 композиционных подиндексов, на основании которых разрабатывается общий агрегированный индекс. Для анализа динамики инновационной активности в регионе рассчитывается среднегодовой темп роста по каждому индексу в рамках пятилетнего периода.

Все индикаторы, участвующие в расчете композиционных подиндексов, разбиты на три блока показателей [2]:

- *факторы инновационного развития* – внешние по отношению к фирме основные движущие силы инновационной деятельности. Первый композиционный индекс учитывает кадровые ресурсы (наличие высококвалифицированных людей, образовательный уровень населения, уровень развития науки), второй – наличие финансовых средств для инновационных проектов и поддержки со стороны государства;
- *данные о деятельности фирмы* – три композиционных индикатора отражают сведения о собственных инвестициях в научные исследования и разработки, сотрудничестве в инновационной сфере с другими компаниями и государством, а также о правах на интеллектуальную собственность;
- *показатели результатов деятельности компаний как инноваторов* – два индикатора, входящих в этот блок, позволяют сделать вывод об экономическом успехе инноваций в сфере занятости, экспорта и продаж, а также количественно оценить представленность национальных инноваций на рынках.

Все индикаторы получили признание как достаточно значимые и надежные, однако каждый из них следует использовать, принимая во внимание определенные ограничения, иначе общая картина инновационной деятельности в стране или регионе может быть искажена.

На основании подсчета ИИР в ЕС выделяется четыре типа инновационных регионов: лидеры, последователи, умеренные и скромные инноваторы.

Сводный индекс инновационного развития США

По сравнению с Руководством Осло, в методологии США инновации трактуются более широко – как последовательная деятельность,

обеспечивающая создание и трансформацию новых знаний и технологий в продукты, услуги и процессы с высокими потребительскими свойствами, предназначенные для национальных и глобальных рынков, а также формирование новой добавленной стоимости и более высоких стандартов и качества жизни [3].

Сводный индекс инновационного развития американских регионов (штатов и округов) (Portfolio Innovation Index, PII) состоит из четырех блоков, каждому из которых присвоены различные весовые коэффициенты: человеческий капитал (вес 30%), экономическая динамика (30%), производительность и занятость (30%), благосостояние (10%) [3].

В каждый блок входит 5–7 показателей. На основе PII анализируется более 3 тыс. районов США, в результате выделяется пять типов территорий: сильные, средне-сильные, средние, средне-слабые и слабые инноваторы.

Структурно индексы RIS и PII объединяют как ресурсы инновационной деятельности, так и ее результаты. Как правило, в региональных лидерах сочетаются высокие баллы одновременно по ресурсным и результатным подиндексам. Иногда наблюдается эффект запаздывания, когда ресурсный подиндекс существенно превышает результатный. Это означает, что созданный потенциал реализован не в полной мере [3].

Индекс инновационного развития регионов России

В Российской Федерации предпринимались многочисленные попытки оценки уровня развития регионов, например методика Независимого института социальной политики, индекс Центра стратегических разработок «Северо-Запад», концепция А. Гусева и др.

Министерством экономического развития РФ, Ассоциацией инновационных регионов России, Советом по изучению производительных сил, Института экономической политики им. Е. Т. Гайдара совместно разработан Индекс инновационного развития регионов России [4]. В основу положены принципы и показатели аналогичных зарубежных рейтингов, учтен собственный опыт.

ИИР регионов России состоит из трех блоков факторов [5]. Первый отражает потенциал региона в создании инноваций, то есть наличие основных ресурсов для них (качественные параметры) и результативность

их использования (качественные параметры) (вес 20%); второй блок характеризует потенциал коммерциализации новшеств (30%), третий показывает эффективность инновационной политики в регионе (50%).

Потенциал создания инновационной продукции определяется человеческими ресурсами. Поэтому акцент в данном блоке сделан на данных, характеризующих их количество и качество в регионе. При этом учитывается число студентов в регионе, количество лиц с высшим образованием, занятых в региональной экономике в целом, и те из них, кто непосредственно специализируется на проведении исследований и разработок. Качество их работы оценивается по таким показателям, как, например, число зарегистрированных патентов, поданных международных патентных заявок, а также индекс цитирования трудов региональных ученых.

Потенциал в коммерциализации инноваций отражает финансовые и институциональные возможности региона в производстве и реализации конкурентоспособной и востребованной на рынке инновационной продукции (товаров, услуг, технологий). В частности, затраты инновационных предприятий на проведение исследований и разработок, приобретение передового оборудования, а также использование в производственном процессе результатов интеллектуальной деятельности, поскольку эти факторы оказывают влияние на качество продукции. Под инновационными понимаются предприятия, имеющие завершенные маркетинговые, технологические или организационные инновации в течение последних трех лет.

Результативность инновационной политики региональных органов власти можно измерить посредством ее воздействия на базовые характеристики экономической среды: структуру отраслей региональной экономики (наличие конкурентоспособных инновационных проектов), институциональное обеспечение, динамику малого и инновационного предпринимательства, эффективность использования ресурсов (рост производительности труда, повышение энергоемкости).

Первые два блока показателей содержат индикаторы, практически идентичные тем, которые используются в международной практике для оценки инновационного развития стран и регионов. Третий блок показателей характеризует российскую специфику: важность институциональной среды, наличие в регионе высокотехнологичных производств,

условия для развития бизнеса, уровень производительности труда.

Ранжирование происходит на основе сопоставления уровня инновационного развития субъектов с показателем, средним по России [4]: сильные инноваторы – регионы с ИИР выше 130% относительно средней величины; средне-сильные – 110–130%; средние – 90–110%; средне-слабые – 70–90%; слабые – менее 70%.

ИИР регионов в Республике Беларусь

В нашей стране под инновациями понимается введенная в гражданский оборот или используемая для собственных нужд новая или усовершенствованная продукция, технология, новая услуга, новое организационно-техническое решение производственного, административного, коммерческого или иного характера [6].

Одной из методик определения ИИР регионов, учитывающей позитивный зарубежный и отечественный опыт, является методика А. Р. Лавриненко, в которой выделяется три блока показателей [7]:

- *потенциал в создании инноваций*, с акцентом на параметрах, характеризующих количество и качество человеческого капитала в регионе, то есть их наличие и результативность использования;
- *возможности в коммерциализации инноваций*, включая финансовые и институциональные, в производстве конкурентоспособной и востребованной на рынке инновационной продукции. Показатели этого блока

отражают затраты инновационных организаций на проведение исследований и разработок, приобретение передового оборудования, а также использование в производственном процессе результатов интеллектуальной деятельности;

- *результативность инновационной политики региональных властей*. Здесь учитываются данные, позволяющие косвенно оценить базовые характеристики экономической среды: структуру отраслей региональной экономики, институциональное обеспечение, динамику развития малого предпринимательства, в том числе и инновационного.

На основе полученных значений ИИР регионы ранжируются по уровню инновационного развития аналогично европейской трактовке: лидеры, последователи, умеренные и скромные инноваторы.

Таким образом, во всех описанных методиках оценки инновационного развития регионов учитывается процесс производства знаний, кадровый потенциал и затраты на инновации.

На сегодняшний день в Беларуси не применяются гармонизированные с международной практикой методики расчета ИИР отдельных регионов и страны в целом, хотя используются некоторые показатели по сходным направлениям статистики в оценке научно-исследовательской и инновационной деятельности. Поэтому прямые сравнения с данными по Евросоюзу невозможны. С 2011 г. в Республике Беларусь рассчитываются отдельные показатели по методике определения индекса Европейского инновационного табло (таблица).

Показатель	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	
				EU28	Беларусь
Государственные расходы на НИОКР в ВВП	0,21	0,23	0,20	0,72	0,18
Коммерческие расходы на НИОКР в ВВП	0,46	0,44	0,32	1,3	0,34
Расходы на инновации, не связанные с НИОКР, в общем объеме отгруженной продукции (работ, услуг)	1,55	1,95	1,90	0,69	1,73
МСП, осуществляющие внутренние инновации, в общем числе МСП	4,70	3,99	3,51	28,7	4,41
МСП, участвующие в совместных инновационных проектах, в общем числе обследованных организаций	0,69	0,52	0,40	10,3	0,48
МСП, внедряющие инновационные продукты или процессы, в общем числе МСП	4,21	3,47	3,07	30,6	3,49
МСП, использующие маркетинговые или организационные инновации, в общем числе МСП	0,99	1,19	0,87	36,2	1,54
Занятость в наукоемких видах деятельности (производство и услуги) к общей занятости (на конец года)	27,36	27,36	28,49	18,8	8,49
Вклад экспорта средне- и высокотехнологичной продукции в торговый баланс	34,6	28,5	27,3	56,1	30,3
Экспорт наукоемких услуг в общем объеме экспорта услуг	27,8	26,8	29,6	63,1	33,4
Продажа новых для рынка и новых для фирмы инноваций в общем товарообороте	17,45	17,28	13,33	12,4	2,34

Примечание: EU28 – средний показатель по 28 странам Европейского союза, НИОКР – научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы, ВВП – валовой внутренний продукт, МСП – малые и средние предприятия

Источник: составлено автором на основе [2, 8]

Таблица. Отдельные показатели инновационного развития по Республике Беларусь (2012–2015 гг.), %

Сравнение с данными Евросоюза, где сводный индекс инновационного развития в 2015 г. составил 0,521, показывает, что Беларусь входит в группу стран догоняющего развития (таких как Болгария, Латвия, Румыния, Сербия).

Преимущества и недостатки ИИР

Основные преимущества использования статистических данных для мониторинга эффективности инновационного развития регионов [5]: четкий и проработанный понятийный аппарат и методология, опора на конвенциональные теории (Руководство Осло, 2015); доступность данных по всем регионам, масштабность исследования; сопоставимость во времени и пространстве, на международном уровне; возможность верификации полученного результата.

Анализ зарубежных и отечественных методик расчета ИИР позволяет выделить следующие недостатки:

- *проблема достоверности статистических данных.* Сложность концепции инноваций, необходимость подбора косвенных показателей приводит к тому, что сведения по странам имеют свою специфику и, несмотря на сходное или одинаковое название индикаторов, могут использоваться различные методики сбора и обработки информации. В силу ограниченности сведений исследователи инновационных процессов в регионах вынуждены подбирать или конструировать показатели, которые, хотя и не относятся напрямую к инновациям, могут косвенно о них свидетельствовать;
- *значительный временной лаг* между периодом, за который собрана статистика, и временем опубликования официальных результатов. Более того, повсеместно распространена такая вынужденная мера, как использование информации, доступной по разным регионам за различные периоды времени (например, Региональное инновационное обследование Европейского союза);
- *выбор методов расчета итоговых интегральных показателей*, например определение «веса» каждого из них в интегральной оценке. Неоднозначность выбора метода свертки результирующего индекса приводит к «множественности» возможных конечных результатов. Как правило, определение набора составляющих любого индекса происходит опытным путем и зависит от характера входной информации, как статистической, так и экспертной. Именно для компенсации этого недостатка создаются комплексные системы оценки инноваций, включающие в себя достаточно большое количество показателей. Это, в свою очередь,

порождает проблемы их корректного отбора и балансирования в рамках единой системы;

- *проблемы анализа на устойчивость полученных результатов с учетом особенностей региональной экономики;*
- *трудность измерения основных составляющих инновационной конкурентоспособности.*

Кроме того, не все аспекты понятия «инновации» в равной мере находят свое отражение в статистических показателях, информация носит агрегированный, усредненный характер, зачастую отсутствуют данные по видам экономической деятельности. Существует также проблема качества заполнения статистических форм в организациях [5].

Таким образом, многофакторность и высокая степень понятийной неопределенности усложняют измерение и оценку инновационного развития регионов. Работоспособная система индикаторов может быть создана при наличии специального методического обеспечения, гармонизированного с международным опытом в этой области, для чего необходимо постоянно проводить дополнительные исследования и расчеты. ■

Статья поступила в редакцию 04.10.2016 г.

Summary

The experience of construction of the integrated index of regional innovation development based on the study of foreign experience in this field has been disclosed in the article. The possibilities of its application in the Republic Belarus taking into account the specifics of the Belarusian economy has been disclosed.

See: http://innosfera.by/2017/01/Index_development

Литература

1. Руководство по измерению научной и научно-технической активности (The Measurement of Scientific and Technological Activities – Oslo Manual). – ОЭСР, 2005.
2. European Innovation Scoreboard / European Commission // http://ec.europa.eu/growth/industry/innovation/facts-figures/scoreboards_en.
3. Innovation Index in American regions / U. S. Economic Development Administration // http://www.statsamerica.org/innovation/innovation_index/methodology.html.
4. Сорокина А. В. Построение индекса инновационного развития регионов России. – М., 2013.
5. Коцюбинский В. А., Еремкин В. А. Измерение уровня инновационного развития: мировая практика и российский опыт. – М., 2014.
6. О государственной инновационной политике и инновационной деятельности в Республике Беларусь: Закон Республики Беларусь от 10.07.2012 г. №425-З; в ред. от 11.05.2016 г. №364-З // <http://www.pravo.by/main.aspx?guid=3871&p0=H11200425&p1=1>
7. Лавриненко А. Р. Индекс инновационного развития регионов Республики Беларусь: методика построения и стратегический анализ // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия D. – Полоцк, 2014. С.28–37.
8. Наука и инновационная деятельность в Республике Беларусь в 2015 г. / Национальный статистический комитет Республики Беларусь // http://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/publications/izdania/public_compilation/index_5128/

Анализ влияния индикаторов инфляционных ожиданий на состояние финансового рынка в Украине

Резюме. Рассматриваются вопросы прогнозирования инфляции, отклонения ее фактических значений от предполагаемого уровня и факторы корректировки. Проведен анализ влияния спредов по государственным облигациям и рыночным кредитным ставкам, выкупа государственных облигаций в портфель центробанка и кривой доходности на базовую инфляцию. Исследовано воздействие валютно-курсовой волатильности на повышение общего (среднего) уровня цен. Предлагаются пути учета инфляционных рисков в ожиданиях субъектов финансового рынка.

Ключевые слова: финансовый рынок, спреды, инфляция, волатильность, инфляционный риск, государственные облигации, кредитные ставки.



Сергей Кульпинский,

профессор Черниговского национального технологического университета, доктор экономических наук



Лидия Кульпинская,

доцент кафедры финансов Киевского национального торгово-экономического университета, кандидат экономических наук

Инфляционные колебания последних лет, и особенно сильный всплеск 2014–2015 гг., осложняют прогнозирование динамики потребительских цен. Наряду с экономической неопределенностью это ухудшает макроэкономические условия для субъектов хозяйствования и долгосрочного инвестирования. В Украине проблема контроля инфляции рассматривалась с позиций воздействия на реализацию инвестиционного потенциала [1], а также взаимосвязи с резервной политикой центробанка, которая влияет на объем денежной массы и в конечном счете на цены на товары и услуги [2].

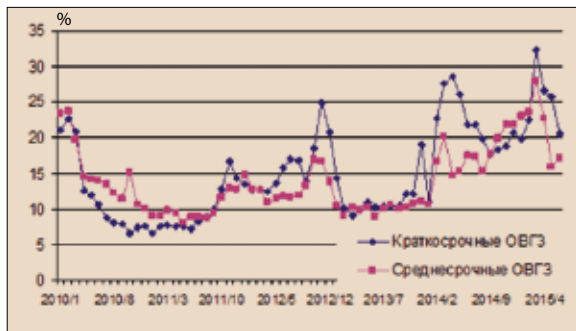
Традиционно инфляция прогнозируется на основе отдельных монетарных агрегатов, а также с учетом долгосрочных тенденций, в частности отклонения фактического от потенциального объема номинального ВВП, реальных деловых циклов и ожиданий субъектов

хозяйствования [10]. В практике ведущих центробанков мира применяются индикаторы финансового рынка, например государственные облигации с меняющейся в зависимости от инфляции доходностью, свопы, в том числе процентные, с плавающей ставкой и др. Однако они имеют недостатки. Во-первых, с их помощью нельзя предсказать инфляцию. Во-вторых, в Украине этот рынок не развит и внедрение подобных ценных бумаг не вызвало бы высокого спроса среди его участников в условиях относительно низких объемов рыночной ликвидности и высокой волатильности ряда других показателей. То есть Национальному банку Украины (НБУ) необходимо учитывать индикаторы финансового рынка, которые позволяли бы улучшать прогнозы инфляции за счет деловых ожиданий (банковского сектора) и стратегий страхования рисков (для инструментов с фиксированной доходностью и валютных операций).

УДК 336.012.23

Рис. 1.
Средневзвешенная доходность по кратко- и среднесрочным ОВГЗ на первичном рынке за период с января 2010 г. по апрель 2015 г., %

Источник:
Национальный банк
Украины



Отсутствие в Украине четкой валютной политики и определенного режима обменного курса не позволяет более-менее четко прогнозировать уровень инфляции. Как следствие – шоки обменного курса и огромный теневой ВВП; ставка рефинансирования устанавливается по факту превышения фактического уровня инфляции по сравнению с ожидаемым (в отличие от прямого влияния через процентную ставку, как в странах, практикующих инфляционное таргетирование); неполный учет таких инструментов, как объем премии за риск или прыжки в объемах рыночной ликвидности.

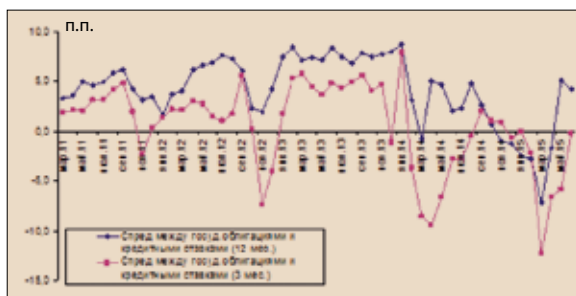
Необходимость более фундаментального подхода к прогнозированию инфляции и расширения диапазона учитываемых факторов очевидна. Отметим, что предпосылки для применения отдельных показателей появились только после 2009 г., в период наращивания выпусков облигаций внутреннего государственного займа (ОВГЗ) и их размещения в НБУ и среди участников финансового рынка. Так, объем всех непогашенных ОВГЗ на начало 2009 г. составлял всего 8,5 млрд грн., а в феврале 2015 г. превысил 500 млрд [5].

