

НГУ в пути на глобальный рынок

Новосибирский государственный университет (НГУ) продолжает реализацию «дорожной карты» по вхождению в «Топ-100» мировых образовательных рейтингов. В рамках «дорожной карты» сформирована программа развития новых научно-образовательных направлений на среднесрочную перспективу, которая разбита на несколько этапов. Каждый этап финансируется по мере утверждения итогов предыдущего и защиты заявки на последующий. Так, в 2016 г. НГУ получил на программу создания семи стратегических академических единиц (САЕ) 900 млн руб. из федерального бюджета. Для участия в конкурсе 2017 г. ему необходимо сформировать несколько прорывных проектов, соответствующих критериям, установленным Международным советом по повышению конкурентоспособности российских университетов среди ведущих мировых научно-образовательных центров.

В программе максимизации конкурентной позиции («Проект 5-100»), реализуемой с 2013 г., участвует 21 из 950 российских университетов, претендующих на вхождение в первую сотню мировых образовательных рейтингов к 2020 г. и получающих на эти цели государственные субсидии.

Международный совет по повышению конкурентоспособности университетов, возглавляемый министром образования и науки РФ Д.В. Ливановым, объединяет иностранных и российских экспертов, среди которых – основатель Центра международного высшего образования Бостонского колледжа Филип Альтбах, председатель Национальной службы здравоохранения Великобритании Малколм Грант, президент Университета штата Аризона Майкл Кроу, исполнительный президент Китайского общества стратегии развития образования Мин Вейфанг, ректор-основатель Сколковского института науки и технологий Эдвард Кроули, вице-президент Российской академии наук В.В. Козлов и другие представители российского и зарубежного образования, науки и бизнеса.

Совет рассматривает ход выполнения программ развития вузов, дает рекомендации о продолжении/прекращении поддержки на предстоящий финансовый год и предложения по конкретным

объемам финансирования. В частности, в 2016 г. максимальный объем субсидии – 900 млн руб. – выделен семи вузам. Еще две группы университетов получают по 500 и 150 млн руб.

НГУ является одним из лидеров «Проекта 5-100». За первые два года реализации программы (так называемый «трансформационный этап») университет создал более 70 новых лабораторий, четыре междисциплинарных научных центра, три новых института (на базе объединения факультетов), запустил 15 англоязычных магистерских программ, принял участие или стал организатором 40 международных научных конференций, вдвое увеличил количество публикаций, индексируемых наукометрическими базами данных, вышел на 317-е место в мире (по физике – на 86-е) по рейтингу QS.

На втором этапе (конец 2015–2016 гг.) вузы-участники проекта должны сформировать так называемые **стратегические академические единицы**, на базе которых будут развиваться наиболее перспективные для вуза направления исследований и организован учебный процесс. В НГУ такие САЕ создаются в виде неких консорциумов, которые должны стать центрами интеграции ученых и студентов различных специальностей как из НГУ и Новосибирского научного центра, так и из-за рубежа.

Направления исследований САЕ

«С формальной точки зрения стратегическая академическая единица – это временный трудовой коллектив, который включает в себя структурные подразделения университета – лаборатории, кафедры, центры, – объясняет проректор по программам развития НГУ **А. Г. Окунев**. – Идеологически – это некие точки сборки, встречи для разных людей, объединенных интересом к определенной теме – ученых, промышленников, бизнесменов; некие консорциумы, дающие им возможность участвовать в крупных проектах, которые по тем или иным причинам нельзя реализовать силами НГУ или одного академического института».

Одним из флагманских САЕ стала «Новая физика», занимающаяся изучением явлений за рамками стандартной модели, в частности – исследованием фундаментальных частиц и поиском темной материи. Физика элементарных частиц исторически хорошо представлена в НГУ и СО РАН, а направления астрофизики и космологии, открытые в рамках САЕ, являются новыми

для Новосибирского научного центра. Исследования по физике элементарных частиц проводятся в рамках международных мегапроектов и направлены, в частности, на поиск темной материи, на которую приходится 84% массы Вселенной. Проблема в том, что ее частицы из-за слабости их взаимодействия с веществом крайне сложно обнаружить. Сотрудники одной из лабораторий САЕ активно участвуют в подготовке амбициозного эксперимента по прямому детектированию темной материи DarkSide-50. Помимо этого в рамках САЕ разрабатывается универсальная микроспутниковая модульная платформа, идет поиск новых физических явлений в экспериментах с интенсивными мюонными пучками.

