

НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ЦЕНТРЫ: К НОВОЙ ПАРАДИГМЕ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

МОРОЗОВ Андрей Николаевич – д-р физ.-мат. наук, профессор, Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана. E-mail: amor@bmstu.ru

КАРАСИК Валерий Ефимович – д-р техн. наук, профессор, Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана. E-mail: karassik@bmstu.ru

ЕРКОВИЧ Ольга Станиславовна – канд. физ.-мат. наук, доцент, Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана. E-mail: erkovic@bmstu.ru

***Аннотация:** Статья посвящена формируемой в МГТУ им. Н.Э. Баумана инновационной системе научно-образовательных центров, их вкладу в выполнение миссии национального исследовательского университета. Показано, что данная система, базирующаяся на реальном производстве, сочетающая научные исследования, бизнес-процессы и современные образовательные технологии, обеспечивает техническому университету возможность подготовки выпускников, обладающих необходимыми компетенциями и готовностью к участию в инновационных разработках, которые будут определять будущее российской науки и промышленности.*

***Ключевые слова:** научно-образовательный центр, инновационная деятельность, образовательные программы, образовательные технологии, исследовательская деятельность студентов, компетенции*

Бауманский университет – это научно-образовательный комплекс, реализующий принцип интеграции образования, науки и бизнеса с целью подготовки высококвалифицированных специалистов, способных осуществлять на самом высоком уровне разработки в сфере новейшей техники, высоких технологий, наукоемких производств, владеющих знаниями и компетенциями в области экономики, менеджмента, предпринимательства, гражданского права, иностранных языков.

В последние годы вуз взял курс на создание образовательных структур принципиально нового типа – *междисциплинарных научно-образовательных центров (НОЦ)*. Это не просто покупка и размещение в стенах вуза современного дорогостоящего оборудования. Мы применяем комплексный подход: приобретение оборудования, его компоновка, размещение, удобное для проведения и научных исследований, и учебного процесса, обеспечение лабораторий профессиональными кадрами, своими вузовскими профессорами-настав-

никами и специалистами с предприятий, приглашение зарубежных коллег. Создается соответствующая информационная инфраструктура с открытым доступом сотрудников и студентов к современным ба-



зам научных электронных ресурсов (библиотека, каналы связи, интерактивные средства в учебном процессе). Центры организуются не на пустом месте: залогом их успешной деятельности на основе выполнения научных работ и реализации крупных проектов и программ в интересах всех заинтересованных сторон являются налаженные связи с партнерами как из сферы промышленности, так и из научной среды.

Научно-образовательные центры представляют собой *особый тип образовательной среды*, позволяющий открыть новые грани в осуществлении научного руководства работой студентов. Роль научных руководителей в организации исследовательского и учебного процессов всегда была чрезвычайно велика. НОЦ сделали связку «учитель – ученик» более тесной, обеспечив студентам университета возможность участия в работе над самыми современными научными проблемами. На решение задачи привлечения молодежи к участию в НОЦ работает все: дизайн помещений, уникальность оборудования, доброжелательное отношение старших товарищей, возможность общения со сверстниками, научные семинары, к выступлению на которых привлекаются наиболее авторитетные ученые России и мира.

Комплекс новых НОЦ – это не просто совокупность хорошо оснащенных оборудованием лабораторий, *это парадигма современного инженерного образования, подготовки элитных инженеров-разработчиков и инженеров-исследователей в МГТУ им. Н.Э. Баумана*. Она базируется на традициях «русского метода», развивая их в новых экономических, социальных и политических условиях. Совершенно очевидно, что создание таких центров четко продолжает линию построения связи: «наука – образование – производство». Если ее необходимость отчетливо понимали уже в позапрошлом веке, то сегодня, в эпоху высокотехнологичного производства, быстро обновляющихся достижений науки, в

том числе фундаментальной, это стало аксиомой.

За последние четыре года в МГТУ им. Н.Э. Баумана создано 15 научно-образовательных центров. В рамках данной статьи, к сожалению, нет возможности дать характеристику каждого. Рассмотрим некоторые.

«*Фотоника и ИК-техника*». Деятельность НОЦ направлена на индивидуальную подготовку молодых специалистов в областях оптики, фотоники и лазерной техники, профессиональная компетенция которых соответствует мировому уровню. Проводимые здесь работы предполагают широкую международную кооперацию с ведущими учеными и университетами, обмен молодыми специалистами, участие в научно-технических конференциях и симпозиумах, выполнение зарубежных контрактов и международных проектов. В состав НОЦ входят пять лабораторий.