Основные индикаторы финансового рынка:

- **Кривые доходности по кредитам.** Низкий уровень инфляции ассоциирован со снижением спредов. Предусматривается, что центральный банк владеет информацией о том, что уровень реальных процентных ставок отображается в данной кривой.
- **Спреды между государственными и корпоративными облигациями.** Должны отражать степень кредитных рисков и, соответственно, ожидания по

Рис. 2.
Спреды между государственными облигациями и кредитными ставками за период с марта 2011 г. по май 2015 г., процентных пунктов

Источник: НБУ



поводу дальнейшей деловой активности субъектов хозяйствования.

- **Спред между доходностями среднесрочных государственных облигаций и среднесрочными кредитными ставками.** Учитывает степень рисков, реальный спрос на ликвидность и, таким образом, ожидания по поводу инвестиционной деятельности и предпочтений.
- **Волатильность обменного курса.** Выражает инфляционные ожидания, которые зависят от спроса и предложения иностранной валюты и сформированы под влиянием спекулятивных факторов. Повышение амплитуды валютно-курсовых колебаний выше определенного уровня обусловлено дисбалансами на финансовом рынке и, следовательно, инфляционным давлением.
- **Индикаторы премии за риск.** Остаточные компоненты оценки влияния вышеперечисленных факторов и декомпозиций отдельных элементов воздействия, связанных с премией за риск, на базовую инфляцию.

Ключевая задача регулирования степени инфляционного давления – определить влияние каждого из факторов на базовый индекс потребительских цен (БИПЦ). Последний взят за основу, поскольку общий ИПЦ зависит от внешней конъюнктуры, которую невозможно контролировать и сложно прогнозировать. К инфляционным ожиданиям субъектов финансового рынка, которые могут при этом служить уточняющими показателями базовой инфляции, мы отнесли спреды между краткосрочными и долгосрочными доходностями по государственным облигациям (рис. 1). Они представляют собой так называемую премию за инфляционные ожидания и предлагаются в качестве дополнительного помощника при прогнозировании [9].

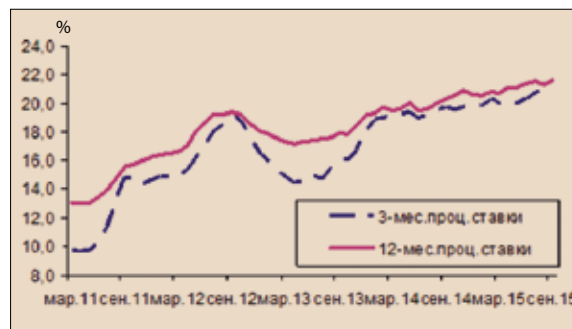
В целом для улучшения прогнозных свойств моделирования и оценки взаимодействия монетарной и фискальной политики в стимулировании экономического роста целесообразно определение смежных обстоятельств, которые оказывают дополнительное влияние на инфляционные тенденции. Фактором базовой инфляции может выступать выкуп ОВГЗ в портфель центрального банка. Для расчетов нами были взяты данные с 2009 г., поскольку этот процесс активизировался только с 2008 г. За период до июня 2015 г. ежемесячно было выполнено 60 наблюдений.

Несмотря на относительно незначительные коэффициенты выкупа государственных облигаций Нацбанком и спредов по государственным облигациям, то есть разницу между доходностями долгосрочных и краткосрочных облигаций, можно констатировать их довольно

высокую значимость, поскольку в расчет взяты помесячные данные, а годовой прирост ОВГЗ в портфеле НБУ колеблется от 10 до 35%. Таким образом, адекватная оценка данных факторов позволяет предположить, как увеличение выкупа ОВГЗ и спроса на них повлияет на потребительские цены.

Характеризуют ожидания субъектов хозяйствования и рынка также спреда доходности по краткосрочным ОВГЗ и кредитам. Среднесрочные операции негативно влияют на инфляцию из-за снижения деловой активности и повышения риска дефолта по государственным облигациям. В этом случае банки сталкиваются с ростом проблемных ссуд и частично конвертируют ликвидность в государственные облигации, что в конечном счете вызывает повышение цен. При этом возникает парадокс, когда при дефиците ликвидности растут риски дефолта по облигациям и возникновения проблемной задолженности субъектов хозяйствования. Это, с одной стороны, укрощает инфляционное давление, а с другой – усиливает его. Расширение спреда между 12-месячными кредитными ставками и среднесрочными (до 12 мес.) ОВГЗ понижает базовую инфляцию, а приобретение облигаций банками оказалось весомым усугубляющим фактором. Это можно объяснить, в частности, высоким объемом незадействованной ликвидности на финансовом рынке, которая направляется в том числе и на займы. Следует отметить, что существенную часть эмитированных ОВГЗ выкупают банки с долей государства в капитале. За период с марта 2011 г. по июнь 2015 г. ежемесячно выполнено 52 наблюдения (рис. 2).

Отличительная черта спредов между доходностями по среднесрочным государственным облигациям и кредитам – обеспечение банковских кредитов залогами. У ОВГЗ такая возможность отсутствует, однако их можно использовать в качестве залога при получении рефинансирования НБУ. Связь приведенных индикаторов с базовой инфляцией разнонаправленная, с более значимым положительным влиянием на нее выкупа ОВГЗ банками. Объяснить данное влияние можно значительными объемами эмитированных средств через выкупленные Нацбанком облигации, которые часто оседают в портфелях банков с долей государства в капитале. Расширение спреда как следствие более быстрого роста гривневых ставок по сравнению с доходностями по ОВГЗ связано с замедлением кредитования и, соответственно, производства в условиях снижения совокупного спроса и растущих



кредитных рисков, возможной реализацией кредитного залога и падением его стоимости.

Отражает состояние финансовой системы и кривая доходности по гривневым кредитам, выраженная через спред между 12- и 3-месячными ставками. Отсутствие механизма корректировки долгосрочных процентных ставок создает инвестиционные дисбалансы, когда краткосрочные кредитные вложения на межбанковском рынке или приобретение государственных облигаций становятся выгоднее долгосрочных. Влияние спреда кривой доходности на инвестиционную динамику в условиях развитых финансовых рынков показано в трудах зарубежных исследователей [8], в условиях Украины – описано в работе [4]. Усиление ожиданий относительно ускорения экономического роста и соответствующее повышение инвестиционного спроса способствует росту спреда. Сглаженная кривая доходности и отрицательные спреды свидетельствуют о накоплении негативных тенденций и, следовательно, о сокращении вложений в реальный сектор экономики.

Нами изучена значимость данного показателя для БИПЦ и установлено понижающее воздействие роста спреда между 12- и 3-месячными ставками по кредитам, что проявляется не сразу, а с лагом в 8–12 мес. Коэффициент влияния от $-0,05$ до $-0,08$ (рис. 3).

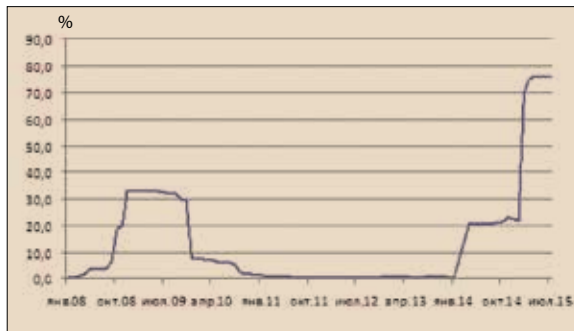
Валютно-курсовая волатильность является индикатором инфляционных ожиданий, и в первую очередь – спекулятивных. Так, установлено, что рост годовой курсовой волатильности гривны к доллару США на 1% приводит к увеличению индекса потребительских цен на 2,4%, однако эта тенденция постепенно нивелируется, в частности в третьем – четвертом лаге. Как видно из рис. 4, годовая волатильность курса грн./долл. в значительной степени увеличилась в 2014–2015 гг. Последствия такой девальвации и волатильности были значимыми как для потребительских цен, так и для ряда индикаторов рынка.

Рис. 3. Трех- и двенадцатимесячные процентные ставки по кредитам в гривнах в 2011–2015 гг., %

Источник: составлено авторами по данным НБУ

Рис. 4.
Годовая
волатильность
обменного
курса грн./долл.
в январе – октябре
2015 г., %:

Источник:
рассчитано авторами
по данным НБУ



Падение курса национальной денежной единицы ведет к снижению процентных ставок в иностранной валюте и в связи с этим – к незначительному приросту кредитования и ставок в гривне. Причем в краткосрочной перспективе из-за кризисного состояния на финансовом рынке и в экономике через девальвацию имеет место падение спроса на кредиты вообще [6].

Иная ситуация с ОВГЗ в портфеле банков. Ухудшение перспектив инвестиционного спроса требует поиска новых альтернатив вложения ликвидности, одним из которых может быть наращивание объема государственных облигаций. Однако, как показали предварительные расчеты, волатильность негативно влияет и на этот показатель (коэффициент $-0,4$), что можно объяснить ростом ожиданий относительно возможности дефолта по госдолгу [3].

Один из значимых эффектов волатильности проявляется при ее увеличении больше определенного уровня. Наибольшее ее влияние сказалось в середине 2014 г., после фактического перехода НБУ к политике свободного курсообразования. При повышении курсовой волатильности увеличивается переток средств в спекулятивные операции с иностранной валютой. Так, в период девальвации 2014 г., когда средние объемы приобретения валюты населением превышали 1,5 млрд долл. в месяц, весомые объемы ликвидности направлялись на приобретение валюты банками. Это касалось и рефинансирования, которое как поддерживало ликвидность банковского сектора, так и стимулировало

Summary

The issues of forecasting inflation, deviation of its actual values from the expected ones and adjustment factors are discussed. Analysis of the impact of government bonds spreads and credit market rates, government bonds purchase in the central bank portfolio and yield curve on the core CPI. Effects of exchange rate volatility on increase in the overall (average) price level are tested. Guidelines for accounting of inflationary risks in the expectations of financial market participants are suggested.

спекулятивные операции с иностранной валютой. Данный индикатор может использоваться Нацбанком в качестве сигнала для реагирования путем введения временных административных мер к стабилизации волатильности, то есть ее снижению до обусловленного балансом спроса и предложения на валютном рынке уровня (в стандартных отклонениях).

На основании проведенного исследования для оптимизации инструментария Национального банка Украины предлагаем использовать спреды доходностей на финансовом рынке в качестве дополнительных факторов для корректировки прогноза инфляции. Ее уровень рекомендуется определять через БИПЦ, который зависит преимущественно от внутренних обстоятельств. Для учета рисков и соответствующих ожиданий рынка корпоративных облигаций целесообразно ввести и применять композитный индекс по гривневым облигациям. С целью своевременного реагирования на накопление проблемной задолженности заемщиков банков и ее негативных эффектов премию за риск следует определять путем декомпозиции общего риска на рыночные факторы (кредитный риск заемщика, срок, размер) и имплицитные инфляционные ожидания (выраженные через спреды). Частичное таргетирование валютно-курсовой волатильности, установление максимально допустимых диапазонов курсовых колебаний (в стандартных отклонениях) и их соответствующая корректировка в зависимости от периодов и состояния предложения ликвидности также будут способствовать стабилизации финансового рынка страны. ■

Статья поступила в редакцию 01.07.2016 г.

See: http://innosfera.by/2017/01/financial_market

Литература

- Карпинский Б. А., Пыж А. Л. Инфляционные ожидания и их влияние на привлечение инвестиций в экономику Украины // Сборник научных трудов: Материалы научно-практической конференции «Социум. Наука. Культура». Киев, 2008 г. // <http://intkonf.org/category/arhiv/konf1/>.
- Киреева Е. А. Влияние нормы обязательного резервирования на инфляционные ожидания участников рынка // Финансы, учет и аудит. 2013. Вып. 1. С. 73–79.
- Кульпинский С. В. Валютно-курсовые предпосылки стабильности инвестиционного роста Украины // Наука и инновации. 2015. №4. С. 31–35.
- Кульпинский С. В. Кривая доходности процентных ставок банков Украины как показатель ожидаемой экономической динамики // Бизнес-информ. Харьковский национальный экономический университет. 2009. №7. С. 58–63.
- ОВГЗ, находящийся в обращении, по сумме основного долга // http://bank.gov.ua/control/uk/publish/category?cat_id=12057279
- Шевчук В. А. Макроэкономические эффекты отклонений реального обменного курса от равновесного уровня в Украине // Международная экономическая политика. 2010. №1–2. С. 257–277.
- Epstein G. Central banks, inflation targeting and employment creation / Economic and Labour Market Papers. – ILO, 2007.
- Estrella A., Mishkin F. S. The Yield Curve as a Predictor of US Recessions. Federal Reserve of New York // Current Issues in Economics and Finance. 1996. Vol. 2, N7. P. 6.
- Faust J., Wright J. Forecasting Inflation. – John Hopkins University. Department of Economics, 2012.
- Mylonas P., Schich S. The Use of Financial Market Indicators // OECD Economics Department. Working Papers. 1999. N223.

ОРГАНИЗАЦИЯ КОММЕРЦИАЛИЗАЦИИ ОИС В НАН УКРАИНЫ



Юрий Капица,

директор Центра интеллектуальной собственности и передачи технологий НАН Украины, кандидат юридических наук

Резюме. Рассматриваются вопросы создания и использования изобретений и других объектов права интеллектуальной собственности (ОИС) в НАН Украины, которые являются актуальными как в плане нахождения модели, стимулирующей творчество ученых, так и для обеспечения интересов научных учреждений при заключении контрактов, лицензионных соглашений с национальными и зарубежными организациями.

Ключевые слова: изобретательство, трансфер технологий, интеллектуальная собственность, коммерциализация, инновационная деятельность.

Современная схема коммерциализации ОИС в Украине принципиально отличается от той, которая существовала до 1991 г. Ранее выход на внешний рынок осуществлялся преимущественно через специализированные внешнеторговые структуры, внутри страны изобретения внедрялись в плановом порядке, была отработана система стимулирования и выплаты вознаграждения авторам. Передача права самостоятельного ведения внешнеэкономической деятельности учреждениям науки и образования в 90-х гг. и часто невыгодные условия контрактов, предлагаемые зарубежными партнерами, выявили необходимость профессионального правового сопровождения международных договоров. Проблемой того периода было также то обстоятельство, что в связи с экономическим кризисом, уменьшением финансирования научных исследований подразделения изобретательской и патентно-лицензионной работы в организациях и на предприятиях были практически ликвидированы. К примеру, в НАН Украины количество специалистов таких отделов уменьшилось с 7–10 до 2–3, в некоторых – с 3–4 до одного. Значительно ухудшилась оплата их труда.

Переход к патентной форме защиты изобретений, отсутствие у предприятий традиций платить за использованную интеллектуальную собственность, отсутствие навыков заключения договоров, а также примерных их моделей, неразвитость государственной поддержки инновационной деятельности и передачи технологий обусловили необходимость перестройки работы по созданию и использованию ОИС.

Национальная академия наук Украины неоднократно обращала внимание на эти актуальные вопросы. Ситуация изменилась лишь с принятием в 2006 г. Закона «О государственном регулировании деятельности в сфере трансфера технологий». В него были внесены положения о создании в органах исполнительной власти, Национальной и отраслевых академиях наук, учреждениях науки и образования подразделений по вопросам инновационной деятельности, трансфера технологий, охраны интеллектуальной собственности.

С 2003 г. показатели изобретательской работы в НАН Украины начали улучшаться, количество заявок на изобретения и полезные модели возросло до 600–700 в год. Существенно укрепило эти позиции распоряжение Президиума НАН Украины «О подразделениях по вопросам трансфера технологий, инновационной деятельности и интеллектуальной собственности» №15 от 16.01.2008 г. [1]. Документом были утверждены:

- Типовое положение о структурном подразделении по вопросам трансфера технологий, инновационной деятельности и интеллектуальной собственности научных учреждений НАН Украины (далее – структурное подразделение);
- Положение об использовании объектов права интеллектуальной собственности в НАН Украины;
- примерные договоры о служебных объектах права интеллектуальной собственности и выплата вознаграждения за их использование и примерный договор между создателями объектов права интеллектуальной собственности.

В обязанности руководителей академических научных учреждений были включены создание структурных подразделений, а также реорганизация существующих патентно-лицензионных отделов в указанные подразделения с введением в штатное расписание соответствующих должностей. Организациям было предложено рассмотреть вопрос о внесении дополнений в коллективные договоры об определении размера и порядка выплаты вознаграждения, премирования изобретателям и авторам.

Новым в деятельности структурных подразделений было существенное расширение их функций: обеспечение охраны кроме изобретений и полезных моделей других ОИС, в том числе авторского права; поддержка трансфера технологий; организация и выполнение маркетинговых, патентно-конъюнктурных исследований. К тому же распоряжением Президиума НАН Украины от 30.10.2005 №683 были утверждены требования и рекомендации о порядке инвентаризации нематериальных активов, что усилило их бухгалтерский учет. В результате в 92 научных учреждениях НАН Украины физико-технического и химико-биологического профиля были созданы такие подразделения, в которых введены должности научных работников (ранее были предусмотрены инженерные), что позволило увеличить оплату труда и привлечь более опытных специалистов.