Сфера внимания САЕ *«Нелинейная фотоника и квантовые технологии»* включает исследование нелинейных эффектов в оптическом волокне при создании оптоволоконных лазеров нового поколения и в области квантовых коммуникаций (вычисления и криптография). Высокий исследовательский и образовательный потенциал по этому направлению обеспечивают, в том числе, недавно созданные Междисциплинарный квантовый центр физфака НГУ, Международный центр фотоники «Астон-НГУ», использующие самое современное оборудование и технологии (подробнее о работе САЕ см. статьи С. К. Турицына, А. Аполонского, о развитии фотоники в России – статью А. С. Фролова и И. Г. Дежиной).

Весьма перспективной и в некотором смысле «географически обусловленной» является тематика САЕ *«Геологические и геофизические исследования Арктики и прилегающих территорий»*. Основываясь на результатах палеомагнитных исследований, новосибирские ученые создали новую модель эволюции Арктики, разработали оригинальные концепции прогнозирования запасов полезных ископаемых. Это выводит на новый уровень исследования нефтегазоносности, алмазоносности северных регионов Сибири и арктических морей.

Участники САЕ *«Низкоразмерные гибридные материалы»* сконцентрировали усилия на разработке и исследовании гибридных материалов на основе графена для создания новых поколений суперконденсаторов, а также новых каталитических систем и технологий для химической и нефтехимической промышленности.

САЕ *«Нейронауки в трансляционной медицине»* займется комплексными исследованиями мозга, сознания и поведения

человека, разработкой и изучением молекулярно-генетических методов диагностики и новых соединений для персонализированной медицины. «Сегодня изучение нейронаук – это ведущий мировой тренд, – рассказывает директор Института медицины и психологии НГУ **А.Г. Покровский**. – Около половины всех исследований в медицине посвящены нейронаукам, буквально каждый месяц появляются абсолютно революционные публикации, раскрывающие особенности организации и развития патологий нервной системы». Для работы по этому направлению САЕ объединяет усилия физиологов, клиницистов, молекулярных биологов, химиков, нейрохирургов.

Центральной темой САЕ «*Синтетическая биология*» является разработка новых средств для геномного редактирования и их применение для изменения клеток человека. «Самым ближним выходом этого направления предполагается технология создания биомолекулярных моделей наследственных заболеваний: нейродегенеративных, сердечно-сосудистых и других и их использование для поиска новых средств терапии этих заболеваний», – объясняет научный руководитель САЕ **Д.О. Жарков**. – Другими ключевыми задачами являются разработка новых средств для биоаналитики и исследования в области репарации ДНК человека. На данный момент в Новосибирске существует самая сильная в России и одна из сильнейших в мире школ по защитно-репарационным системам ДНК. Репарация ДНК – это процесс, который непосредственно затрагивает и онкологию, и нейрорегенерацию, а также механизмы старения и иммунных заболеваний».

Последнее из стратегических направлений – «*Информационные и гуманитарные технологии представления знаний в образовательных системах*» – родилось на стыке информационных и гуманитарных наук. Его ключевой задачей является разработка новых эффективных технологий в образовании, использующих последние достижения информатики и накопленный громадный объем гуманитарных знаний.

В течение всего 2016 г. продолжается формирование названных консорциумов. Вокруг выделенных направлений группируются те, кому это интересно, создаются новые лаборатории, для них закупается оборудование, формируются программы исследований и учебные планы для студентов, согласовываются бюджеты. Ко времени окончания «Проекта 5-100» (2020 г.) всем САЕ пред-

стоит наладить прочные связи с бизнесом и промышленностью, которые могли бы стать источником спроса на специалистов и НИОКР. «В дальнейшем, если выбранные нами направления будут развиваться в мире, появится и запрос на специалистов в этой области, пойдет внешнее финансирование. Мы видим САЕ как зародыши будущих факультетов, институтов внутри университета, которые будут обладать собственной материальной базой, собственным кадровым составом», – комментирует **А.Г. Окунев**.

Прорывные проекты

Следующим этапом программы повышения конкурентоспособности (2017–2020 гг.) должно стать формирование на базе созданных САЕ **прорывных научных проектов**. В числе обязательных требований к этим проектам – соответствие глобальной научной тематике (актуальность темы гарантирует привлечение к проектам внимания и сотрудничества ведущих российских и глобальных исследовательских центров, крупных промышленных партнеров), мировая значимость и/или превосходство результатов (залог высокой конкурентоспособности на глобальном рынке), не менее 50% софинансирования от вуза и партнеров. Общий срок реализации проекта не должен превышать пяти лет, а государственное софинансирование выделяется на четыре года. То есть проект должен иметь четкий бизнес-план, который позволит выйти на внешние источники финансирования.