Лаборатория акустооптических спектральных устройств и систем создана академиком РАН В.И. Пустовойтом, который руководит исследованиями в области создания акустооптических спектральных приборов и устройств. Такие приборы применяются для контроля технологических процессов, состояния образцов, в том числе контроля качества, для решения задач медицинского назначения, военного и специального характера, для идентификации объектов, учебных целей.

Лаборатория микро-опто-электро-механических систем занимается разработкой оптоэлектронных приборов с использованием микро-электро-механических и интегрально-оптических систем, принципов лазерной интерферометрии и методов обработки изображений. Продукция лаборатории используется российскими и зарубежными промышленными предприятиями и научными лабораториями. Также в лаборатории проходят практику и выполняют курсовые и дипломные проекты студенты кафедры «Лазерные и опто-электронные системы».

Само название *лаборатории фотонно-кристаллических волокон* отражает основной объект исследований, проводимых её сотрудниками, – фотонно-кристаллические, или микроструктурированные, оптические волокна (ФКВ). Уникальность ФКВ для оптических технологий и волоконных лазерных систем обусловлена возможностью управлять дисперсионными и нелинейными свойствами волоконного световода, что открывает дополнительные возможности по созданию новых видов оптико-электронных приборов, включая преобразователи частоты, генераторы широкополосного излучения (генераторы суперконтинуума), источники сверхкоротких световых импульсов, новые сенсорные системы. Основные работы по этому направлению ведутся при непосредственном взаимодействии с отделением квантовой радиофизики Физического института им. П.Н. Лебедева РАН в г. Троицке и Научного центра волоконной оптики Российской академии наук (НЦВО РАН). Не менее актуальной задачей, решаемой в стенах лаборатории, является создание систем встроенного непрерывного контроля композиционных материалов на основе волоконно-оптических датчиков. Сотрудники лаборатории совместно с коллегами из НОЦ «Новые материалы, композиты и нанотехнологии» МГТУ им. Н.Э. Баумана, ФГУП «ВИАМ» и МАИ разрабатывают системы встроенного контроля деталей из композиционных материалов для авиационной промышленности. Еще одной важной задачей является разработка промышленной технологии производства универсальных кабелей на основе разработки перспективных типов оптических волокон. Работа идет в тесном контакте с НЦВО РАН и ОАО «ВНИИ-ИКТ».

Лаборатория «Терагерцовая опто-техника» занимается исследованиями особенностей взаимодействия терагерцового излучения с веществом, разработкой терагерцовых изображающих систем и тера-

герцовых систем для медицинской диагностики. Уникальные свойства терагерцового излучения позволяют использовать его в широком спектре приложений: обеспечение безопасности жизнедеятельности, медицинская диагностика, неразрушающий контроль материалов, фундаментальные исследования. Для проведения исследований в лаборатории имеется уникальное спектроскопическое оборудование: ИК-фурье-спектрометр VERTEX 70V фирмы BRUKER, терагерцовый спектрометр miniZ от производителя zOmega, позволяющие исследовать спектральные характеристики объектов в диапазоне длин волн от 2.0 мкм до 3000 мкм.

Очень важно для научно-образовательного центра вести не только научные исследования, но и эффективную работу со студентами. Для этих целей создана специальная лаборатория для студентов, где в настоящее время выполняются три студенческие работы.

Особое место в ряду НОЦ университета занимает *«Дом физики»* – учебный лабораторный комплекс кафедры физики, занятия в котором начались в феврале



2014 г. Проектирование и техническое наполнение «Дома физики» осуществлялось, исходя из комплекса задач, вытекающих из потребностей технического университета. Методическое обеспечение лабораторного практикума должно в том числе формировать у студентов социально-личностные компетенции, обеспечивающие им по окончании вуза способность к успешному профессиональному самообразованию.

Лаборатории общего физического практикума включают шесть учебных специализированных лабораторий и две учебные лаборатории с элементами научных исследований – зал НИРС и студенческая экспериментальная лаборатория физики (СЭЛФ). Лабораторные помещения оснащены современным, в том числе мультимедийным, оборудованием. В лабораториях общего физического практикума студенты первых и вторых курсов выполняют лабораторные работы по всем разделам курса общей физики. Общее количество посадочных мест для одновременной работы рассчитано на 200 студентов.