Организация охраны и коммерциализации ОИС

Управление ОИС в Национальной академии наук Украины осуществляется научными учреждениями, предприятиями опытно-производственной базы; Комиссией Президиума НАН Украины по вопросам охраны и использования ОИС; академическими организациями по охране интеллектуальной собственности, трансферу технологий и инновационной деятельности. В 1997 г. был образован Центр интеллектуальной собственности и передачи технологий НАН Украины, на который возложено проведение исследований в этой области, координация деятельности структурных подразделений по вопросам трансфера технологий, инновационной деятельности, интеллектуальной собственности и предоставление патентных, юридических услуг, услуг по оценке стоимости ОИС. Центр принял участие в разработке многих контрактов по передаче технологий, созданных институтами НАН Украины, фирмам зарубежных стран, а также в образовании хозяйственных обществ, научных парков на основе передаваемых прав интеллектуальной собственности. Было подготовлено большое число методических рекомендаций, проектов нормативных актов НАН Украины. Сотрудники центра проводят профильные консультации, участвуют во многих проектах Европейской комиссии, Мирового банка, USAID, ВТО по вопросам охраны интеллектуальной собственности, инновационной деятельности, адаптации национального законодательства к законодательству ЕС.

В 2016 г., в частности, был реализован проект по совершенствованию нормативно-правового и институционального регулирования передачи знаний из научных организаций и высших учебных заведений в промышленный сектор, а также разработке ключевых мероприятий по передаче знаний для становления в Украине экономики, основанной на знаниях. В рамках проекта совместно с Университетом Тарту (Эстония) были подготовлены рекомендации по совершенствованию передачи знаний в научных организациях Украины, а также по созданию благоприятного режима государственного стимулирования этой деятельности с учетом опыта, накопленного в Евросоюзе [2].

Подразделения по трансферу технологий, инновационной деятельности и интеллектуальной собственности

В основные задачи структурных подразделений входят:

- выявление ОИС, получаемых в результате НИОКР; проведение патентных исследований, исследований на патентную чистоту; обеспечение охраны прав на изобретения, полезные модели, промышленные образцы, коммерческую тайну,

рационализаторские предложения, торговые марки, научные открытия, интегральные микросхемы, компьютерные программы, базы данных, сорта растений и другие ОИС, которые создаются в учреждении;

- маркетинговые, патентно-конъюнктурные исследования;
- осуществление мероприятий по использованию результатов НИОКР, объектов права интеллектуальной собственности, наукоемкой продукции учреждения, поддержка лицензионной деятельности, передачи технологий.

К примеру, структурное подразделение в рамках маркетинговых исследований определяет потребность в результатах НИОКР, которые могут быть созданы; возможность их реализации (на базе изучения информации о рынке, экспорте-импорте аналогичной продукции, ее технико-экономических показателей и т.п.); устанавливает потенциальных партнеров по реализации продукции; участвует в подготовке бизнес-планов по внедрению результатов НИОКР, ОИС и др.

Политика НАН Украины в отношении ОИС

В целях повышения эффективности использования результатов исследований Европейской комиссией был принят ряд политических документов, а также Рекомендации «Об управлении правами интеллектуальной собственности для университетов и других государственных научно-исследовательских организаций» [3]. Также Всемирной организацией интеллектуальной собственности было подготовлено Типовое положение о политике в области интеллектуальной собственности для университетов и научно-исследовательских учреждений [4].

Кроме того, в каждом зарубежном научном учреждении в области интеллектуальной собственности принята своя, особенная политика. Она обуславливает особенности и принципы распределения прав на ОИС между работниками, научным учреждением и предприятиями; размер и порядок выплаты вознаграждения изобретателям и авторам; порядок заключения договоров с ними; особенности охраны ОИС при проведении НИОКР и др.

В 2007–2008 гг. было подготовлено и принято Президиумом НАН Украины Положение об использовании объектов права интеллектуальной собственности в НАН Украины, в котором определены основные направления деятельности институтов в этой сфере и решены ключевые вопросы коммерциализации ОИС [5].

Распределение прав интеллектуальной собственности на результаты исследований

Всех участников процесса коммерциализации результатов исследований интересуют два важнейших вопроса: каким образом должны распределяться

имущественные права между работником и научной организацией, а также между научной организацией и министерством, ведомством, академией наук, которые являются заказчиками проведения НИОКР. Эта тема обсуждается и исследуется специалистами стран СНГ, в том числе и автором данной статьи [6].

При проведении НИОКР за счет ведомственного бюджетного финансирования НАН Украины право на подачу заявки и получение охранных документов, а также право приобретения имущественных прав на другие ОИС принадлежит исполнителю НИОКР – научному учреждению. Ему изобретатель передает по договору свою часть имущественных прав на подачу заявки, получение охранного документа, а также на объекты авторского права на условиях, которые предусматривают выплату вознаграждения при использовании ОИС. Если учреждение принимает решение о прекращении поддержки охранных документов в силе, разработчик имеет приоритетное право на их оформление на себя.

В случае, если научная организация не предусматривает зарубежное патентование, а изобретатель служебного ОИС предлагает осуществить его за свои средства или средства других организаций, учреждение может предоставить ему такое право. При этом подписывается соглашение, предусматривающее получение учреждением доли лицензионных платежей от использования ОИС, а также возможность экспорта в соответствующую страну наукоемкой продукции, изготовленной с их применением.

При осуществлении договорной тематики за счет средств предприятий и других субъектов предпринимательской деятельности, иностранных и международных организаций научным учреждением и заказчиком должны быть урегулированы следующие вопросы:

- распределение имущественных прав на ОИС, создаваемые во время проведения исследований;
- установление сторон (стороны), которые подают заявки и получают охранные документы;
- выплата вознаграждения авторам ОИС, определение стороны, которая ее осуществляет.

В случае партнерских договоров между учреждениями НАН Украины и предприятиями по внедрению результатов исследований, которые финансируются совместно, право использования ОИС, ноу-хау, созданных академической организацией, предоставляется предприятию исключительно на основе лицензионных договоров, согласно которым предусматривается выплата учреждению роялти. Размер последнего определяется по договоренности с учетом того, что обычная ставка составляет не менее 3–5% валового дохода от реализации продукции, выпущенной по лицензии, или не менее 20% чистой прибыли, которую предприятие получает от ее продажи.

Если предприятие в рамках проекта финансирует работы, выполняемые организацией-партнером или учреждением, или сторонами совместно, договором должны быть установлены стороны, которые приобретают права на ОИС, подают заявки на получение охранных документов и осуществляют поддержку их действия, выплачивают вознаграждение создателям ОИС, а также оговорены условия выплаты учреждению роялти организацией-партнером.

Наиболее сложный вопрос возникает при финансировании НИОКР министерствами и ведомствами, которые в договорах часто предусматривали, что исключительные права на ОИС принадлежат им. В то же время министерства обычно не принимали участия в подаче заявок на изобретения, а также внедрении полученных результатов. Подобная ситуация была близка к послевоенной практике США, когда правами на ОИС, созданными по государственным контрактам, управляли министерства, и показатели получения охранных документов и внедрения разработок были чрезвычайно низкими.

Попытки принять в Украине Закон, аналогичный Закону Бая–Доула [7], согласно которому права на создаваемые в рамках государственного финансирования изобретения передавались исполнителям НИОКР, не увенчались успехом. Однако в 2015 г. при рассмотрении в Верховном Совете Украины проекта Закона «О государственном регулировании трансфера технологий в Украине» он был дополнен положениями о правовом режиме ОИС. В частности, ст. 11 Закона закрепила следующие нормы:

- в случае, если технология и/или ее составляющие созданы в процессе выполнения НИОКР, которые финансируются за счет бюджетных средств, имущественные права на эти разработки принадлежат учреждениям, организациям и предприятиям – исполнителям этих работ, кроме случаев, когда их результаты отнесены к государственной тайне, а также в других случаях, определяемых законом;
- технология должна использоваться преимущественно на территории Украины;
- имущественные права на научно-техническую продукцию, созданную за бюджетные средства, могут передаваться для использования на территории иностранных государств в порядке, установленном законодательством;
- центральные органы исполнительной власти, Национальная академия наук Украины и отраслевые академии наук (заказчики) имеют право безвозмездно коммерциализировать технологию в целях выполнения работ или поставки для государственных потребностей, что обязательно прописывается в договоре на создание технологии;
- если результатом выполнения НИОКР стала разработка, которая отнесена к государственной тайне, а также в других случаях, определяемых законом, учреждение направляет заказчику

(министерству, Академии наук) уведомление о ней в течение одного месяца со дня получения такой информации от автора технологии. Заказчик или уполномоченное им государственное учреждение в течение двух месяцев решает вопрос о передаче исполнителю прав на указанную технологию и обязан:

- заключить с ним договор о передаче имущественных прав на ОИС, составляющие технологию; определить сторону, которая осуществляет их правовую охрану и обеспечить при необходимости подачу охранных документов;
- урегулировать вопросы заключения с автором письменного договора о размере и условиях выплаты ему (правопреемнику) вознаграждения согласно экономической ценности технологии или другой выгоды, которая может быть получена от ее использования.

Если заказчик не выполнит указанных требований в установленный срок, действия по обеспечению правовой охраны осуществляет исполнитель НИОКР, к которому переходят права на созданную разработку.

Указанные положения Закона определили правовой режим использования технологии, создаваемой за счет бюджетных средств. Однако Закон распространялся лишь на ОИС, в которых она была воплощена, но не на другие объекты, например устройства.

В 2015 г. в новой редакции Закона Украины «О научной и научно-технической деятельности» удалось предусмотреть распространение режима, установленного ст. 11 Закона Украины «О государственном регулировании деятельности в области трансфера технологий», на все объекты права интеллектуальной собственности, созданные за счет бюджетных средств [8].

Принятие указанных положений в целом меняет отношение к изобретательству в государственном секторе, делает создаваемые ОИС «чистыми» для последующей коммерциализации. Ранее результаты НИОКР, получаемые бюджетными организациями, имели смешанный, не всегда определенный правовой режим интеллектуальной собственности в связи с тем, что часть тематики финансировалась министерствами, часть НАН Украины. К тому же произошел отказ от расплывчатых формулировок о различных случаях, когда имущественные права на ОИС передаются органам государственного управления. Были выделены именно объекты, отнесенные к государственной тайне, идентификация которых осуществляется достаточно точно на основе закона.

Кроме того, новые положения Закона позволяют избежать случаев, когда министерство в договоре закрепляет за собой права на ОИС без дальнейших действий по подаче заявок, заключению договоров с изобретателями, выплате вознаграждения, а также организации использования ОИС. В этом случае имущественные права на ОИС остаются у организации – исполнителя НИОКР.

Использование ранее полученных результатов

Проблематика правового режима ранее полученных результатов, которые используются при выполнении текущих контрактов с национальными и зарубежными заказчиками, является новой для стран СНГ. В то же время типично заключение договора на проведение НИОКР на небольшую сумму 100–200 тыс. долл. сроком на 1 год, например с организациями Китая. При этом, однако, задействован весь багаж научно-исследовательского института, полученный в рамках государственного финансирования НИОКР в течение десятков лет. Обычно также в контрактах закрепляются права интеллектуальной собственности за заказчиком. Если не предусмотреть разделение результатов на полученные по контракту и созданные ранее, заказчику фактически могут быть переданы права интеллектуальной собственности на весь многолетний опыт института в соответствующей области.

Зарубежной практикой выработаны механизмы действий в этом случае. Более того, если при проведении НИОКР не будут выделены ранее созданные результаты и не будет определен соответствующий режим их использования, то в случае Рамочных программ исследований и разработок Европейского Союза, в том числе программы «Горизонт 2020» финансирование не осуществляется. Близкие требования предъявляются к заказчикам научной продукции из министерств и ведомств в США.

Аналогично в Положении об использовании объектов права интеллектуальной собственности в НАН Украины предусматривается, что в случае применения ранее полученных результатов, имущественные права на которые принадлежат учреждению, следует указать их в договоре на проведение НИОКР и в отчетной документации по нему. Необходимо также, согласно требованиям ст. 1108–1110 Гражданского кодекса Украины, предоставить лицензии на использование ранее созданных ОИС по лицензионному договору или в рамках отдельного раздела в договорах на финансирование НИОКР. Отметим, что в последних кроме предоставления прав использования ранее полученных результатов на лицензионной основе приводятся положения о соблюдении заказчиком относительно них режима конфиденциальности, запрете передавать их третьим лицам, а также использовать полученную информацию при подаче заявок на изобретения и др.

Стимулирование и выплата вознаграждения за использование ОИС

В связи с тем, что законодательство Украины не определяет размера выплаты вознаграждения изобретателям (указанное существует лишь для

авторов технологий) [9] актуальным было закрепление в Положении размера и порядка выплаты вознаграждения за использование ОИС, а также условий премирования. Так, работнику предусмотрены выплаты:

- при выпуске продукции учреждением с использованием ОИС в сумме не менее 2% валового дохода от ее реализации или дохода от продажи части продукции (деталей, механизмов и т.п.), произведенной с использованием ОИС;
- при заключении лицензионного и других договоров о распоряжении имущественными правами интеллектуальной собственности в сумме не менее 30% дохода от сумм доходов, полученных по договору;
- при уменьшении стоимости производимой продукции и другой выгоде, полученной учреждением, на условиях, определенных коллективным договором.
- при использовании служебного ОИС, имущественные права на который вносятся в уставной капитал хозяйственного общества, согласно коллективному договору.

В коллективном договоре учреждение и трудовой коллектив могут предусмотреть выплату изобретателям и авторам разовой премии при получении охранного документа и др.

При сохранении конфиденциальности служебного ОИС организация согласно законодательству должна выплачивать изобретателям и авторам вознаграждение в зависимости от экономической ценности изобретения (полезной модели, промышленного образца, сорта растений и т.п.) и (или) другой выгоды, которая может быть получена учреждением.

Кроме того, с учетом зарубежной практики было предусмотрено, что в коллективном договоре закрепляются принципы распределения средств, которые получает учреждение от использования ОИС. Они делятся на три части: между авторами ОИС, подразделением, где они работают, а также учреждением. Значительным стимулом изобретательской работы в Академии наук является проведение ежегодного конкурса результатов деятельности учреждений по созданию, охране и использованию объектов права интеллектуальной собственности и на звание «Изобретатель года НАН Украины». Оно присваивается десяти лучшим разработчикам с выплатой им, а также учреждениям, где они работают, соответствующих премий.

Невзирая на предпринятые меры, с 2013 г. наблюдается снижение количества поданных заявок на изобретения и полезные модели, что связано с уменьшением бюджетного финансирования на проведение научных исследований и ограничением использования средств, которые получают научные учреждения по хозяйственным с предприятиями. Среди основных проблем, влияющих на изобретательскую и патентно-лицензионную деятельность, можно назвать недостаток средств на реализацию государственных программ поддержки трансфера технологий, создание наукоемких предприятий

на основе ОИС, отсутствие налоговых стимулов инновационной деятельности, венчурного финансирования, сложности с комплектованием кадрового состава, нехватку в учреждениях собственных средств, а также целевого бюджетного финансирования на зарубежное патентование.

В то же время специалисты НАН Украины активно работают с Министерством образования и науки, комитетами Верховного Совета по вопросам подготовки проектов законодательных актов в сфере инноваций и коммерциализации интеллектуальной собственности. В 2015 г. разработан проект Закона «О поддержке и развитии инновационной деятельности», предусматривающий широкое стимулирование внедрения инноваций. В прошлом году состоялись парламентские слушания на тему «О состоянии и законодательном обеспечении развития науки и научно-технической сферы государства» [10], в 2016 г. – слушания в Комитете Верховного Совета Украины по вопросам науки и образования «Законодательное обеспечение развития Национальной инновационной системы: состояние и направления решения» [11], в рекомендациях которых предусмотрена система мер по совершенствованию финансирования и организации инновационной деятельности, коммерциализации интеллектуальной собственности. ■

Статья поступила в редакцию 16.10.2016 г.

Summary

The organization of work on the creation, protection and commercialization of intellectual property rights in research institutes of the National Academy of Sciences of Ukraine is analyzed. It is noted the leading role of the Departments for Innovation, Technology Transfer, Protection of Intellectual Property created in the 92 physical, technical and chemical-biological institutes of the Academy in accordance with the Law of Ukraine "On state regulation of activities in the field of technology transfer."

See: http://innosfera.by/2017/01/NAS_Ukraine

Литература

1. Розпорядження Президії НАН України від 16.01.08 №15 «Про підрозділи з питань трансферу технологій, інноваційної діяльності та інтелектуальної власності» (із змінами відповідно до розпоряджень Президії НАН України від 01.03.2013 №142 та від 30.10.2008 р. №622, від 15.06.2015 р. №430, від 17.05.2016 р. №293).
2. Електронний ресурс: <http://cippt.nas.gov.ua/en/News.html>.
3. European Commission, «On the management of intellectual property in knowledge transfer activities and Code of Practice for universities and other public research organisations» // <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:32008H0416&from=EN>.
4. Електронний ресурс: http://www.wipo.int/export/sites/www/dcea/en/pdf/Tool_Cover_Model_Policy_rus_.pdf.
5. Положення про використання об'єктів права інтелектуальної власності в НАН України, затверджено Розпорядженням Президії НАН України від 16.01.08 №15 «Про підрозділи з питань трансферу технологій, інноваційної діяльності та інтелектуальної власності» (із змінами).
6. Капіца Ю. Врегулювання прав на об'єкти права інтелектуальної власності, створені за рахунок бюджетних коштів // Право України. 2005, №3. С. 72–76;
7. The Bayh—Dole Act (Patent and Trademark Law Amendments Act) Pub. L. 96—517, December 12, 1980.
8. Закон України «Про наукову і науково-технічну діяльність» // Відомості Верховної Ради. 2016, №3, ст. 25.
9. Постанова Кабінету Міністрів України від 4 червня 2008р. №520 «Про затвердження мінімальних ставок винагороди авторам технологій і особам, які здійснюють їх трансфер».
10. Постанова Верховної Ради України «Про Рекомендації парламентських слухань на тему: «Про стан та законодавче забезпечення розвитку науки та науково-технічної сфери держави» // Відомості Верховної Ради. 2015, №16, ст. 117.
11. Рекомендації слухань у Комітеті Верховної Ради України «Законодавче забезпечення розвитку Національної інноваційної системи: стан та шляхи вирішення» від 15 червня 2016 р.