Формирование портфеля прорывных проектов, которые будут представлены на суд Совета по конкуренции, продолжается, но представители САЕ рассказали о некоторых из них, поскольку все они опираются на уже имеющиеся в НГУ и Новосибирском научном центре заделы.

Один из таких проектов называется *«Разработка медицинской технологии бор-нейтронозахватной терапии (БНЗТ) онкологических заболеваний на основе ускорительного источника эпитепловых нейтронов и внедрение ее в клиническую практику РФ»*. В процессе его выполнения запланировано проведение цикла научных исследований, предклинических и клинических испытаний, требуемых для получения лицензии Минздрава для использования метода БНЗТ на основе созданного в Институте ядерной физики (ИЯФ) СО РАН источника эпитепловых нейтронов для лечения людей.

БНЗТ является одним из способов избирательного радиационного поражения раковых клеток. Ее физический принцип был предложен еще в 1936 г. Он достаточно прост и элегантен: в кровь пациента вводится препарат, содержащий стабильный изотоп бор-10, который имеет свойство накапливаться в раковых клетках. Затем опухоль облучают потоком эпитепловых нейтронов, которые поглощаются ядрами бора-10, что приводит к локальным ядерным реакциям с большим выделением энергии. В результате пораженные опухолевые клетки погибают.

К настоящему времени методика уже хорошо отработана на ядерных реакторах во многих научных центрах мира. Ученые научились адресно доставлять бор в опухоли, добиваться его оптимальной концентрации, доказали (пока invitro), что для здоровых клеток терапия практически безопасна – они успевают достаточно быстро восстановиться после облучения. По сути, конкуренция сегодня идет за первенство в создании безопасного, компактного и недорогого источника эпитепловых нейтронов – ускорителя. Такого, чтобы можно было работать не только в специальных бункерах научных институтов, но и в обычных клиниках и онкологических центрах. Потом можно будет говорить уже о клинических испытаниях на людях.

«На данный момент ближе всего к финишной прямой с научной точки зрения (самые передовые технологии и идеальные характеристики) подобрался Национальный онкологический центр в Токио и мы, – комментирует старший научный сотрудник Института ядерной физики СО РАН **С.Ю. Таскаев**. – Мы создали абсолютно новый тип ускорителя для БНЗТ, который дает оптимальный по энергиям и интенсивности пучок эпитепловых нейтронов, способный проникать в организм на заданную глубину, с минимальным уровнем гамма-облучения. Эту опытную установку и все наработки институт готов предоставить для реализации заявленных целей прорывного проекта НГУ».

Важно, что проект является мультидисциплинарным и межлабораторным. Физики из ИЯФ СО РАН и САЕ «Новая физика» НГУ должны на базе существующего в ИЯФ генератора создать модернизированную установку для клинического применения. Химики (московский Институт элементоорганических соединений РАН и новосибирский Институт органической химии СО РАН) займутся созданием технологии синтеза уже применяемых в БНЗТ борсодержащих препаратов (в рамках импортоза-

мещения) и разработкой новых, более эффективных. Биологи (САЕ «Синтетическая биология» НГУ, Институт химической биологии и фундаментальной медицины, Институт молекулярной и клеточной биологии, Институт цитологии и генетики СО РАН) должны обеспечить тестирование новых препаратов и отработку технологии лечения на мышах. Наконец, медики из Дорожной клинической больницы ОАО «РЖД», Областного онкологического диспансера и Института клинической и экспериментальной медицины возьмут на себя клинические испытания на людях и сертификацию технологии в Минздраве.

В результате реализации данного проекта в Новосибирске появятся самая современная на сегодняшний день технология лечения онкозаболеваний и первая в России клиника, работающая по технологии БНЗТ.

«При поддержке грантов и контрактов мы прошли большой путь в развитии оригинальной методики БНЗТ, – комментирует **С. Ю. Таскаев**. – Вопрос в том, куда двигаться дальше. Либо мы ее дорабатываем и внедряем у нас, либо ждем, пока свои разработки доведут до ума японцы, и заимствуем у них, чтобы лет через десять снова начать искать средства, как осуществить ее импортозамещение...».