На протяжении более 20 лет, после того как на кафедре физики был создан зал НИРС, стало возможным развитие уникальной трехступенчатой системы лабораторного практикума по физике для студентов всех факультетов и специальностей. Лабораторный практикум первой ступени включает в себя лаборатории по всем разделам курса общей физики. Вторая ступень предполагает использование зала НИРС для хорошо и отлично успевающих студентов. На третьей ступени используется лаборатория НИРС (СЭЛФ) для студентов, увлеченных физикой. «Дом физики» позволяет осуществлять образовательный процесс на новом техническом уровне. В ходе проведения лабораторных занятий студенты учатся технике проведения физического эксперимента, организации экспериментальной работы, оформлению результатов исследований, обработке результатов экспериментов, в том числе оценке погрешно-

стей измерений. Многие работы практикума представляют собой воспроизведение экспериментальных исследований, результаты которых были удостоены Нобелевских премий.

Отличительной особенностью деятельности лабораторий НИРС является индивидуальный график работы студентов, расширенная тематика исследований. Для участия в них приглашаются студенты, имеющие только отличную успеваемость. Формируются группы в количестве 6–8 человек, в которых делается акцент на индивидуальную творческую работу под руководством преподавателей. В лабораториях могут одновременно работать 20 студентов.

СЭЛФ представляет собой научный лабораторный комплекс для студентов, интересующихся исследовательской деятельностью. В ее работе могут принимать участие студенты всех факультетов, любых направлений и специальностей. В лаборатории функционируют установки для проведения экспериментальных работ, связанных с электромагнитными, оптическими и квантовыми явлениями. По результатам их выполнения студенты, как правило, готовят научные статьи и выступают на ежегодных научно-технических конференциях «Студенческая весна» и «Политехника».

Комплекс «Дом физики» может быть использован не только для работы со студентами университета, но и для профориентационной работы со школьниками. Кроме того, на базе комплекса может проводиться обучение по программам повышения квалификации учителей, переподготовке и развитию взаимодействия «школа – вуз – предприятие». Студенты, успешно прошедшие обучение в «Доме физики», продолжают работу в научных подразделениях кафедры, в частности в Центре прикладной физики, занимаясь решением конкретных научных задач, принимая активное участие в выполнении НИОКР по заказам различных предприятий.

НОЦ «Ионно-плазменные техноло-

гии» состоит из трёх лабораторий, которые покрывают широкое поле исследований в области современной технологии плазменных устройств. В распоряжении сотрудников и студентов имеется следующее оборудование: установка вакуумно-дугового нанесения покрытий с уменьшенной капельной фазой; установка магнетронного нанесения покрытий; многоцелевая установка для проведения экспериментальных работ и отладки новых передовых технологий; установка иммерсионной ионной имплантации, которая позволяет модифицировать поверхность имеющихся деталей, в несколько раз увеличивая их износостойкость и твёрдость; стандартная установка ГЭС для проведения научно-исследовательских изысканий в области физики пылевой плазмы. В лаборатории есть прототип исследовательской установки по физике пылевой плазмы, которая работала на борту Международной космической станции.

Межотраслевой инжиниринговый центр (МИЦ) композиционных материалов МГТУ им. Н.Э. Баумана («Композиты России») является ярким примером развития инжиниринговых услуг полного цикла на базе университета. Центр создан для развития отрасли композитов, а также для разработки новейших технологий и материалов для нужд базовых отраслей промышленности.

МИЦ работает над реализацией проектов как в гражданском, так и в военно-промышленном секторе экономики. Погружение студентов в фундаментальную науку, участие в НИОКР является серьезным стимулом для сохранения и развития интереса к будущей профессии. Участие в научных исследованиях дает возможность пройти весь цикл создания новой продукции — от стадии инженерного проектирования и подготовки документации до опытного образца. Для настоящего конструктора это очень важно — увидеть итог своего творчества, когда воплощение инженерной идеи имеет конечный, вполне осязаемый резуль-

тат в готовом изделии. Благодаря данному подходу к подготовке кадров центр за несколько лет успел наладить тесное сотрудничество и заключить соглашения с такими крупнейшими производственными объединениями, как концерн «Калашников», холдинг «РТ-Химкомпозит»; ведутся переговоры о сотрудничестве в обучении инженерных кадров для Роскосмоса, расширяются программы кадрового взаимодействия с ХК «Композит», аналогичные связи налажены с крупнейшим производителем фармацевтической продукции НПО «Микроген».