Людмила Нехорошева,

завкафедрой економіки промислових підприємств
Белоруського державного
економічного університета,
доктор економічних наук,
професор



Екатерина Милоста,

аспірант кафедри економіки
промислових підприємств
Белоруського державного
економічного університета

Резюме. В статті розглянуто найважливіший етап інноваційної діяльності – комерціалізація науково-технічних результатів. Виявлені основні бар'єри на шляху інноваційного розвитку в Білорусі. Проаналізовані моделі комерціалізації і їх еволюція, інструменти фінансування. Визначені провідні зарубіжні країни в цій сфері, виділені нові форми використання наукових розробок: слияние и поглощение, инновационные ваучеры, краудфандинг, краудсорсинг, поддержка стартапов. Обоснованы элементы зарубежного опыта, которые следует адаптировать в условиях нашей республики, что позволит активизировать имеющийся в стране научно-технический и интеллектуальный потенциал.

Ключевые слова: інновації, комерціалізація, моделі комерціалізації, патентна статистика, кластери, інноваційні ваучери.

У мний ріст, оснований на знаннях і інноваціях, назван найважливішим пріоритетом стратегії ЄС «Європа 2020». Це обумовлено тим, що в сучасних умовах інноваційне розвиток, в-перших, визначає конкурентоспроможність випущеної продукції, послуг, технологій, в тому числі дає можливість формувати глобальні конкурентні переваги; в-других, забезпечує економічну стійкість компаній в умовах кризи; в-третьих, є основою технологічної, інноваційної, економічної і національної безпеки держави в цілому.

Бар'єри на шляху інновацій

Доведення результатів науково-технічних розробок до практичного використання – одна з ключових завдань для нашої країни. Вона сформульована в Законі від 14.11.2005 г. №60–3

Необходимость и возможности

использования результатов научно-технической деятельности



«Об утверждении основных направлений внутренней и внешней политики Республики Беларусь» (ред. от 04.06.2015), концепции Государственной программы инновационного развития на 2016–2020 гг., а также в Указе Президента Республики Беларусь от 04.02.2013 № 59 «О коммерциализации результатов научной и научно-технической деятельности, созданных за счет государственных средств» (ред. от 21.07.2014).

Государственным комитетом по науке и технологиям совместно с Европейской экономической комиссией ООН разработан проект второго Обзора инновационного развития Республики Беларусь, анализ содержания которого позволил выявить основные барьеры на пути инноваций в нашей стране:

- отсутствие законодательного закрепления новых источников и инструментов финансирования инновационной деятельности;
- постоянный акцент практической инновационной политики на технологические инновации и отсутствие внимания к другим типам инноваций;
- неопределенность юридического статуса прав интеллектуальной собственности, возникающих в результате проведения научных исследований, финансируемых из государственного бюджета;
- слабые связи и недостаточные возможности для взаимодействия между участниками инновационной деятельности, отсутствие спонтанного, идущего снизу вверх, сотрудничества между ними;
- сильное давление в сторону коммерциализации и отсутствие смягчающих риск финансовых механизмов в случае государственного финансирования научно-технических проектов, выражающееся в обязанности консорциумов возратить грант, если результаты исследований не удалось ввести в гражданский оборот;
- несущественная роль частного сектора в финансировании ранней стадии инноваций;
- малая доля инновационных малых и средних предприятий в общем числе малых и средних хозяйствующих субъектов.

Использование результатов научно-технической деятельности, новые источники финансирования и методы стимулирования коммерциализации позволяют в значительной степени устранить препятствующие активизации инновационной деятельности барьеры, указанные во втором «Обзоре инновационного развития Республики Беларусь», подготовленного Европейской экономической комиссией ООН (обсужден 6.10.2016). Актуальность решения указанных задач обусловлена тем, что Республика Беларусь обладает значительным научно-техническим потенциалом для технологического обновления и модернизации производственной сферы экономики. Однако он задействован не в полной мере: система коммерциализации научных разработок не отличается высокой эффективностью, хозяйствующие субъекты не имеют достаточного опыта в преобразовании научно-технического потенциала в коммерческий успех. Рассмотрим перспективные модели освоения научно-технических разработок и возможности их использования в отечественной экономике.

Эволюция моделей инновационного процесса

В технологически развитых странах разработаны и применяются различные схемы коммерциализации результатов научно-технической деятельности, которые во многом определяются выбранной моделью национальной инновационной системы.

Различают две модели формирования инновационных систем. Одна из них направлена на **создание инноваций** (США, Великобритания, Франция), другая ориентирована в большей степени на их **распространение** (Япония, Швеция). Несмотря на взаимопроникновение характерных для двух базовых моделей черт, принципиальные отличия между ними продолжают просматриваться [1].

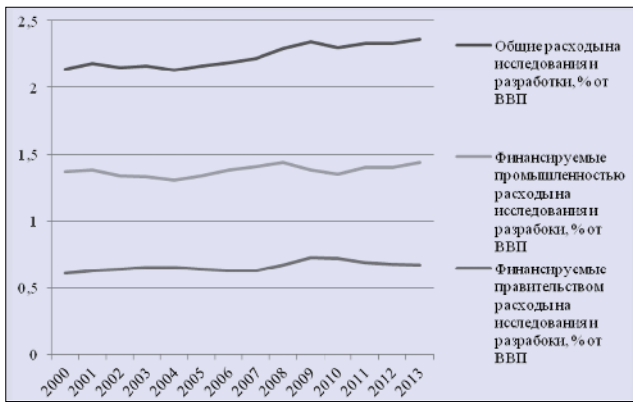


Рисунок. Динамика расходов на исследования и разработки (страны ОЭСР), в процентах от ВВП

Источник: OECD (2016), Science and Technology Indicators, Science, Technology and Patents (database) // URL: <http://stats.oecd.org/>

Общей тенденцией, характерной для инновационных государств, является переход к *модели открытых инноваций*, которая характеризуется активным обменом результатами интеллектуальной деятельности [2]. Крупные корпорации ориентированы не только на самостоятельное осуществление полного инновационного цикла – от генерации идеи до выпуска на рынок готовых продуктов, но и на активное заимствование перспективных технологий от внешних разработчиков. В рамках модели закрытых инноваций, эффективно функционировавшей в течение XX в., компании реализовывали полный инновационный цикл в пределах внутренних бизнес-процессов, самостоятельно генерировали идеи, занимались исследованиями, производством, продвижением товаров на рынок. В современных условиях подобная модель перестает быть эффективной, преимущества открытых инноваций становятся очевидными. Предприятиям приходится полагаться исключительно на собственные исследования, поскольку источники роста инновационного потенциала и конкурентоспособности зачастую находятся за пределами организаций. Кроме того, заимствование научно-технических результатов позволяет избежать расходования ресурсов на дублирование одной и той же тематики. Компании иногда неспособны эффективно распорядиться собственными разработками (например, из-за отсутствия необходимых инвестиций), или изыскания оказываются непрофильными, поэтому внутренние изобретения, которые не используются в собственном бизнесе, следует реализовать на стороне (посредством лицензирования, создания совместных предприятий и т.д.). Активному распространению открытых инноваций способствовал рост мобильности научно-технических специалистов, растущая доступность венчурного капитала, сокращение инновационного лага.

Развитие инновационного процесса сопровождалось возникновением его новых форм и, соответственно, их исследованием [3, 4]. В зависимости от причины, вызвавшей необходимость использования инноваций в производстве, появились модели «технологического толчка» («technology push») и «вытягивания спросом» («market pull»). Первая характеризуется проведением НИОКР на основе углубления научных и технологических знаний, вторая направлена на формирование конкурентных преимуществ, обеспечивающих успех на рынке. Попытка объединения рядом зарубежных ученых [5] этих линейных концепций привела к появлению интерактивной модели, подчеркивающей важность как рыночных, так и научно-технических факторов и их взаимосвязь между собой. Четвертая модель, получившая название интегрированной, фокусируется на параллельной деятельности интегрированных групп, внешних горизонтальных и вертикальных связях, что в конечном итоге сокращает время воплощения инновационной идеи в готовую продукцию и доведения ее до потребителя. И наконец, пятое поколение представлено сетевой моделью, основанной на использовании инновационных и коммуникационных технологий для обеспечения внутренних и внешних связей предприятия. Ее ключевыми аспектами определены интеграция, гибкость, организация сетей и оперативная обработка информации [6]. Применение сетевой модели позволяет субъектам хозяйствования сокращать затраты на организацию инновационного процесса и ускорять коммерциализацию инноваций, что особенно важно в условиях возрастающей конкуренции.

Финансирование коммерциализации результатов научно-технических разработок

В рамках национальной экономики формируются различные способы финансирования инновационной деятельности: рыночная, корпоративно-государственная, кластерная (сетевая), мезокорпоративная и др. [4, 7, 8]. В формате *рыночной модели* (США, Великобритания, Израиль, Австралия), для которой характерны развитая сеть институциональных инвесторов, четко оформленная система определения прав собственности, важнейшими источниками финансирования выступают венчурные предприятия, фонды, сети бизнес-ангелов. Ключевыми субъектами *корпоративно-государственной модели* (Франция, Италия) являются крупные компании и организации (корпорации, банки, исследовательские институты), значительна роль инновационных проектов, реализуемых в рамках государственно-частного партнерства. Основные игроки *кластерной* (сетевой) модели (Германия, Швеция, Финляндия, Дания) – малые

инновационные предприятия, крупные компании, институциональные инвесторы, научно-исследовательские институты, университеты, объединенные в отраслевые или территориальные кластеры. Государство выполняет стимулирующую функцию в их объединении. Главными субъектами *мезокорпоративной модели* (Корея, Сингапур, Япония, Китай) являются крупные многоотраслевые концерны, состоящие из множества разнопрофильных компаний. Полный инновационный цикл замкнут внутри мезокорпораций и ориентирован на достаточно быстрое вовлечение технологических разработок в производство, гибкое реагирование на изменяющиеся условия. Зачастую предполагается внешнее заимствование инновационного решения и создание его технологически усовершенствованного аналога. Для успешного функционирования мезокорпоративной модели необходима устойчивая финансовая система, хорошо развитое профессионально-техническое образование, способность быстро формировать новые компетенции, высокий уровень развития корпоративной и инновационной культуры. Китай, активно использующий данную модель, поставил амбициозную задачу: выйти в число инновационных лидеров к 2020 г., а к 2050 г. возглавить мировой рейтинг в сфере науки и технологий [9]. Таким образом, государство, определяя приоритетные цели развития национальной экономики, в значительной степени влияет на формирование моделей финансирования коммерциализации результатов научно-технических разработок. В то же время в этом процессе важна роль и самих организаций (предприятий).

Поощряя исследования и разработки, страны создают основу для инновационного развития конкретных субъектов хозяйствования. Общие совокупные расходы на научную деятельность за рубежом в целом имеют тенденцию к росту, в том числе в процентном отношении от ВВП (рисунок). Наиболее высокие показатели в государствах ОЭСР за 2013 г. характерны для Израиля (4,21%), Кореи (4,15%), Японии (3,48%), Финляндии (3,31%), Швеции (3,30%).

Тенденцией, характерной для систем коммерциализации практически всех развитых стран, является значительная поддержка со стороны государства, в том числе и финансовая, а также на законодательном уровне. Она особенно необходима на начальном этапе инновационной деятельности, когда научно-технические разработки лишь потенциально способны принести прибыль в будущем, имеют высокие риски реализации, в связи с чем у многих хозяйствующих субъектов отсутствует экономический интерес в отношении исследований. Параллельно в большинстве передовых государств финансирование разработок ведется частным сектором, что существенно ускоряет процессы их коммерциализации и ориентацию на новые ниши на рынке.

Таким образом, согласно нашим исследованиям, в развитых странах на первых фазах инновационного цикла значительную роль играет государство, а на последующих, когда реализация новых технологий начинает приносить высокую добавленную стоимость, активно подключается частный капитал (тенденция, выявленная при оценке развития моделей финансирования нанотехнологий в странах – технологических лидерах. – Людмила Нехорошева).

В авангарде по показателю удельного веса промышленного сектора в финансировании научных исследований и разработок находятся Корея (75,68%), Япония (75,48%), Китай (74,60%), Германия (65,21%), Словения (63,85%). Доля государственного финансирования преобладает в Аргентине (75,50%), Мексике (73,56%), России (67,64%), Румынии (52,29%), Греции (52,27%).

Оптимизация источников финансирования научных разработок определяет успешность формирования и развития моделей коммерциализации их результатов. ■

Статья поступила в редакцию 13.10.2016 г.

Summary

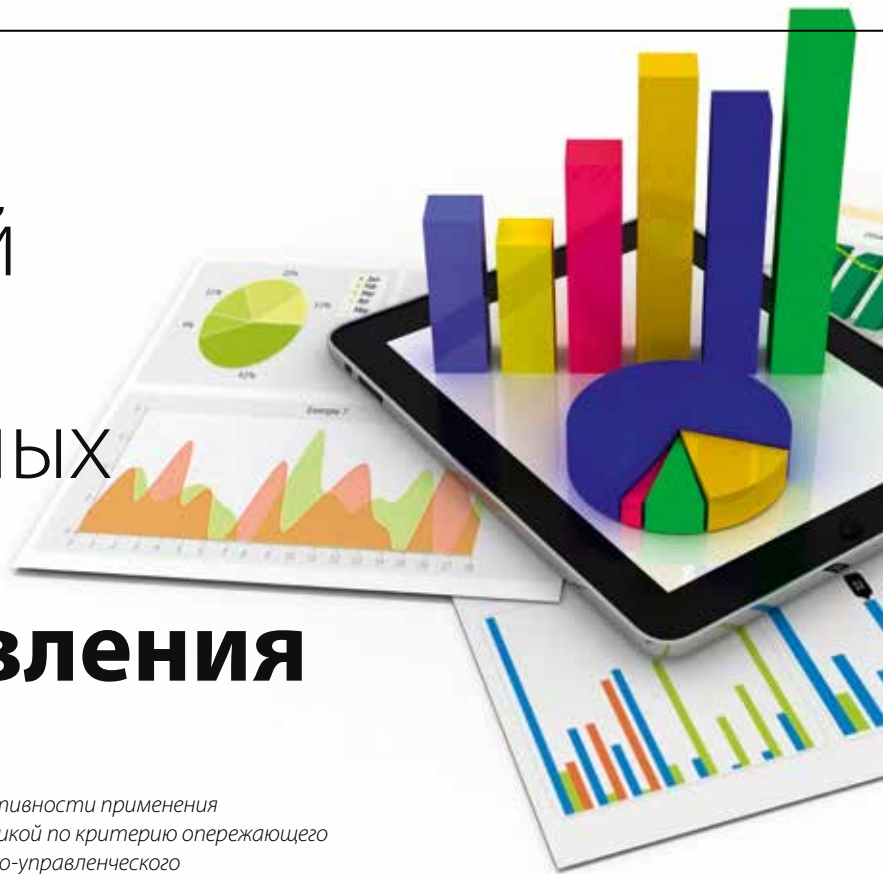
Article considers the most important stage of innovative activity – commercialization of scientific and technical activities results. The main barriers on the way of innovative development in Belarus are revealed. Commercialization models and their evolution, models of financing of innovative activities are analysed. The leading foreign countries in the sphere of commercialization of scientific and technical activities results are determined, characteristic features of foreign commercialization models are revealed. New forms and models of commercialization of scientific and technical development results are allocated: merge and acquisition, innovative vouchers, crowd funding, crowdsourcing, support of startups. Elements of foreign experience which should be adapted in the conditions of Belarus are proved, this will allow to make active available scientific and technical and intellectual potential.

See: <http://innosfera.by/2017/01/commercialization>

Литература

1. Теория и практика экономики и управления инновациями: учебно-методическое пособие / Л.Н. Нехорошева [и др.]; под ред. Л.Н. Нехорошевой. – Мн., 2013.
2. Chesbrough H.W. Open innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology. – Cambridge, MA: Harvard Business School Publishing, 2003.
3. Методы и инструменты управления инновационным развитием промышленных предприятий / под ред. И.Л. Туккеля. – СПб., 2013. – 208 с.
4. Кудашов, В.И. Модели коммерциализации интеллектуальной собственности / В.И. Кудашов, Ю.В. Нечепуренко // Инновационные образовательные технологии. 2015, № 3. С. 58–64.
5. Mowery D.C., Rosenberg N. Paths of Innovation: Technological Change in 20th-Century America. – New York: Cambridge University Press, 1998.
6. Rothwell Roy «Towards the Fifth-generation Innovation Process» // International Marketing Review. 1994. Vol. 11, Iss. 1. P. 7–31.
7. Кохно П. Модели создания интеллектуальной собственности // Интеллектуальная собственность. Промышленная собственность. 2013, № 9. С. 12–23.
8. Пестова А.А. Финансирование инноваций: в поисках российской модели / А.А. Пестова, О.Г. Солнцев // Банковское дело. 2009, № 1. С. 48–52.
9. Шумилин А.Г. Национальная инновационная система Республики Беларусь: монография / А.Г. Шумилин. – Мн., 2014.

Оценка экономической эффективности информационных ресурсов в сфере управления



Резюме. В статье обосновывается методика оценки эффективности применения информационных ресурсов на всех уровнях управления экономикой по критерию опережающего темпа роста производительности труда административно-управленческого и обслуживающего персонала по сравнению с темпом ее роста у производственных рабочих. Данная методика лишена субъективизма экспертных оценок и позволяет получить более объективную оценку не только проектной, но и фактической эффективности применения рассматриваемых ресурсов в сфере управления экономикой.