Проект *«Геномное редактирование: исследование молекулярных механизмов, разработка новых технологий и создание клеточных линий для фармакологического скрининга»* инициирован САЕ «Синтетическая биология» и опирается на имеющийся опыт разработки оригинальных технологий геномного редактирования (совместная лаборатория белковой инженерии НГУ и Института химической биологии и фундаментальной медицины (ИХБФМ) СО РАН, лаборатории структурной биоинформатики и молекулярного моделирования НГУ), а также наработки лаборатории проф. К. В. Северинова («Сколтех») и ООО «СибЭнзим» по молекулярной эволюции и поиску новых ферментов, пригодных для направленного изменения генома.

«Направленное редактирование генома – это довольно молодая отрасль науки. Совсем недавно, в 2015 г., журнал Science назвал редактирование ДНК прорывом года, – рассказывает **Д. О. Жарков**. – Но уже сегодня мы видим, как при помощи этих технологий в мире создаются более продуктивные и жизнестойкие породы сельскохозяйственных животных и растений, появляются новые организмы – модели заболеваний и продуценты

лекарств и т. д. Наступает век инженерной биологии, когда люди понемногу учатся понимать, как будет развиваться и как поведет себя в тех или иных обстоятельствах сконструированная ими живая система. Если мы не хотим навсегда прозябать на обочине технического прогресса, мы просто не можем оставаться в стороне от новых технологий управления жизненными процессами».

Конечной целью проекта является создание в Новосибирске центра превосходства в области геномного редактирования, который мог бы, во-первых, стать основой для развития и внедрения соответствующих технологий в масштабах страны и, во-вторых, конкурировать и по возможности войти в число мировых лидеров.

Для достижения этой цели предполагается организовать исследования на нескольких уровнях – начиная от разработки новых технологий для геномного редактирования и заканчивая созданием клеточных линий, а впоследствии – и организмов при помощи существующих и вновь созданных технологий

«Сегодня репертуар геномного редактирования ограничен тремя системами – цинково-пальцевые эндонуклеазы, TAL-эффекторные нуклеазы и CRISPR/Cas9, – рассказывает **Д. О. Жарков**. – Они работают более-менее эффективно, но далеки от идеала, поэтому любые их усовершенствования уже способны вывести авторский коллектив на мировой уровень. Но мы собираемся покорить и еще более амбициозную вершину – разработку принципиально новой системы редактирования».

Решить такую задачу невозможно без широкого междисциплинарного и международного сотрудничества. Поэтому к реализации проекта решено привлечь широкий круг как новосибирских, так и российских и зарубежных ученых. В частности, такая важная сфера генноинженерных технологий, как защитная репарация ДНК и управление клеточными процессами, вызванными вмешательством в геном, разрабатывается при участии лабораторий защитно-репарационных систем и белковой инженерии НГУ (совместная лаборатория НГУ и ИХБФМ СО РАН), а также лаборатории профессора А. И. Заики из Университета Вандербильта (США) и профессора М. К. Сапарбаева из Университета Париж-ХІ (Франция). За биоинформатическую поддержку проекта отвечает лаборатория теоретической и прикладной функциональной геномики (флагманская лаборатория НГУ).

В свою очередь компетенции лаборатории биомедицинской химии ИХБФМ СО РАН позволят исследовать широкий спектр

доноров генетической информации, выбирая из них наиболее эффективные. Дополняющие их вирусные векторы – доноры генетической информации – будут разрабатываться в лаборатории бионанотехнологии, микробиологии и вирусологии НГУ.

Наконец, интеграция всех исследований с целью получения на их основе новых клеточных линий и организмов будет осуществляться лабораториями клеточной инженерии НГУ (совместная лаборатория НГУ и Института цитологии и генетики СО РАН), геномного редактирования и фармакогеномики ИХБФМ СО РАН и структурной, функциональной и сравнительной геномики НГУ (совместная лаборатория НГУ и Института молекулярной и клеточной биологии СО РАН).

«Под эгидой синтетической биологии мы объединили самых продуктивных исследователей – биологов, генетиков и химиков Академгородка, “Сколково” и наших зарубежных партнеров и предложили им очень интересную и амбициозную задачу, – комментирует **Д. О. Жарков**. – Надеюсь, поддержка “Проекта 5-100” поможет нам создать все условия для наиболее эффективного взаимодействия в решении этой задачи».

Еще один проект, который мы хотим представить читателям «ЭКО», называется *«Технологии синтеза и применения высокоинтеллектуальных каталитических материалов в глубокой переработке углеводородного сырья»* и направлен на решение актуальнейшей задачи рационального природопользования, а именно – на создание новых технологий для глубокой переработки углеводородного сырья.