МИЦ плотно сотрудничает с ведущими университетами страны и мира — с Харбинским политехническим университетом (КНР), с Национальным центром сертификации и оценки композитов при Манчестерском Университете (Великобритания), с Университетом Глиндора (Великобритания), КНИТУ им. А.Н. Туполева, МГУ им. М.В. Ломоносова. Один из совместных проектов — разработка беспилотного летательного аппарата для Арктики, который будет проводить мониторинг арктического шельфа.



МИЦ выступил одним из инициаторов создания двух региональных кластеров для комплексного развития отрасли композитов, а также химии, медицины и биотехнологий. В частности, в июне 2014 г. под председательством ректора МГТУ им. Н.Э. Баумана был создан Московский композитный кластер, собравший более 100 участников. В конце года в ходе встречи руководства МГУ им. М.В. Ломоносова, МГТУ им. Н.Э. Баумана, Первого МГМУ им. И.М. Сеченова, Института клинической кардиологии им. А.Л. Мясникова, РКНПК и НИИ СП им. Н.В. Склифосовского было принято решение о создании регионального Кластера «Медпром, новая химия и биотех».

НОЦ «*Технопарк информационных технологий*» (совместный проект МГТУ им. Н.Э. Баумана и Mail.ru Group) готовит веб-разработчиков для нужд IT-отрасли, где в настоящий момент наблюдается дефицит квалифицированных кадров. В настоящий момент программа подготовки длится четыре семестра и включает 13 дисциплин. Кроме основной программы, читаются открытые курсы для всех студентов МГТУ по четырем дисциплинам. В настоящее время в центре обучается 210 студентов, в процессе обучения занято 25 преподавателей и ассистентов. Студенты выполняют сквозной семестровый проект, сейчас рассматривается вопрос о написании в малых группах выпускного проекта по решению реальных практических задач.

Создание таких центров — это шаг к созданию «в окрестности университета» инновационного пояса малых предприятий. Тем самым формируется кластерная кооперация, а в перспективе и межкластерная. Центр композиционных материалов и медико-технологический центр — реальные примеры построения кластерной системы. У последнего есть еще одна, социальная миссия: благодаря нашим давним профессиональным связям с Первой Градской больницей была возрождена поликлиника.

Что делают в центрах студенты? Учат-

ся, работают на оборудовании, участвуют в научных исследованиях. Но не только. Не менее важно то, что здесь формируется их активная гражданская позиция уверенность в завтрашнем дне, в своих силах. В НОЦ царит дружественная профессиональная атмосфера, это место, где хочется решать реальные задачи, общаться со сверстниками, впитывать опыт учителей. Видимо, именно это сочетание опыта, оптимизма, профессионализма и дружбы так привлекает молодежь. Здесь она воочию убеждается в связи фундаментальных знаний, которые приобретаются в аудиториях, с решением прикладных проблем. Эта связь здесь очевидна, она не разорвана между разными по времени курсами дисциплин, а воплощается в единой разработке, где нужно соединить и то, и другое. Студент быстро знакомится с современными перспективными идеями. В курсе лекций по основной дисциплине он это услышит позже и подойдет к освоению материала уже осознанно, через увиденное на практике. Другими словами, в работе центра проявляется единство знаний и умений, практической работы и основного учебного курса. А это значит, что это место, где можно проследить и проконтролировать формирование не только профессиональных, но и межличностных, коммуникативных, социальных компетенций.

Работая в НОЦ, задолго до подготовки дипломной работы, студент сталкивается с задачей решения комплексных задач — проектных, экономических, защиты интеллектуальной собственности, оформления документации и др. В любом случае, он приобретает так называемые коммуникативные компетенции — умение общаться с коллегами, получать информацию, выступать перед аудиторией. Сталкивается и с необходимостью решения рутинных задач, а это и есть реальная научная жизнь, и надо быть готовым к ее суровым будням. Работа в коллективе — лучший способ приобретения коммуникативных компетенций, которые

становятся сейчас все более востребованными и практически соизмеримыми по значимости с профессиональными, поскольку обеспечивают возможность дальнейшего профессионального роста. Время одиночек в науке давно прошло – современный исследователь должен уметь находить свое место в профессиональных коллективах. Очень важно также качество, о котором говорят не так часто, – способность выявлять и устранять ошибки, которые в реальной работе неизбежны, делать из них выводы – и идти дальше.