Ключевые слова: экономическая эффективность, показатели, оценка, информационный ресурс, управление.



**Владимир
Горовой,**

заместитель
декана инженерно-
экономического
факультета
Белорусского
государственного
университета
информатики
и радиоэлектроники,
старший
преподаватель
кафедры экономики

Существование и развитие любого общества связано с потреблением и использованием разнообразных ресурсов в целях удовлетворения различных запросов как отдельного индивидуума, так и общества в целом. При этом последнее располагает лимитированным количеством ресурсов, в то время как потребности каждого члена общества, напротив, неограниченны. Поэтому необходимо эффективное применение ресурсов, которое способно обеспечить наиболее полное удовлетворение человеческих потребностей.

Существует ряд общеизвестных выводов в области оценки эффективности производства. К ним относятся положение о невозможности в принципе сделать это с помощью какого-либо одного показателя в силу сложности данной процедуры; ресурсный и затратный подходы; оценка абсолютной (общей) и сравнительной (относительной) эффективности производства.

Несмотря на определенные достижения экономической науки в этой сфере, в ней существует и ряд проблем, обусловленных факторами

объективного характера. В первую очередь сложностью и многогранностью эффективности производства как предмета научного познания.

Производительность труда, материалоотдача и фондоотдача – частные показатели применения различных производственных ресурсов (трудовых, материальных, основных и оборотных фондов). В полной мере объективно отражать эффективность производства данные индикаторы, очевидно, не могут по той простой причине, что один и тот же его результат вменяется по отдельности и затратам труда, и объему потребленных материальных ресурсов и услуг сторонних организаций, и производственным основным и оборотным фондам.

На роль совершенных также не могут претендовать общепризнанные в экономической науке показатели сравнительной эффективности производства, поскольку при их расчете в качестве результата производства выступает прибыль, которая является составной частью валовой добавленной стоимости. Последняя, кроме этого, включает в себя фонд оплаты труда

и амортизационные отчисления. Следовательно, увеличить прибыль, а значит и повысить показатели сравнительной эффективности, можно за счет простого уменьшения величины этих двух составляющих. Современное законодательство дает предприятию право на самостоятельный выбор метода расчета амортизационных отчислений и возможность в начале каждого года менять его. И если субъект хозяйствования выбрал линейный метод амортизации, то величина отчислений будет одна, если ускоренной (замедленной) – другая. Годовой же объем амортизационных платежей, как уже было отмечено, при прочих равных условиях напрямую влияет на величину прибыли.

Тем не менее рассмотренные недостатки показателей абсолютной и сравнительной эффективности вовсе не означают их практическую несостоятельность. Их применение вполне оправданно при принятии конкретных управленческих решений. Оправданно оно и при оценке экономической эффективности информационных ресурсов в управленческой сфере, под которыми в статье понимаются средства труда, используемые в процессе сбора и передачи информации [1]. Анализ существующих методов оценки экономической эффективности ИТ в управлении экономикой выявил два подхода к данной проблеме. Первый из них базируется на долгосрочных экспертных оценках как финансовых, так и (или) нефинансовых показателей. Описанию и анализу методов, применяемых в рамках этого подхода, посвящен ряд работ отдельных отечественных ученых, выделивших среди них следующие группы: международные методологии и стандарты информационных систем; классические финансовые методы оценки инвестиционных ИТ-проектов; методы оценки специальных показателей экономических преимуществ цифровых технологий; функциональные методы анализа результативности ИТ-услуг; комплексные методы оценки финансовых и нефинансовых показателей и др. [2].

С помощью данного подхода можно определить проектную (потенциальную) эффективность, которая, как правило, всегда оказывается на высоком уровне. Что неудивительно, так как экспертная оценка не является объективным отражением действительности, а многие методики, используемые при этом, оказываются весьма сложными, непонятными для большинства специалистов и даже руководителей, не входящих в узкий круг экспертов. В итоге благодаря данным методикам можно легко обосновать

любые инвестиции в информационные проекты независимо от их реальной эффективности. Заинтересованность в этом ИТ-разработчиков очевидна.

Второй подход основан на эмпирическом анализе фактической результативности применения информационных ресурсов. При этом задействуются простые и понятные всем традиционные методы и показатели эффективности производства, лишенные субъективизма экспертной оценки. Полученные в ходе эмпирических исследований результаты носят более объективный характер и не выглядят такими уж «радужными». Так, в конце 80-х гг. был обнаружен феномен, названный по имени его открывателя «парадоксом Солоу» [3]. Его суть заключается в том, что инвестиции в информатизацию деятельности американских компаний, с одной стороны, не приводили к росту прибыли или производительности труда, с другой – вызывали еще большее увеличение вложений в информационные ресурсы. Данные результаты были подтверждены и другими учеными [4, 5].

В исследовательской работе «Рост производительности труда в США в 1995–2000», проведенной McKinsey Global Institute, указано, что управленческие инновации, обострение конкуренции и циклические факторы были более важными прямыми причинами роста производительности труда в Соединенных Штатах во второй половине 90-х гг. прошлого века, чем применение информационных ресурсов. Их использование за редким исключением не приводило к «революционному» увеличению данного показателя [6].

Таким образом, экспертные оценки экономической эффективности информатизации с помощью и финансовых, и нефинансовых показателей не могут рассматриваться в качестве действенного механизма управления. Традиционным же методам затратной и ресурсной оценки эффективности производства присущ более объективный характер, хотя, как отмечалось выше, и они не лишены субъективных недостатков.

Проблема оценки эффективности информатизации управленческой деятельности сводится к выбору критерия, в качестве которого рост производительности труда сам по себе выступать не может в силу зависимости от множества факторов. Среди них выделяют три основные группы:

- материально-технические, к которым относятся повышение технического уровня производства (механизация и автоматизация производственного процесса,

увеличение единичной мощности машин и оборудования, создание новых технологий), применение новых видов сырья, материалов, энергии;

- организационные, включающие совершенствование производства (материально-техническое снабжение, ремонтное обслуживание), труда (улучшение условий, подготовка и переподготовка кадров, укрепление трудовой дисциплины) и управления (правильный подбор, расстановка и использование управленческих кадров, организация внутрипроизводственного предпринимательства);
- социально-экономические, подразделяющиеся на социальные (рост культурно-технического уровня работников, их квалификации, обеспеченность жильем) и экономические (изменение структуры номенклатуры выпускаемых товаров, сокращение трудоемкости производственной программы).

Безусловно, все эти группы факторов играют важную роль в росте производительности труда, однако на современном этапе определяющее значение имеют материально-технические. Именно передовые достижения в области создания и совершенствования орудий труда прежде всего обеспечивают рост эффективности трудовой деятельности и производства в целом. Какими бы совершенными ни были управление, организация производства и труда, без современных машин и оборудования невозможно не только прогрессивное развитие, но и само существование любого хозяйствующего субъекта. Более того, сами формы и методы организации труда, производства и управления им во многом обусловлены техническим уровнем. Появление многофункциональных станков с цифровым программным управлением, роботизированных линий и другого современного оборудования потребовало существенной организационной перестройки производственного процесса, сведя роль рабочих к выполнению, по сути, обязанностей операторов ЭВМ и повысив их производительность труда до ранее недостижимого уровня. Те же функции стали присущи и административно-управленческому и обслуживающему персоналу (АУиОП). Для информационного обеспечения процесса управления стали широко применяться такие современные ресурсы, как компьютеры, электронные хранилища и средства тиражирования данных, программные средства автоматизации бухгалтерского и финансового учета, поддержки принятия решений и др. Безусловно, это привело к существенному росту производительности труда АУиОП. Он, как и у производственных

рабочих, обусловлен прежде всего достижениями научно-технического прогресса в области компьютерных технологий. Поэтому говорить об эффективности применения информационных ресурсов в управлении, которые в большинстве случаев направлены на автоматизацию управленческого труда и, следовательно, абсолютное и (или) относительное высвобождение административно-управленческого и обслуживающего персонала, можно только в том случае, если рост производительности труда последнего опережает аналогичный показатель у производственных рабочих за тот же период времени. При этом очевидно, что возможное увеличение объема производства за счет информационных ресурсов управленческого характера в одинаковой мере влияет на темпы роста производительности труда рассматриваемых категорий производственного персонала и на их соотношение. Это свидетельствует о достаточно высокой степени объективности рассматриваемого критерия. Однако очевидно и то, что он объективно ограничен, так как абстрагирован от динамики капиталоемкости производства.

Производительность труда рассчитывается как отношение полученного результата производства к среднегодовой численности производственного персонала. При этом результатом выступает не вся стоимость реализованных товаров, а та ее часть, которая была вновь создана на самом предприятии, а также часть стоимости основного капитала, которая переносится на стоимость продуктов, работ и услуг. То есть в качестве результата производства принимается сумма валовых добавленных стоимостей, которая в итоге и дает нам конечный продукт общества. Таким образом, на уровне экономики в качестве результата производства выступает внутренний валовой продукт (ВВП), рассчитываемый производственным методом, основанным на первичном учете валовой добавленной стоимости. Последняя, таким образом, является единым сквозным показателем, отражающим результат производства на микро-, мезо- и макроуровне.

Процесс оценки экономической эффективности применения производственных информационных ресурсов, согласно разработанной методике, состоит из четырех этапов. На первом проводится расчет производительности труда административно-управленческого и обслуживающего персонала:

$$ПТ_{АУиОП\text{ орг}} = \frac{ВДС_{\text{орг}}}{Ч_{АУиОП\text{ орг}}}; \quad (1)$$

$$ПТ_{Р\text{ орг}} = \frac{ВДС_{\text{орг}}}{Ч_{Р\text{ орг}}}, \quad (2)$$

где $ПТ_{АУиОП\text{ орг}}$, $ПТ_{Р\text{ орг}}$ – производительность труда АУиОП и производственных рабочих соответственно;

$ВДС_{\text{орг}}$ – валовая добавленная стоимость, созданная в коммерческой организации;

$Ч_{АУиОП\text{ орг}}$, $Ч_{Р\text{ орг}}$ – среднегодовая численность административно-управленческого и обслуживающего персонала и производственных рабочих предприятия соответственно.

Численность АУиОП определяется разностью между количеством всех служащих (руководителей, специалистов и других) организации и той их частью, которая занята выполнением инновационно-технологических, опытно-конструкторских, проектно-технологических и контрольно-измерительных работ (технологи, конструкторы, проектировщики и др.) и их обслуживанием (метрологи, лаборанты и др.).

Валовая добавленная стоимость, созданная в отрасли экономики, складывается из валовых добавленных стоимостей, полученных в коммерческих организациях, входящих в отрасль. Среднегодовая численность всего персонала в отрасли также складывается из среднегодовых численностей АУиОП и производственных рабочих, занятых во входящих в отрасль коммерческих организациях. Таким образом, расчет производительности труда работников на уровне отрасли осуществляется по следующим формулам:

$$ПТ_{АУиОП\text{ отр}} = \frac{ВДС_{\text{отр}}}{Ч_{АУиОП\text{ отр}}} = \frac{\sigma_{i-1} ВДС_{\text{орг } i}}{\sigma_{i-1} Ч_{АУиОП\text{ орг } i}}; \quad (3)$$

$$ПТ_{Р\text{ отр}} = \frac{ВДС_{\text{отр}}}{Ч_{Р\text{ отр}}} = \frac{\sigma_{i-1} ВДС_{\text{орг } i}}{\sigma_{i-1} Ч_{Р\text{ орг } i}}, \quad (4)$$

где $ПТ_{АУиОП\text{ отр}}$, $ПТ_{Р\text{ отр}}$ – производительность труда АУиОП и производственных рабочих, занятых в отрасли, соответственно;

$ВДС_{\text{отр}}$ – валовая добавленная стоимость, созданная в отрасли;

$Ч_{АУиОП\text{ отр}}$, $Ч_{Р\text{ отр}}$ – среднегодовая численность АУиОП и производственных рабочих, занятых в отрасли, соответственно;

$ВДС_{\text{орг } i}$ – валовая добавленная стоимость, созданная в i -й коммерческой организации отрасли;

$Ч_{АУиОП\text{ орг } i}$, $Ч_{Р\text{ орг } i}$ – среднегодовая численность АУиОП и рабочих i -й коммерческой организации отрасли соответственно;

n – количество коммерческих организаций, входящих в отрасль.

На уровне макроэкономики, как уже отмечалось ранее, результатом производства выступает внутренний валовой продукт, рассчитанный производственным методом, то есть путем суммирования валовых добавленных стоимостей, созданных субъектами хозяйствования всех отраслей экономики. Формулы для расчета производительности труда работников различных категорий производственного персонала на макроуровне имеют, таким образом, следующий вид:

$$ПТ_{АУиОП\text{ эк}} = \frac{ВВП}{Ч_{АУиОП\text{ эк}}} = \frac{\sigma_{j-1} ВДС_{\text{отр } j}}{\sigma_{j-1} Ч_{АУиОП\text{ отр } j}} = \quad (5)$$

$$= \frac{\sigma_{=1}^m (\sigma_{=1}^n ВДС_{\text{орг } ij})}{\sigma_{=1}^m (\sigma_{=1}^n Ч_{АУиОП\text{ орг } ij})};$$

$$ПТ_{Р\text{ эк}} = \frac{ВВП}{Ч_{Р\text{ эк}}} = \frac{\sigma_{j-1} ВДС_{\text{отр } j}}{\sigma_{j-1} Ч_{Р\text{ отр } j}} = \quad (6)$$

$$= \frac{\sigma_{=1}^m (\sigma_{=1}^n ВДС_{\text{орг } ij})}{\sigma_{=1}^m (\sigma_{=1}^n Ч_{Р\text{ орг } ij})},$$

где $ПТ_{АУиОП\text{ эк}}$, $ПТ_{Р\text{ эк}}$ – производительность труда административно-управленческого и обслуживающего персонала и производственных рабочих, занятых в экономике, соответственно;

ВВП – валовой внутренний продукт;

$Ч_{АУиОП\text{ эк}}$, $Ч_{Р\text{ эк}}$ – среднегодовая численность АУиОП и производственных рабочих, занятых в экономике, соответственно;

$ВДС_{\text{отр } j}$ – валовая добавленная стоимость, созданная в j -й отрасли экономики;

$Ч_{АУиОП\text{ отр } j}$, $Ч_{Р\text{ отр } j}$ – среднегодовая численность АУиОП и производственных рабочих, занятых в j -й отрасли экономики, соответственно;

m – количество отраслей;

$ВДС_{\text{орг } ij}$ – валовая добавленная стоимость, созданная в i -й коммерческой организации j -й отрасли;

$Ч_{АУиОП\text{ орг } ij}$, $Ч_{Р\text{ орг } ij}$ – среднегодовая численность АУиОП и производственных рабочих i -й коммерческой организации j -й отрасли соответственно.

ДОСТОЙНАЯ ЗАНЯТОСТЬ КАК ОСНОВА ИННОВАЦИОННОЙ ЭКОНОМИКИ

Инновационное движение в странах СНГ, в том числе и в Республике Беларусь, сталкивается, как об этом свидетельствует реальная практика, с рядом проблем. Среди них следует выделить недостаточное финансирование, низкую эффективность инновационных проектов, слабое развитие конкуренции, неудовлетворительную инновационную подготовленность персонала и др. Но, на наш взгляд, при этом не придается должного значения еще одному значимому фактору торможения. Он в определенной мере вуалируется своей синергетичностью, поскольку является не просто экономическим, а социально-экономическим, и тем самым как бы «прячется» среди проблем другой тематики.

Рассматривая причины сдерживания инновационного роста, будем учитывать то важное обстоятельство, что в настоящее время экономические системы осуществляют переход к новому, VI технологическому укладу, визитной карточкой которого выступают био- и нанотехнологии. По данным специалистов, эти отрасли бурно развиваются, и в 2016 г. рынок нанопродукции составил около 15% мирового ВВП. Близкими темпами продвигаются биотехнологические продукты.

Однако становление нового уклада может сильно задержаться или даже не состояться, если не придать должного значения такому важному фактору, как уровень подготовленности человека, работника. Еще в XIX в. великим В. Гюго была озвучена следующая мысль: «Будущее отныне принадлежит двум типам людей: человеку мысли и человеку труда. Но в сущности они оба составляют одно целое».

Сегодня под влиянием растущей глобальной конкуренции становится очевидным, что победа

в ней и достижение нового качества экономики возможны только на основе раскрытия и умелого использования богатейшего арсенала способностей, а главное – творческой энергии, заложенной в людях.

Новые технологии не действуют автоматически, поэтому основная движущая сила – это человек, его креативная и инновационная активность. Такой конгломерат образуется как эффект наличия у персонала трех ключевых факторов [1]:

- достаточного инновационного потенциала,
- адекватно сильной мотивации,
- рабочего места, соответствующего инновационным задачам, и условий для их решения.

Но, по данным экспертов, примерно одна четвертая часть трудовых ресурсов в России и чуть больше пятой части в Беларуси не считают себя готовыми к современным инновационным преобразованиям экономики. Особенно тревожной, по российским данным, выглядит ситуация с такими компонентами инновационного потенциала, как навыки непрерывного образования, а также умение саморазвития. Отечественные социологи делают аналогичные заключения [2].

Следует отметить, что положение усугубляется рядом обстоятельств, основными среди которых, на наш взгляд, следует считать:

- ставшую глобальной внешней и внутреннюю трудовую миграцию;
- усилившуюся текучесть кадров;
- снижение трудовой, а также корпоративной культуры;
- мнимую «экономию» предприятий на затратах по современной переподготовке и повышению квалификации персонала.