На наших глазах происходит смена парадигмы использования ископаемых топлив. То, к чему еще 150 лет назад призывал Д. И. Менделеев, становится реальностью: мир прекращает «топить ассигнациями». Последнее десятилетие ознаменовалось бурным развитием альтернативных источников энергии и электротранспорта. Доля углеводородов в производстве энергии и топлив стремительно сокращается. Многие экономисты предсказывают долгосрочное снижение цен на нефть, вызванное устойчивым сокращением спроса. В этой ситуации для сохранения конкурентоспособности российским компаниям следует переориентироваться на выпуск продуктов из нефти с высокой добавленной стоимостью – пластиков, полимеров, конструкционных углеродсодержащих материалов и др.

Проект направлен на разработку как новых подходов к синтезу каталитических материалов, так и инновационных катализаторов для перспективных процессов. «Если раньше основным инструментом ученого-каталирика был скрининг, т. е. перебор различных материалов, то сейчас на смену ему приходит компьютерный дизайн материала с заданными свойствами, – рассказывает **А.Г. Окунев**. – Далее по “чертежам” теоретиков экспериментаторы синтезируют материал в пробирках, используя все многообразие имеющихся подходов. Самым важным является масштабирование синтеза – переход от пробирки к килограммам, а затем и сотням тонн материала. Эту стадию не могут пройти многие инновационные материалы вследствие либо высокой себестоимости, либо плохой воспроизводимости синтезов. В рамках проекта мы поставили задачу отладить все этапы синтеза новых материалов до слаженности современного предприятия».

В первую очередь следует минимизировать человеческий фактор, переходя к безлюдным цифровым технологиям опытных синтезов, широко использовать роботизированные системы и онлайн-контроль параметров сырья и промежуточных продуктов, подчеркивает А.Г. Окунев. Новый подход будет применен для получения наиболее востребованных на сегодняшний день катализаторов, не производимых российской промышленностью: катализаторов глубокой переработки углеводородов на основе алюмооксидного сырья, низкоразмерных каталитических систем, синтезируемых *in situ* реакционной среде, а также новых цеолитных и иных материалов, получаемых методом темплатного синтеза.

В результате выполнения проекта будет создан уникальный пакет технологий по разработке катализаторов глубокой переработки углеводородов (возможность развития и расширения имеющихся компетенций), разработаны каталитические материалы нового поколения и предложены процессы переработки с использованием этих катализаторов.

В выполнении проекта будет задействован коллектив ученых из НГУ в сотрудничестве с Институтом катализа СО РАН, Университетом нефти и газа им. Губкина, Институтом физики прочности и материаловедения СО РАН (г. Томск), Университетским колледжем Лондона. Для решения поставленных в проекте задач понадобятся усилия не только ведущих российских и зарубежных ученых, но и индустриального партнера в лице ПАО

«Газпромнефть», который заинтересован в конверсии результатов фундаментальных исследований в инновационные катализаторы.

Еще одним, возможно, более важным результатом проекта станет создание в НГУ химико-технологической магистратуры, ориентированной на каталитическое материаловедение. «Когда создается новый материал и новый процесс, то первый вопрос, который задают компании – кто понимает, как это работает? Мы хотим одновременно с разработкой материалов и процессов готовить и специалистов, которые могут далее сопровождать новую технологию», – подчеркивает **А. Г. Окунев**.

* * *

Когда-то НГУ создавался в рамках концепции «треугольника Лаврентьева» как поставщик кадров для фундаментальной науки (в лице академических институтов), работающей на нужды передовой промышленности региона (главным образом – в лице оборонно-промышленного комплекса). Сегодня акценты изменились. «Научно-образовательная функция Академгородка сохраняется, – рассуждает исполнительный директор САЕ «Нелинейная фотоника и квантовые технологии» **И. И. Бегеров**, – но уже сейчас их потенциальными заказчиками являются не только институты СО РАН и ОПК, но и в целом российская глобальная наука и высокотехнологичная экономика. Однако, расширяя круг заказчиков, мы сохраняем то генеральное направление, в котором НГУ изначально двигался, – это образование через научные исследования. Мы считаем, что именно эта модель будет ценна в XXI веке. Невозможно подготовить качественных выпускников, не вовлекая студентов в передовые научные, инновационные либо технологические проекты, в том числе – международные».

Будут ли востребованы такие специалисты российской экономикой, или им придется искать себе применение в зарубежных компаниях – этот вопрос уже вне компетенции университета. В любом случае вхождение в глобальный рынок предполагает свободный обмен специалистами, знаниями, идеями. Даже если «точкой притока» иностранных специалистов в Россию станут на первом этапе не предприятия, а вузы, это уже неплохо.