НОЦ предлагают студентам уникальную возможность – освоить не только знания, навыки и умения, необходимые для успешной работы в современном производстве, но и перенять тот образ жизни, который свойствен инженеру-исследователю и не может быть передан во время обычных учебных занятий. Ведь некоторые вещи существуют только на уровне «лабораторного фольклора», понять и усвоить их можно только в работе – вместе с учителем у стенда, прибора, научной установки.

Очень важно правильно организовать связь новых научных центров и «базовой» кафедры, чтобы не возникало конфликта интересов, чтобы обеспечивался единый учебный процесс с использованием всех ресурсов современного оборудования. Чрезвычайно ценно, что они носят университетский, межкафедральный характер, что дает возможность ставить и решать междисциплинарные задачи. В этом одно из отличий НОЦ от кафедральных лабораторий.

Еще одна миссия центров – вдохнуть в студентов чувство причастности к университетской жизни, гордость за Alma mater. Посещая ведущие зарубежные университеты, преподаватели и студенты отмечают: наше оборудование не хуже. Очень важны международные контакты и зарубежные стажировки. Отсюда необходимость общения на английском языке, и студенты это хорошо понимают. Важно владение и дру-

гими европейскими языками, а в последнее время – китайским.

Ученые с мировым именем с удовольствием сотрудничают с нами. Мы стремимся к тому, чтобы создавать такие исследовательские центры, работать в которых любой ученый почтет за честь, и уже сейчас можем предложить зарубежным коллегам возможность проведения экспериментов на уникальном оборудовании.

Первые НОЦ созданы и функционируют. Какова их дальнейшая судьба? Центры должны жить активной жизнью. Возможно, при удачном развитии событий они выйдут на самоокупаемость. Уже сейчас половина объема работ МГТУ им. Н.Э. Баумана выполняется ими. (В одном только Центре композиционных материалов за последнее время выполнено работ на 600 млн. руб.) Впрочем, надо иметь в виду, что в них входят лаборатории разной направленности: одни ориентированы на выполнение хозяйственных работ и приносят существенный финансовый результат. Другие – на информационное сотрудничество, проводят крупные международные симпозиумы, и это тоже нужно, но денег, кроме грантов, это не приносит. Тем не менее для воспитания нового поколения инженеров одинаково значимы оба «сценария развития».

Приходится думать и о перспективах наших выпускников: как они будут востребованы в промышленности, в науке, что работодатель сможет им предложить, как оценит таких квалифицированных специалистов, каким будет уровень поставленных перед ними задач на предприятиях и в научных организациях. Ведь за время работы в центрах они почувствовали свою элитность и ждут соответствующего трудоустройства. А это уже зависит от состояния экономики. Всех нас беспокоит их судьба в родном отечестве. Грамотных молодых специалистов со знанием иностранного языка, международного опыта легко возьмут в западные университеты, в научные, инженерные, фирмы. Но мы надеемся на то,

что наши выпускники будут востребованы на Родине и послужат ее успеху и процветанию.

Будет ли университет продолжать эту линию? Да! На очереди – открытие уникального центра криологии, центра наноплазмоники, центра по поршневым двига-

телям, а также по нетрадиционным источникам энергии. Будем развивать центры разного характера – инженерные, научно-образовательные, инжиниринговые. Будем жить!

Статья поступила в редакцию 13.03.15.

SCIENTIFIC AND EDUCATIONAL CENTERS: TO A NEW PARADIGM OF ENGINEERING EDUCATION

MOROZOV Andrey N. – Dr. Sci. (Phys.-Math.), Prof., Bauman Moscow State Technical University, Russia. E-mail: amor@bmstu.ru

KARASIK Valeriy E. – Dr. Sci. (Technical), Prof., Bauman Moscow State Technical University, Russia. E-mail: karassik@bmstu.ru

ERKOVICH Olga S. – Cand. Sci. (Phys.-Math.), Assoc. Prof., Bauman Moscow State Technical University, Russia. E-mail: erkovic@bmstu.ru

Abstract. The article is devoted to the innovative system of the scientific and educational centers formed at Bauman Moscow state technical university, their contribution to training of graduates. It is shown that the system of the scientific and educational centers combining real production, scientific researches, business processes and modern educational technologies provides the necessary conditions and a special environment for training of specialists ready to participate in innovative development, and to shape the future of the Russian science and the industry.

Keywords: scientific and educational center, innovative activity, educational programs, educational technologies, students' research activity, competences

The paper was submitted 13.03.15.