В связи с этим весьма актуальной становится проблема развития и умелого использования



Элеонора Лутохина,

профессор кафедры экономической теории Академии управления при Президенте Республики Беларусь, доктор экономических наук

Показатель	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г., январь – июль
Зареги стрировано безработных, тыс. чел.	202,5	200,5	200,0	212,6	205,8	188,4	179,6	158,3	148,1	113,7
Трудоустроено безработных, тыс. чел.	134,3	130,1	131,0	129,9	135,8	130,5	129,4	121,0	108,6	62,1
Направлено на профессиональную подготовку, переподготовку, повышение квалификации, обучающие курсы, тыс. чел.	26,5	23,8	22,9	25,0	25,0	20,4	15,4	9,8	9,2	5,6
Оказано содействие безработным в организации предпринимательской деятельности, чел.	2823	2837	2685	2736	3060	2931	3064	2571	1979	1126
Напряженность на рынке труда, число безработных на одну вакансию	1,25	0,9	0,7	1,2	0,7	0,5	0,4	0,4	0,7	1,7
Уровень безработицы к численности экономически активного населения, %	1,2	1,0	0,8	0,9	0,7	0,6	0,5	0,5	0,6	1,0

Таблица. Основные показатели занятости в Республике Беларусь [3]

человеческого инновационного потенциала – ключевого звена экономики в условиях перехода к новому технологическому укладу. А это выводит государственную политику занятости в разряд первостепенных, наиболее приоритетных. По признанию ООН и ее ведущих организаций, уже несколько лет мир переживает глобальный кризис в этой области, главные проявления которого – колоссальная и растущая безработица, а также кризисная ситуация в области миграционных проблем.

Человеческое сообщество, как свидетельствует мировая практика, столкнулось с проблемой, когда не только нельзя удовлетворить одну из главных потребностей человека – занять его достойной работой в достойных условиях, но и нет возможности предоставить ее миллионам людей. Согласно данным Международной организации труда, лишь ¼ часть трудоспособного населения нашей планеты имеют стабильные рабочие места. А более чем у 200 млн человек их вообще нет.

К тому же в последнее десятилетие произошел глобальный «взрыв» трудовой миграции. Численность международных мигрантов стала так велика, как никогда раньше. Если в 1990 г., по информации ООН, их было 154 млн, то в 2015 г. стало более 244 млн. Причем свыше 80% из них – люди трудоспособного возраста (20–64 года), остро нуждающиеся в работе. Только в Европе в настоящее время находится 72 млн мигрантов.

Однако есть еще один аспект глобального кризиса занятости, который, на наш взгляд, незаслуженно обойден вниманием. В условиях глобализации, с одной стороны, образовался колоссальный резерв работников, пребывающих в статусе безработных, а с другой стороны, есть огромная масса вакантных трудовых мест, в том числе и хорошо оплачиваемых,

с нетерпением ждущих тех, кто может их занять. Реальная занятость в этой ситуации не осуществляется не только и даже не столько по традиционно рыночным причинам (недостаточность спроса, избыточность предложения труда и т.п.), но и по целому ряду других причин.

В основе такой ситуации просматриваются два крупных противоречия: во-первых, между высоким качеством современных рабочих мест и вместе с тем низким качеством претендующей на них рабочей силы, а во-вторых, между низким качеством значительной доли рабочих мест и одновременно высокой квалификацией трудовых ресурсов, предлагающих свои услуги. Эти противоречия ведут к еще большему разбалансированию спроса и предложения на рынке труда, усугубляя современный глобальный кризис занятости.

Следует подчеркнуть, что в нашей стране немало делается для решения этой проблемы, и в этой области имеются определенные достижения. Состояние занятости в стране отслеживают соответствующие службы Белстата, а также Министерства труда и социальной защиты (таблица)

Данные таблицы свидетельствуют о том, что в Беларуси активно проводится политика занятости. Это подтверждает численность лиц, оказавшихся в статусе безработных, в процентах к экономически активному населению. Он невысок и за 1995–2014 гг. последовательно снижался, удерживаясь на очень низком уровне даже в годы мирового кризиса, вплоть до 2015 г., когда этот показатель поднялся и составил 1%.

Но в то же время неблагоприятное влияние демографической ситуации и увеличение численности пенсионеров ведут к опасному уменьшению трудовых ресурсов. Поэтому сохранение и наращивание трудового потенциала страны, особенно важное в таких условиях, требует

повышенного государственного внимания к проблемам занятости.

Обратим внимание на то, что названное выше противоречие между низким качеством значительной доли рабочих мест и одновременно растущей долей квалифицированного персонала, предлагающего трудовые услуги, – это не только проблема рынка труда, но и тормоз инновационного развития. Оно блокирует (или в лучшем случае снижает) возможности эффективного использования высококлассных современных работников, профессиональный статус которых требует не просто занятости, а достойной занятости. Возросший уровень образовательной подготовки, развитие системы послевузовского образования ведут к тому, что человек, имеющий высокий трудовой и креативный потенциал, уже не может удовлетвориться любой занятостью. Его потребности и интересы переросли это состояние.

Достойная занятость – относительно новое и пока еще слабо разработанное понятие. Оно отражает развитие этого феномена в условиях инновационной экономики, показывая необходимость выхода за пределы количественных параметров занятости и перехода к более высокому ее качеству.

Эти явления связаны и с изменениями в трудовой мотивации. Как свидетельствуют данные независимого социологического исследования Kelly Services, проведенного в России, уровень материального вознаграждения стимулирует теперь 64% респондентов, а годом раньше этот показатель был выше на 8%. Зато набирают популярность такие факторы, как масштабные и интересные задачи (40%) и комфортная атмосфера в компании (36%) [4]. Заметим, что в развитых странах интерес к работе и ее результат стоят на первом месте среди разновидностей мотивации, а оплата труда часто не попадает в число первых трех лидирующих индикаторов.

Современная занятость не сводится к наличию той или иной деятельности (как традиционно представляется в литературе, притом не только в отечественной, но и в зарубежной), ее проблемы не ограничены безработицей. Нередко человек вынужден перебиваться временной, а порой и случайной работой, притом часто без гарантии ее сохранения и без контракта, с пониженной и тоже негарантированной оплатой труда, без реальной социальной защиты. От подобного положения можно остро страдать и ни в коем случае нельзя считать его достойной занятостью, поскольку это понятие означает

возможность удовлетворять потребность человека в эффективном труде не просто при наличии занятости, а при ряде условий, к которым, на наш взгляд, следует отнести:

- свободный выбор вида и места работы, осуществляемый на основе своих способностей и компетенций;
- реализацию занятости в условиях уважения человеческого достоинства;
- достойную оплату труда, соответствующую достигнутым результатам;
- социальную справедливость и защиту в сфере занятости, а также при наступлении социального риска.

В сложившихся условиях мирового финансово-экономического кризиса выделим в качестве одного из основных признаков достойной оплаты труда. Он особенно важен, так как именно его отсутствие или искажение прежде всего воспринимается на практике как неимение достойной занятости. К тому же следует учитывать, что, судя по статистике, до его реализации еще очень далеко. Ведь, по данным Всемирного банка, более 3 млрд населения планеты относятся к бедным и нищим.

Кстати, заметим, что еще в 1819 г. французский экономист С. Сисмонди в работе «Новые начала политической экономии» утверждал, что заработная плата не должна сводиться к средствам существования, а должна быть выше их, чтобы обеспечивать рабочего и в детстве, и в старости, и во время отдыха, и при временной потере трудоспособности. Однако хоть и прошло уже почти два столетия, такой подход все еще не осуществлен.

Соответствуя новому уровню развития человека – работника, а также новым параметрам его мотивации, достойная занятость может и должна стать фактором активизации инновационного развития в современных условиях, а также условием дальнейшего социально-экономического прогресса. ■

Литература

1. Лутохина Э.А. Мотивационно-стимулирующее регулирование инновационного развития: сила и власть мотивов. – Мн., 2013.
2. Социальные проблемы становления инновационной экономики в Беларуси / под науч. ред. проф. Г.Н. Соколовой – Мн., 2008.
3. Рынок труда и занятость // <https://www.mintrud.gov.by/ru/activity>.
4. Мария Трифонова. Россияне все реже работают ради зарплаты // <https://www.utro.ru/articles/2016/10/20/1301607.shtml>.

Реализация метода касательных в MS EXCEL для разбиения на группы при ABC-анализе

УДК 658.7+658.78+517.272

Резюме. В статье исследован метод касательных, применяемый для разделения на группы при проведении ABC-анализа. Указана связь данного метода с принципом Парето. По результатам исследования предложены два подхода для реализации в MS EXCEL, простота которых позволит легко использовать их на практике. Актуальность работы обусловлена проникновением логистических методов во все сферы деятельности предприятий Беларуси. Ее результаты будут использованы в управлении запасами, работе с клиентами и поставщиками и других функциональных областях логистики.

Ключевые слова: ABC-анализ, принцип Парето, разделение на группы, кривая Лоренца, метод касательных, MS EXCEL.



Илья Котин,
инженер ОДО «Титан-дент»

ABC-анализ широко используется в различных областях экономики: при управлении запасами, выборе поставщиков, работе с клиентами и т.п. [1, 2]. Он основан на эмпирическом законе Парето (принципе 80/20), согласно которому наибольший вклад в суммарный результат S какой-либо деятельности или активности дают усилия небольшого числа ее участников [1]. Под *участником (игроком)* будем понимать любой объект или субъект, вклад которого учитывается в суммарном итоге. Фольклорная формулировка принципа Парето (ПП): 80% результата дает деятельность 20% игроков. В ПП полагается, что функция результата является аддитивной от вкладов участников, количество которых N.

При проведении ABC-анализа рекомендуют придерживаться следующего алгоритма:

- формулировка цели анализа;
- определение участников;
- установление показателей для дифференциации участников;
- получение данных для анализа;
- оценка участников по выбранным показателям;
- упорядочение игроков согласно величинам показателей;
- разделение участников на группы;
- экономическая интерпретация результатов анализа, принятие управленческих решений и т.п. [1, 3].

Нами будет рассмотрен случай одного показателя. При этом упорядочение участников обычно осуществляется по убыванию величины показателя [1–4]. Каждому участнику присваивают номер, начиная с игрока с наибольшим значением показателя. Далее по полученным упорядоченным значениям находят для каждого участника *показатель с нарастающим итогом*. Строят в прямоугольной декартовой системе координат кривую Лоренца (КЛ) [5] зависимости этого показателя y от номера участника x . При построении кривой учитывают точку с координатами (0;0) – нулевой вклад от фиктивного («нулевого») участника. Часто эту кривую строят на основании данных в процентах. Для получения таких данных значения показателя с нарастающим итогом делят на значение для последнего участника

При изучении
науки
примеры
полезнее
правил.

Исаак Ньютон

(суммарный результат S) и умножают на 100%. Аналогично поступают с номерами участников: все их делят на максимальный номер N и результаты умножают на 100%. Используя полученную кривую, тем или иным способом [1, 3, 4, 6, 7] производят разбиение множества участников на три непересекающихся подмножества (группы) А, В и С.

Методов такого разбиения достаточно много [3, 4, 6, 7]. Мы упомянем эмпирический и метод касательных. Внимание сконцентрируем на последнем, который можно реализовывать аналитически и графически [4].

При графической реализации (рис. 1) начальную и конечную точки кривой Лоренца соединяют отрезком прямой. Далее на этой кривой находят точку $(x_A; y_A)$, касательная в которой параллельна построенному отрезку прямой. Абсцисса x_A найденной точки разделяет группы А и В и сама включается в группу А. Чтобы разделить оставшихся участников на группы В и С, найденную точку $(x_A; y_A)$ соединяют отрезком прямой с крайней правой точкой КЛ. На участке КЛ, лежащем правее $(x_A; y_A)$, находят точку $(x_B; y_B)$, в которой касательная к кривой параллельна второму отрезку. Абсцисса x_B этой точки разделяет группы В и С и сама включается в группу В. Если абсциссы точек $(x_A; y_A)$ и $(x_B; y_B)$ не принадлежат экспериментальным данным, то эти абсциссы не включаются в соответствующую группу. Отметим, что графическое разделение на группы А, В и С подразумевает аппроксимацию экспериментальных данных некоторой кривой [4].

Подобная аппроксимация экспериментальных данных функциональной зависимостью осуществляется при аналитической реализации метода касательных [4, 6]. Пусть аппроксимирующая функция имеет вид $y = f(x)$, причем $a \leq x \leq b$, $f(a) \leq y \leq f(b)$ (a, b – левая, правая границы области задания функции $y = f(x)$). Если эмпирические данные нормированы на 100%, то $0 \leq x \leq 1$; $0 \leq y \leq 1$ ($f(0) = 0$; $f(1) = 1$).

Уравнение прямой, содержащей первый отрезок, имеет вид

$$y = f(a) + \frac{f(b) - f(a)}{b - a}(x - a), \quad (1)$$

в случае нормирования данных оно принимает вид

$$y = x. \quad (1a)$$

Если функция $y = f(x)$ непрерывна на $[a; b]$ и дифференцируема в $(a; b)$, то, согласно теореме

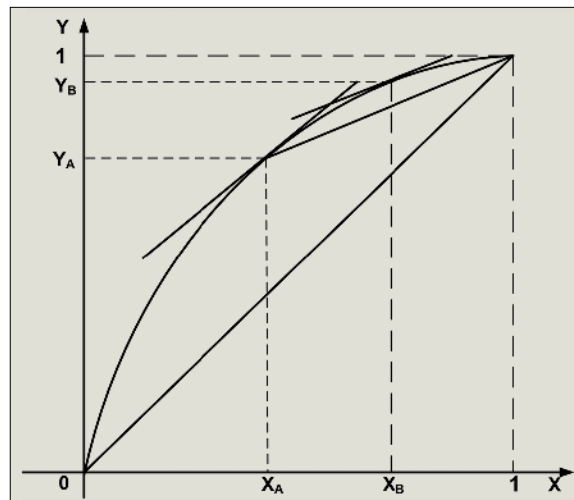


Рис. 1.
Графическая
реализация
метода
касательных

Лагранжа [8], существует точка $x_A \in [a; b]$, в которой производная

$$f'(x_A) = \frac{f(b) - f(a)}{b - a}; \quad (2)$$

в случае нормирования –

$$f'(x_A) = 1. \quad (2a)$$

Точка x_A разделяет группы А и В.

Уравнение прямой, содержащей второй отрезок, имеет вид

$$y = f(x_A) + \frac{f(b) - f(x_A)}{b - x_A}(x - x_A); \quad (3)$$

при нормировании данных это уравнение принимает вид

$$y = f(x_A) + \frac{1 - f(x_A)}{1 - x_A}(x - x_A). \quad (3a)$$

По той же теореме Лагранжа существует точка $x_B \in [x_A; b]$, в которой производная

$$f'(x_B) = \frac{f(b) - f(x_A)}{b - x_A}; \quad (4)$$

при нормировке данных

$$f'(x_B) = \frac{1 - f(x_A)}{1 - x_A}. \quad (4a)$$

Точка x_B разделяет группы В и С.

Следовательно, при аналитическом подходе необходимо: аппроксимировать экспериментальную зависимость аналитической, например методом наименьших квадратов [9]; решить аналитически или численно уравнения (2) и (4) относительно x_A и x_B соответственно.

Отметим, что метод касательных при любой реализации позволяет осуществлять разбиение на большее, чем три, число групп – путем

№ позиции	№ позиции в %	Средний запас по позиции, руб.	Доля позиции в общем запасе, %	Доля нарастающим итогом, %	Отрезок 1	Отрезок 2
0	0,00%	0	0%	0%	0,00%	0,00%
1	3,33%	23400	19,99%	19,99%	3,33%	16,66%
2	6,67%	17050	14,57%	34,56%	6,67%	27,89%
3	10,00%	13600	11,62%	46,18%	10,00%	36,18%
4	13,33%	11050	9,44%	55,62%	13,33%	42,29%
5	16,67%	9000	7,69%	63,31%	16,67%	46,65%
6	20,00%	7250	6,19%	69,51%	20,00%	49,51%
7	23,33%	5400	4,61%	74,12%	23,33%	50,79%
8	26,67%	4000	3,42%	77,54%	26,67%	50,87%
9	30,00%	3000	2,56%	80,10%	30,00%	50,10%
10	33,33%	2500	2,14%	82,24%	33,33%	48,90%
11	36,67%	2390	2,04%	84,28%	36,67%	47,61%
12	40,00%	2250	1,92%	86,20%	40,00%	46,20%
13	43,33%	2100	1,79%	88,00%	43,33%	44,66%
14	46,67%	1880	1,61%	89,60%	46,67%	42,94%
15	50,00%	1660	1,42%	91,02%	50,00%	41,02%
16	53,33%	1400	1,20%	92,22%	53,33%	38,88%
17	56,67%	1280	1,09%	93,31%	56,67%	36,64%
18	60,00%	1120	0,96%	94,27%	60,00%	34,27%
19	63,33%	980	0,84%	95,10%	63,33%	31,77%
20	66,67%	880	0,75%	95,86%	66,67%	29,19%
21	70,00%	760	0,65%	96,51%	70,00%	26,51%
22	73,33%	680	0,58%	97,09%	73,33%	23,75%
23	76,67%	560	0,48%	97,56%	76,67%	20,90%
24	80,00%	500	0,43%	97,99%	80,00%	17,99%
25	83,33%	460	0,39%	98,39%	83,33%	15,05%
26	86,67%	440	0,38%	98,76%	86,67%	12,09%
27	90,00%	400	0,34%	99,10%	90,00%	9,10%
28	93,33%	360	0,31%	99,41%	93,33%	6,08%
29	96,67%	350	0,30%	99,71%	96,67%	3,04%
30	100,00%	340	0,29%	100,00%	100,00%	0,00%
		117040			max=	50,87%
						6,58%

Рис. 2. Реализация метода касательных в MS EXCEL (первый подход)

дальнейшего построения аналогичных (3) отрезков и отыскания касательных к кривой, параллельных этим отрезкам.

Приведем доводы о тесной связи метода касательных с ПП. Согласно последнему вклад S_A , который больше половины общего результата S , дают участники, количество N_A которых меньше половины общего их числа N . Тогда средняя скорость нарастания результата для этой доли участников равна $S_A/N_A > (S/2)/(N/2) = S/N$, где S/N – средняя скорость нарастания результата для всего множества участников. S/N равна угловому коэффициенту первого отрезка (рис. 1). Тогда абсцисса x_A точки касания разделяет участников, дающих скорость роста результата большую или равную S/N и меньшую S/N . Под этой скоростью, даваемой одним участником, понимаем отношение вклада этого участника к единице (один участник). В силу ранжирования исходных данных эти две группы находятся по разные стороны от точки x_A (абсцисса x_A может относиться к группе А).

Так, метод касательных обеспечивает разделение участников на группы по признаку отношения величины скорости роста результата, даваемой участником, к средней скорости

этого роста на рассматриваемом участке КЛ. Непосредственная реализация метода требует, как указывалось выше, либо построения КЛ и нахождения графически касательной к ней, либо применения какого-либо математического пакета, например MathCAD, при аналитическом подходе [6].

Мы предлагаем использовать возможности Microsoft EXCEL. Для обоснования этого подхода вновь обратимся к теореме Лагранжа, точнее к ее доказательству [8]. При этом доказательстве вводится функция

$$F(x) = f(x) - \left[f(a) + \frac{f(b) - f(a)}{b - a} (x - a) \right], \quad (6)$$

то есть в рассматриваемом нами случае функция разности уравнения кривой Лоренца и уравнения отрезка (1). Из (6) сразу получаем, что $F(a) = F(b) = 0$. Поскольку функция $F(x)$ непрерывна на $[a; b]$, дифференцируема в $(a; b)$ и принимает на концах $[a; b]$ одинаковые значения, то для $F(x)$ выполняется утверждение теоремы Ролля [8]: существует точка $x_A \in [a; b]$, в которой $F(x) = 0$. По построению функция $f(x)$ монотонно возрастает, тогда возможны два вида графика функции $F(x)$:

- все участники делают различные вклады в результат, поэтому график $F(x)$ имеет единственный максимум в точке x_A – граничной для групп А и В;
- есть совокупность участников, дающих одинаковые вклады; тогда график функции $F(x)$ имеет горизонтальный участок (плато), ординаты точек которого превосходят ординаты всех остальных точек графика.

Однозначное разделение на группы методом касательных возможно при первом виде графика функции $F(x)$; функции с такими графиками и будут представлены в примерах. Замечание по поводу второго вида графика функции $F(x)$ приведем в конце данной статьи.

Таким образом, для реальных дискретных экспериментальных данных в Microsoft EXCEL необходимо находить максимумы функций вида (6), построенных на соответствующих интервалах.

Конкретный пример реализации метода касательных в MS EXCEL. Для него взяты тридцать первых позиций табл. 3.1 из [4]. Расчеты в нормированных величинах представлены на листе EXCEL (рис. 2). В столбцах **B8:B38** и **D8:D38** содержатся исходные данные (учтен также «нулевой» участник – строка **B8:H8**), в столбцах **C8:C38** и **E8:E38** – нормированные (общий результат в 117 040 использован при нормировке данных из столбца **D8:D38**). Определяем *границу*

групп А и В. Столбец **G8:G38** содержит ординаты точек первого отрезка (1а) (угловой коэффициент $K_1 = 1$ из ячейки **G5**), столбец **H8:H38** – значения функции (6). Максимальная величина в этом столбце – в ячейке **H16**. Тогда, согласно приведенной выше интерпретации метода касательных, количество участников группы А составляет 26,67% (ячейка **C16**) от общего их числа; они дают 77,54% (ячейка **F16**) конечного результата, то есть $x_A = 26,67\%$, $f(x_A) = 77,54\%$. Теперь определяем границу групп В и С. В столбец **I16:I38** помещены ординаты точек второго отрезка (3а) (угловой коэффициент $K_2 = (1 - f(x_A))/(1 - x_A) = (1 - 0,7754)/(1 - 0,2667) \approx 0,3063$ из ячейки **F5**), в столбец **J16:J38** – значения функции (6), максимальное значение – в ячейке **I16**. Таким образом, $x_B = 56,67\%$ (ячейка **C25**), $f(x_B) = 93,31\%$ (ячейка **F25**). Поэтому группа В содержит $56,67\% - 26,67\% = 30\%$ участников и дает $93,31\% - 77,54\% = 15,77\%$ общего результата. Группа С содержит $100\% - 56,67\% = 43,33\%$ игроков и дает $100\% - 93,31\% = 6,69\%$ от общего результата. Итак, получили разделение на группы:

Показатель	Группа А	Группа В	Группа С
Доля участников, %	26,67	30,00	43,33
Доля от общего результата, %	77,54	15,77	6,69

Приведем еще один способ реализации метода касательных в MS EXCEL. Для этого обратимся к функции $f(x)$. Исходя из определения, она может быть представлена в виде:

$$f(u) = \int_0^u \varphi(z) dz \quad (0 \leq u \leq N), \quad (7)$$

где $\varphi(z)$ – вклад участника с номером z . Функция $\varphi(z)$ – убывающая, так как предварительно проведено ранжирование вкладов по убыванию. Рассматриваем ненормированный интервал участников. Интегральное представление (7) возможно при достаточно большом их количестве. В противном случае в (7) вместо интегрирования применяется суммирование по номерам участников. На результате это не сказывается.

Для нахождения x_A берем соотношение (2). Выпишем его, используя (7):

$$f'(x_A) = \frac{f(N) - f(0)}{N - 0} = \frac{f(N)}{N}, \text{ так как } f(0) = 0.$$

Величина $\frac{f(N)}{N} = \frac{1}{N} \int_0^N \varphi(z) dz$ представляет

собой среднее значение $\langle \varphi(z) \rangle_1$ функции вклада всех N участников.

Аналогично после отделения группы А находим x_B , используя (4) и (7):

$$f'(x_B) = \frac{f(N) - f(x_A)}{N - x_A} = \frac{1}{N - x_A} \int_{x_A}^N \varphi(z) dz = \langle \varphi(z) \rangle_2$$

– среднее значение вкладов участников с номерами из $(x_A; N]$.

Исходя из вышеизложенного, реализация в MS EXCEL такова. Для всех участников, кроме «нулевого», находим среднюю величину вклада. К группе А отнесем игроков с вкладами, большими либо равными среднему. Для оставшихся участников вновь находим средний вклад. К группе В отнесем тех из них, чьи вклады больше либо равны второму среднему вкладу. После отделения групп А и В получаем

	В	С	Д	Е	Ф
	№ позиции в %	№ позиция	Средний запас по позиции, руб.	Доля позиции в общем запасе, %	Итого по группе, %
3					
4	3,33%	1	23400	19,99%	
5	6,67%	2	17050	14,57%	
6	10,00%	3	13600	11,62%	
7	13,33%	4	11050	9,44%	77,54%
8	16,67%	5	9000	7,69%	
9	20,00%	6	7250	6,19%	
10	23,33%	7	5400	4,61%	
11	26,67%	8	4000	3,42%	
12	30,00%	9	3000	2,56%	
13	33,33%	10	2500	2,14%	
14	36,67%	11	2390	2,04%	
15	40,00%	12	2250	1,92%	
16	43,33%	13	2100	1,79%	15,77%
17	46,67%	14	1880	1,61%	
18	50,00%	15	1660	1,42%	
19	53,33%	16	1400	1,20%	
20	56,67%	17	1280	1,09%	
21	60,00%	18	1120	0,96%	
22	63,33%	19	980	0,84%	
23	66,67%	20	880	0,75%	
24	70,00%	21	760	0,65%	
25	73,33%	22	680	0,58%	
26	76,67%	23	560	0,48%	
27	80,00%	24	500	0,43%	6,69%
28	83,33%	25	460	0,39%	
29	86,67%	26	440	0,38%	
30	90,00%	27	400	0,34%	
31	93,33%	28	360	0,31%	
32	96,67%	29	350	0,30%	
33	100,00%	30	340	0,29%	
34			117040		
35			3901,333	3,33%	=Aver1
36			1195	1,02%	=Aver2
37					

Рис. 3. Реализация метода касательных в MS EXCEL (второй подход)

группу С. При необходимости разбиения на большее число групп процедуру нужно продолжить с оставшимися после выделения групп А и В участниками.

Продемонстрируем реализацию в Microsoft EXCEL указанного подхода (рис. 3). Используем те же исходные данные, что и в первом примере; они содержатся в ячейках **C4:C33** и **D4:D33**. Нормированные величины помещены в ячейки **B4:B33** и **E4:E33**; для нормирования значений из **E4:E33** взят конечный результат в 117040 (ячейка **D34**). Средний вклад по всем участникам находится в **D35** (для нормированных данных – в **E35**). Представители группы А отражены в ячейках **B4:B11** и составляют 26,67% от всех участников; эти игроки дают 77,54% от общего результата. Средний вклад для оставшихся после выделения группы А участников находится в **D36** (для нормированных данных – в **E36**). Представители группы В (в ячейках **B12:B20**) составляют $56,67\% - 26,67\% = 30\%$ от всех участников и дают $93,31\% - 77,54\% = 15,77\%$ от общего результата. Тогда группа С содержит $100\% - 56,67\% = 43,33\%$ участников и дает $100\% - 93,31\% = 6,69\%$ от общего результата. На листе EXCEL группы выделены цветом с помощью опции «Условное форматирование».

Разбиение на подмножества, полученное при таком подходе, естественно совпадает с разбиением в результате первого подхода, поскольку оба – суть реализации в EXCEL одного и того же метода касательных. Отметим одну особенность последнего. Если кривая Лоренца имеет участок, параллельный первому отрезку (это соответствует второму виду графика функции $F(x)$), то метод касательных даст не одну точку $(x_A; y_A)$, а весь этот участок. Такая же ситуация возможна и на шаге разделения групп В и С,

а также на других шагах (если они будут приняты). Это качество относят к недостаткам метода [5], так как оно не позволяет однозначно провести разделение на группы. Наличие прямолинейного участка на КЛ свидетельствует о присутствии нескольких игроков с равными вкладами. Решение об их включении (полном или частичном) или невключении в ту или иную группу должен принимать исследователь, воспользовавшись другим методом, например эмпирическим [4].

Таким образом, изучен метод касательных. Указан признак, согласно которому осуществляется разделение на группы при его применении. Представлена связь метода с эмпирическим принципом Парето, по результатам анализа предложены два подхода для реализации в MS EXCEL. Их легко применять на практике, поскольку они освобождают лицо, проводящее ABC-анализ, от необходимости осуществлять какие-либо графические построения или использовать продвинутое математические пакеты при аналитическом определении границ групп. ■

Статья поступила в редакцию 09.02.2016 г.

See: <http://innosfera.by/2017/01/ABC-analysis>

Литература

1. Гаджинский А. М. Логистика. – М., 2012.
2. Стерлигова А. Н. Управление запасами широкой номенклатуры: с чего начать? // Логинфо. 2003, №12. С. 50–55; 2004, №1. С. 46–49.
3. Фишер А. Методы выделения групп в ABC-анализе // <http://logist.ru/articles/metody-vydeleniya-grupp-v-avs-analize>.
4. Лукинский В. С. Логистика / В. С. Лукинский, И. А. Цвиринько, Ю. В. Малевич. – СПб., 2003.
5. Gudehus T. Comprehensive Logistics, 2-nd edition / T. Gudehus, H. Kotzab. – Berlin, Heidelberg, 2012.
6. Шмидт А. К вопросу о методах выделения групп при проведении ABC-анализа // Логистика. 2013, №8. С. 22–27.
7. Методы классификации в ABC-анализе // <https://olegon.ru/showthread.php?t=23033>.
8. Ильин В. А. Основы математического анализа. Ч. 1 / В. А. Ильин, Э. Г. Позняк. – М., 1971.
9. Бородич С. А. Эконометрика: уч. пособие / 2-е изд., испр. – Мн., 2004.

«НАУКА И ИННОВАЦИИ» в электронной базе РИНЦ

Журнал «Наука и инновации» включен в библиографическую базу данных Российского индекса научного цитирования (РИНЦ) с 2014 г. Ежемесячно страница «НИИ» на популярном наукометрическом ресурсе пополняется свежими работами наших авторов. По сведениям на январь текущего года, общее число статей журнала в онлайн-библиотеке eLibrary.ru превысило 1200 (в 75 выпусках). Материалы, размещенные нами в базе, процитированы более чем 800 опубликованными в РИНЦ учеными из стран ближнего и дальнего зарубежья – это авторы журнальных публикаций, диссертаций и книг, а также статей, вошедших в сборники трудов конференций. Нас цитируют журналы «Наука и техника», «Молодой ученый», «Креативная экономика», «Проблемы управления», «Инженерно-физический журнал» и др.

Приглашаем к сотрудничеству преподавателей, ученых, докторантов, аспирантов и соискателей ученых степеней, а также независимых исследователей. «Наука и инновации» – реальная возможность заявить о своих достижениях в мировом научном сообществе!

Математическое обоснование оптимизации транспедикулярной фиксации позвоночника

Резюме. В статье описана разработанная в РНПЦ травматологии и ортопедии и успешно внедренная в 2004–2014 гг. методика бисегментарной транспедикулярной фиксации поясничного отдела позвоночника, при которой, в отличие от классической четырехвинтовой, в сломанный позвонок вводится дополнительный винт. Авторы представляют математическую модель данной методики фиксации трехпозвонкового комплекса и математическое обоснование ее эффективности.

Ключевые слова: травма поясничного отдела позвоночника, транспедикулярная фиксация, нестабильные повреждения, математическое обоснование.

В мировой практике при лечении пострадавших с нестабильными переломами позвоночника применяется технология задней стабилизации винтовым транспедикулярным фиксатором [1–7]. В последние десятилетия для коррекции травм и заболеваний позвоночного столба в рамках трехпозвонкового комплекса (ТПК) были разработаны, экспериментально апробированы, биомеханически обоснованы и клинически испытаны изделия, предполагающие транспедикулярную установку винтов (вводятся попарно в верхний и нижний позвонки, обеспечивая восстановление промежуточного поврежденного) в тела позвонков по известной классической технологии бисегментарной фиксации [1, 2]. Параллельно с совершенствованием металлоконструкций создавались и методики по их установке. Нерешенным остается лишь вопрос о протяженности имплантатов [3–6].

Раннее восстановление трудоспособности пациентов, минимальное использование вспомогательных разгружающих средств (корсеты, костыли и т.д.) определяют требования к изделиям, применяемым при нестабильных повреждениях позвоночника. Устройства фиксаторов



Сергей Макаревич,

заведующий нейрохирургическим отделением №1 Республиканского научно-практического центра травматологии и ортопедии, доктор медицинских наук, доцент



Кирилл Криворот,

научный сотрудник лаборатории травматических повреждений позвоночника и спинного мозга РНПЦ травматологии и ортопедии

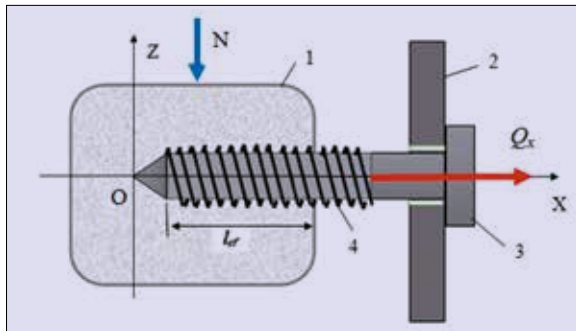


Валерий Асанович,

профессор кафедры прикладной математики и экономической кибернетики Белорусского государственного экономического университета, доктор химических наук, профессор

сложны для математического описания. С учетом этого необходимо провести комплексный анализ возможных задач по видам пространственных биосовместимых стабилизирующих металлоконструкций, типам имплантатов для различных способов спинальной хирургии, а также оценку новых хирургических технологий. Параллельно с решением задачи математического моделирования транспедикулярной фиксации необходимо учесть возможные варианты описания сил, действующих на позвонки как в плоскости, так и в пространстве. Поэтому при разработке новых конструкций и имплантатов, а также вариантов их установки применяют метод конечных элементов путем построения математической модели. Благодаря ему можно рассчитать и пространственно представить внутренние напряжения в конструкции, установить места их концентрации и рассредоточения, а также подобрать оптимальный вариант имплантации.

Рис. 1.
Схема соединения «позвонки – винт»: N – сила вертикального давления, Q_x – сила удерживания позвонка, 1 – тело позвонка, 2 – штанга крепления винта, 3 – винт, 4 – резьба



Знание характера распределения напряжений помогает объяснить происхождение таких осложнений, как расшатывание и перелом винтов, миграция стержней и т.д., а следовательно, служит теоретической базой для усовершенствования способов спондилодеза при повреждениях позвоночника [7–9].

Наряду с классической бисегментарной технологией транспедикулярной фиксации в рамках ТПК в литературе отмечены единичные случаи применения других вариантов такого вмешательства [3, 4]. В РНПЦ травматологии и ортопедии с 2004 по 2014 г. была разработана, математически обоснована и успешно внедрена в клиническую практику методика фиксации поясничного отдела позвоночника, отличающаяся от традиционной тем, что в сломанный позвонок с целью выполнения репозиции и коррекции травматической деформации и увеличения прочности металлоконструкции вводится дополнительный винт [6, 10].

Любая биомеханическая конструкция спондилодеза подвергается воздействию внешних сил и, таким образом, является напряженной (под напряжением понимается мера интенсивности внутренних сил, приходящихся на единицу площади). При необходимости хирургического вмешательства речь идет прежде всего о построении именно такого механизма – характеризующегося прочностью (способностью элемента имплантата сопротивляться внешним воздействиям, не разрушаясь), жесткостью (сохранять исходную форму в заданных пределах) и устойчивостью (поддерживать первоначальное равновесие) [9].

Первое, и самое главное, свойство биомеханической конструкции спондилодеза – устойчивость, которая достигается с помощью принципа противодействия.

Силам растяжения (дистракции) противодействуем компрессией, а силам компрессии – дистракцией, тем самым добиваясь равновесия в пространстве.

Вторая характеристика – жесткость. Реальные тела под воздействием различных сил могут изменять форму и размеры – деформироваться. Определение величины этих изменений называется расчетом на жесткость (единицы: ΔL – линейные деформации, ϵ – угловые). Деформация бывает упругой – исчезает после устранения вызвавшей ее нагрузки – и пластической, или остаточной, – после снятия нагрузки не исчезает полностью. Таким образом, все биомеханические конструкции можно разделить по принципу сохранения исходной формы в заданных пределах.

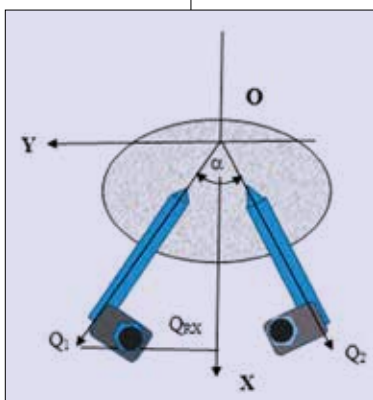
Что касается прочности, то ее нарушение обычно происходит при переходе материала в предельное состояние. Для деформирующихся тел это характерно при обращении из упругого в пластический вид. Последний и, соответственно, разрушение являются предельными напряженными состояниями. Прочность конструкции, с одной стороны, зависит от свойств ее материалов и соединений, с другой – от характера внутренних напряжений (нагрузок).

При разработке новых имплантатов все чаще применяют метод конечных элементов путем построения математической модели [11] – для расчета внутренних напряжений и вычисления наиболее рациональной структуры конструкции. Рассматриваемая задача математического моделирования металлоостеосинтеза нестабильных переломов поясничного отдела позвоночника разбивается на следующие подзадачи по прочности связи в системе «позвонок – винт»: линейная, на плоскости и в трехмерном пространстве. При этом для упрощения предварительных расчетов принимаем, что позвонок является однородным и изотропным по своим свойствам упругим телом. Прочностные характеристики самой металлоконструкции не рассматриваются.

Первая подзадача – *прочность связи в системе «позвонок – винт» линейная* – основывается на теории резьбовых соединений сопротивления материалов. На рис. 1 представлена схема связки системы «позвонок – винт», где винт (3), укрепленный в штанге (2), фиксирует тело позвонка (1) за счет стягивающей (удерживающей) силы Q_x .

Основными параметрами резьбы являются форма и размер профиля; наружный диаметр (d);

Рис. 2.
 α – угол между фиксаторами в трансверсальной плоскости XOY



внутренний диаметр (d_1); средний диаметр (d_2); рабочая высота профиля (h); шаг резьбы (p) (расстояние между одноименными сторонами соседних профилей, измеренное в направлении оси резьбы); угол подъема (угол подъема развертки винтовой линии по среднему диаметру), который определяется как $\psi = \text{arctg } p/\pi d_2$.

Внутренний диаметр резьбы винта $d_1 = 1,3\sqrt{(F_3/[\sigma_p])}$. Тогда осевая нагрузка F_3 , удерживающая позвонок, может быть рассчитана как

$$Q_x = F_3 = 1,69d_1 \cdot [\sigma_p], \quad (1)$$

где $[\sigma_p]$ – допускаемое напряжение для винта, МПа. Несущая способность винта рассчитывается по формуле:

$$F_2 = \frac{l_{ef} \cdot d_1 \cdot K_s}{\gamma_M}, \quad (2)$$

где $K_s (=15)$ – коэффициент сопротивления выдергиванию винта, Н/мм²; d_1 – внешний диаметр по резьбовой части винта; l_{ef} – расчетная длина нарезной части винта, сопротивляющаяся выдергиванию, мм; коэффициент надежности $\gamma_M = 1,3$. Тогда можно определить несущую способность соединения n винтов, которая для жесткой конструкции вычисляется по формуле:

$$F_d = nF_z, \quad (3)$$

где n – число винтов в соединении.

Прочность на изгиб рассчитывается уравнением:

$$Z = p \times D^3/32, \quad (4)$$

где D – диаметр винта. То есть сопротивление разрушению пропорционально кубу диаметра винта. Изгибающий момент M для винта пропорционален действующей силе Θ и длине плеча момента L :

$$M = \Theta \cdot L. \quad (5)$$

Однако для винта эта зависимость нелинейна, что связано с переменным диаметром его сечения.

Вторая подзадача – *прочность связи в системе «позвонок – винт» на плоскости* – основана на анализе сил удержания позвонка двумя винтами. При этом система усложняется, а проблема рассматривается в трансверсальной и сагиттальной плоскостях XOY и XOZ (рис. 2 и 3).

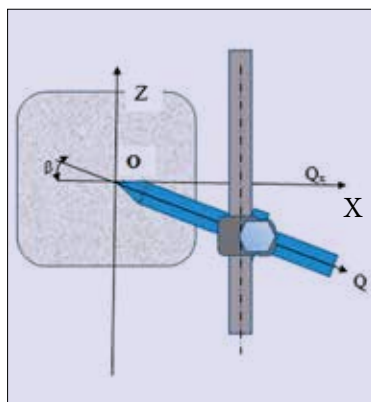


Рис. 3. β – угол между фиксирующим винтом и трансверсальной плоскостью XOY

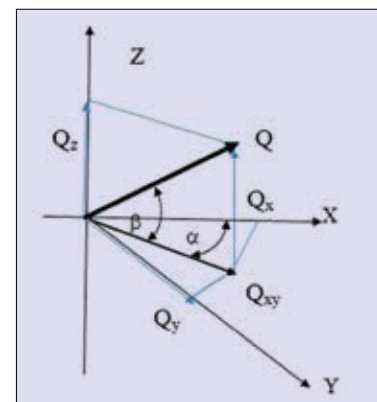


Рис. 4. Разложение вектора Q в трехмерном пространстве

Винтовое соединение (рис. 2), нагруженное силами Q_i в плоскости, можно рассчитать по теореме косинусов. В частности, для равнодействующей двух сил R имеем:

$$R = \sqrt{Q_1^2 + Q_2^2 + 2Q_1 Q_2 \cos \psi}. \quad (6)$$

Далее переходим к учету угла наклона винта β в сагиттальной плоскости. Как правило, в хирургической практике угол $\beta \leq \pm 10^\circ$. Схема представлена на рис. 3. В этом случае проекция Q на ось OX определяется соотношением:

$$Q_x = Q \cdot \cos \beta. \quad (7)$$

Третья подзадача – *прочность связи в системе «позвонок – винт» в трехмерном пространстве* – базируется на анализе геометрической суммы трех сходящихся сил, не лежащих в одной плоскости, и изображается диагональю параллелепипеда, построенного на этих силах:

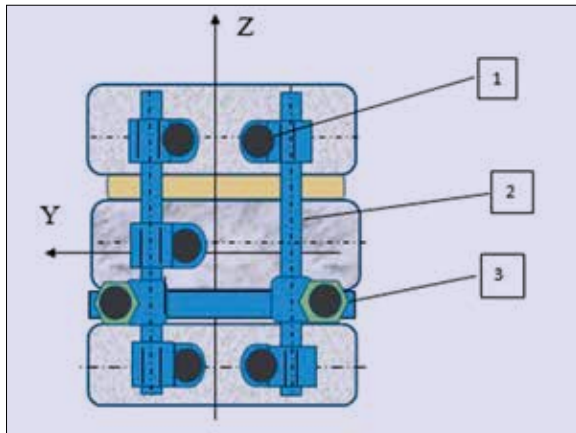
$$Q = \sum_i Q_i; \quad R = \sqrt{\sum Q_i^2}, \quad (8)$$

где Q – сумма сил, действующих в трехмерном пространстве; R – равнодействующая трех сил. При этом $Q_z = Q \sin \beta$, $Q_x = Q \cos \beta \cos \alpha$, $Q_y = Q \cos \beta \sin \alpha$.

В справедливости полученной формулы можно убедиться, применяя последовательно правило параллелепипеда (рис. 4).

Для упрощения математических расчетов, доказывающих эффективность использования методики бисегментарной транспедикулярной фиксации нестабильных переломов поясничного отдела позвоночника с введением дополнительного, пятого, винта в сломанный позвонок по сравнению с классическим методом четырехвинтовой бисегментарной транспедикулярной фиксации,

Рис. 5. Схема конструкции транспедикулярного фиксатора с дополнительно введенным в тело сломанного позвонка пятым винтом: 1 – винт, 2 – штанга, 3 – поперечный стабилизатор



будем считать, что $\beta=0, \alpha \neq 0$. В этом случае сила, удерживающая ТПК, может быть измерена как

$$R = \sum_{n=1}^4 Q_n \cos \beta_n \cos \alpha_n. \quad (9)$$

При этом $Q_n \cos \beta_n$ определяется в параллельных ХОУ плоскостях с учетом углов β_n в сагитальной плоскости и углов между проекциями винтов на плоскости, параллельной плоскости ХОУ, и средней линией. Здесь Q_n – удерживающая сила n -го винта, вычисляемая по формуле (1).

В случае, когда используются пять винтов (рис. 5), можно принять, что жесткость связи между винтом и средним сломанным позвонком аналогична предыдущему примеру. Тогда следует приближенно принять, что равнодействующая удерживающая сила определится как

$$R = \sum_{n=1}^5 Q_n \cos \beta_n. \quad (10)$$

Поскольку винты в верхний и нижний позвонки вводятся под углом к горизонтальной плоскости ХОУ и винт для деформированного позвонка лежит в ней же, в выражении для определения прочности связи будем иметь:

$$R = \sum_{n=1}^4 Q_n \cos \beta_n \cos \alpha_n + Qd \cos \alpha_d. \quad (11)$$

Здесь Qd – удерживающая сила добавочного винта, устанавливаемого в травмированный позвонок, α_d – угол между направлением вводимого дополнительного угла и срединной линией. Отсюда следует, что применение еще одного винта приводит к возрастанию прочности соединения:

$$\Delta Q = Qd \cos \alpha_d. \quad (12)$$

Таким образом, определяя транспедикулярные углы, их отклонения от горизонтальной плоскости, учитывая характеристики резьбовых соединений, можно определить прочность связи для системы ТПК в случае жесткой фиксации винтов и отсутствия других внешних сил. Конкретный расчет при заданных параметрах, таких как длина резьбовой части винта ($l_{ef} = 45$ мм), внутренний диаметр винта ($d_i = 6$ мм), угол между винтами в трансверсальной плоскости ($\alpha = 20^\circ$), угол наклона винта в сагитальной плоскости ($\beta = 10^\circ$), доказывает, что введение пятого винта позволяет увеличить прочность установленной металлоконструкции на 25% по сравнению с классической четырехвинтовой бисегментарной фиксацией. ■

Статья поступила в редакцию 07.07.2016 г.

See: <http://innosfera.by/2017/01/spine>

Литература

- Макаревич С.В. Внутренняя транспедикулярная фиксация грудного и поясничного отделов позвоночника при его повреждении: автореф. дис. ... д-ра мед. наук: 14.00.22 БелНИИТО / С.В. Макаревич. – Мн., 2002.
- Transpedicular screw fixation of Thoracolumbar Spine Fractures / Saša Milenković [et al.] // Sci. J. of the Faculty of Medicine in Niš. 2010, N27(2). P. 63–68.
- Хирургическое лечение взрывных переломов тел позвонков грудного и поясничного отделов у детей / С.В. Виссарионов [и др.] // Травматология и ортопедия России. 2006, № 1(39). С. 10–15.
- Зарецков В.В. Хирургическое лечение повреждений и заболеваний позвоночника: практ. руководство для врачей / В.В. Зарецков, И.А. Норкин, В.Б. Арсеневиич. – Рыбинск, 2007.
- Моносегментарный транспедикулярный остеосинтез при повреждениях грудного и поясничного отделов позвоночника / А.А. Афаунов [и др.] // Хирургия позвоночника. 2010, № 2. С. 16–21.
- Результаты хирургического лечения пациентов с повреждениями поясничного отдела позвоночника / С.В. Макаревич [и др.] // Мед. новости. 2015, № 7. С. 64–67.
- Орлов С.В. Математическое обоснование оптимальных методов стабилизации позвоночника при травме / С.В. Орлов, Н.Д. Бобарыкин // Новые технологии в нейрохирургии: Материалы VII междунар. симп. – СПб., 2004. С. 144–145.
- Седов Р.Л. О расчете параметров динамических стабилизирующих конструкций на основе математической модели трехпозвонокового комплекса человека / Р.Л. Седов, С.В. Орлов, Н.Д. Бобарыкин // Математическое моделирование. 2010. Т. 22, № 2. С. 113–123.
- Демидова И.И. Применение задач сопротивления материалов к решению проблем биомеханики / И.И. Демидова // Российский журнал биомеханики. 2009. Т. 13, № 3(45). С. 44–55.
- Метод хирургической бисегментарной транспедикулярной фиксации поврежденного поясничного отдела позвоночника: инструкция по применению № 098–1015, утвержденная Министерством здравоохранения Республики Беларусь 30.06.2016 г. / С.В. Макаревич, А.Н. Мазуренко, К.А. Криворот. – Мн., 2016.
- Верховод А.Ю. Применение метода конечных элементов для сравнительной оценки стабильности остеосинтеза оскольчатых диафизарных переломов костей голени блокируемыми интрамедуллярными стержнями и аппаратами наружной фиксации / А.Ю. Верховод, Д.В. Иванов // Электронный научный журнал «Современные проблемы науки и образования». 2012, № 4.

Summary

At the present time the best results in the surgical treatment of unstable fracture of lumbar spine achieved using transpedicular screw fixator. As a rule, for the surgical treatment of lumbar spine unstable fractures apply the classical technique of dorsal bisegmental transpedicular fixation, which involves the introduction of two pairs of screws into the vertebrae above and below the broken vertebra. From 2004 to 2014 years in the Republican Scientific and Practical Centre for Traumatology and Orthopedics was developed, mathematically proved and successfully implemented into practical health care the technique of bisegmental transpedicular fixation of lumbar spine (different from the classical transpedicular fixation) which is characterized by introducing an extra screw into a broken vertebra to implement the reduction and correction of traumatic deformity and increase the strength of the fixator. The article presents a mathematical model developed methods of fixation and mathematical justification that the introduction of additional screw leads to an increase in the strength of fixation of an unstable fracture.

tibo

XXIV Международный
ИКТ-Форум

18-21.04.2017

пр. Победителей, 20/2
г. Минск, Республика Беларусь

ТЕМАТИЧЕСКИЕ НАПРАВЛЕНИЯ:

ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННАЯ И СЕТЕВАЯ ИНФРАСТРУКТУРА:

ТЕХНОЛОГИИ, ОБОРУДОВАНИЕ, РЕШЕНИЯ И УСЛУГИ

ТЕЛЕВИЗИОННЫЕ, МУЛЬТИМЕДИЙНЫЕ И ИГРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

ИЗДАТЕЛЬСТВО И ПОЛИГРАФИЯ

ИНТЕРНЕТ-ТЕХНОЛОГИИ И УСЛУГИ

РОБОТОТЕХНИКА

ТЕХНОЛОГИИ «УМНОГО ГОРОДА» И «УМНОГО ДОМА»

СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ (E-SECURITY)

СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ, ПРОЕКТИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ТРЕНДЫ:

- Internet of Things
- Big Data
- Cloud Computing
- Artificial Intelligence
- Social Technologies

ОТРАСЛЕВЫЕ РЕШЕНИЯ:

- промышленное производство (Industry 4.0)
- транспорт и логистика
- оптовая и розничная торговля, антимонопольное регулирование (e-Trade)
- жилищно-коммунальное хозяйство (Smart grid)
- энергетика, нефтехимия
- сельское хозяйство (e-Agriculture)
- архитектура и строительство
- наука и образование (Science 2.0, Smart Learning)
- здравоохранение и социальное обеспечение (e-Health)
- мониторинг и защита окружающей среды
- финансовый сектор
- государственное управление (e-Governance)

tibo

XXIV МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ
ВЫСТАВКА «ТИБО-2017»



МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА-КОНФЕРЕНЦИЯ
«eGOVERNANCE – ИННОВАЦИОННЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ В УПРАВЛЕНИИ»



НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«ИННОВАЦИИ – ДВИЖУЩАЯ СИЛА ЦИФРОВОЙ
ТРАНСФОРМАЦИИ»



II НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«SMART LEARNING – ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
В ОБРАЗОВАНИИ»



II МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«INDUSTRY 4.0 – ИННОВАЦИИ
В ПРОИЗВОДСТВЕННОМ СЕКТОРЕ»



II МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«SCIENCE 2.0. – ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ
СЕКТОРА НАУКИ И РАЗРАБОТОК»



НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«eSECURITY – ИННОВАЦИОННЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ БЕЗОПАСНОСТИ»



МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«eAGRICULTURE – ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ»



II МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«TRADE FORUM – ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
В ТОРГОВЛЕ»



СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ СЕМИНАР
«НОРМАТИВНАЯ ПРАВОВАЯ БАЗА ЦИФРОВОЙ
ТРАНСФОРМАЦИИ»



СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ СЕМИНАР
«НОРМАТИВНАЯ ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА ЦИФРОВОЙ
ТРАНСФОРМАЦИИ»



КРУГЛЫЙ СТОЛ
«ФИНТЕХ: НАСТОЯЩЕЕ И БУДУЩЕЕ
ФИНАНСОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»

ЗАО «Техника и коммуникации»
Тел.: (375-17) 306 06 06, (375-29) 650 91 02
E-mail: tibo@tc.by, www.tibo.by

