Наступает эра биоинженеров. Они нужны везде

Директор ВШБСиТ ИБСиБ, директор Научно-образовательного центра «Фундаментальные основы медицинских и биомедицинских технологий» д.ф.-м.н. Ольга Власова рассказала об особенностях подготовки биоинженеров и их вкладе в самые актуальные разработки.

В романе Айзека Азимова «Фантастическое путешествие» ученые уменьшают героев и отправляют в незабываемое путешествие по человеческому телу для уничтожения тромба в мозге. Для 1966 года, когда было написано произведение, – фантастика! Но для современного человечества такие невероятные манипуляции становятся все ближе.

Например, современные разработки позволили заглянуть непосредственно в мозг (пока, конечно, не у человека) с помощью миниатюрного флуоресцентного микроскопа – специальной линзы, которую монтируют в голову животного вместе с испускающими возбуждающий вторичное свечение (флуоресценцию) свет и регистрирующими активность нейронов устройствами. Животное выполняет различные поведенческие тесты, а ученый фиксирует, какая область мозга задействована в это время по активности флуоресценции. При этом можно регистрировать конкретные количественные параметры, например, сколько пар нейронов активны в данный момент. Такие работы уже ведутся в Санкт-Петербургском политехническом университете Петра Великого в Лаборатории молекулярной нейродегенерации (заведующий – д.б.н. Илья Борисович Безпрозванный) Высшей школы биомедицинских систем и технологий (ВШБСиТ) ИБСиБ.

Для выполнения подобных исследований необходимо быть «синтетическим» специалистом – биоинженером. Биофизика, вирусология, медицинское материаловедение, заместительная клеточная терапия, ядерная медицина, нейробиологическая инженерия – в этих сферах не обойтись без инженеров нового класса. Подготовка кадров в области биоинженерии в Политехе реализуется по программе бакалавриата и магистратуры «Биотехнические системы и технологии». Профили подготовки в бакалавриате – «Биофизические системы» и «Биомедицинские системы», магистерские программы – «Медицинская биоинженерия», «Биофизика», «Молекулярные и клеточные технологии». Со следующего года запустится программа специалитета, и СПбПУ станет первым вузом по подготовке биоинженеров в Северо-Западном регионе.

- Ольга Леонардовна, почему именно в наше время потребовались новые специалисты – биоинженеры?

- Исторически так сложилось, что раньше биоинженерию рассматривали больше как генетическую инженерию, применительно к работе с ДНК. Но время идет вперед, с развитием науки и технологий биоинженерия стала более широким понятием, включив в себя генетическую инженерию. На новый уровень поднялись информационные технологии, физика, биология, химия. Поэтому

потребовались «синтетические» специалисты, которые, обладая знаниями по разным предметам, могли бы решать практические задачи. Сейчас у нас есть широчайшие возможности создавать разные биоинженерные конструкции в той или иной области.

- В каких сферах нужны эти специалисты? Какие актуальные вопросы в первую очередь стоят перед ними?

- Это междисциплинарные задачи на стыке физики, биологии, химии, математики, информатики. Все вызовы наук о жизни, так называемых Life Sciences – это медицина, сельское хозяйство, окружающая человека среда. Любые области, где есть биоресурсы. Прежде всего, новые технологии диагностики и терапии в медицине, создание организмов с заданными полезными свойствами в биологии. Может существовать и такая проблема: нефтяные пленки распространяются и вредят экологии. Биоинженеры пытаются решить ее с помощью биоорганизмов, которые могут поедать эти пленки. Еще приведу пример. Студенты магистратуры ВШБСиТ по направлению подготовки «Приборостроение» могут помочь организациям, которые очень нуждаются в биоинженерах, понимающих, каким образом можно использовать разные приборы применительно к задачам наук о жизни. Те же томографы изначально создавались для исследования неживых объектов, дефектов, затем стали активно применяться в медицине. Однако сейчас зачастую только десять процентов информации, которую можно получить с их помощью, используют врачи. Мне кажется, что в настоящее время наступает эра биоинженеров. Они нужны везде.

- Какие события в образовательной и научной деятельности Политеха стали предпосылками к появлению в вузе программы подготовки биоинженеров?

- Политехнический университет является одним из крупнейших инженерных вузов, поэтому биоинженерия в составе раздела инженерных наук логично входит в круг задач, которые решает наш вуз.

В Политехе давно велись разработки, связанные с биофизикой и биомедицинской физикой, я говорю о старейших кафедрах биомедицинского направления. На кафедре автоматов в свое время создавали изделия медицинского назначения. Сотрудники кафедры гидроаэродинамики занимались доплеровской ультразвуковой диагностикой, разрабатывали технологии, связанные с кровообращением. В 1960-е годы появилась кафедра биофизики, которую возглавлял академик Борис Павлович Константинов. Кстати, я ее заканчивала. В 1997 году был создан факультет медицинской физики, деканом которого стал известный физиолог член-корреспондент РАН Владимир Олегович Самойлов. В 2017 году появился Институт биомедицинских систем и биотехнологий (в настоящее время директор – профессор РАН Андрей Владимирович Васин), через два года стартовала программа бакалавриата и магистратуры «Биотехнические системы и технологии».

- Сколько студентов поступило в первый год обучения? Растет ли их число с каждым годом?

- В 2019 году прием в бакалавриат был 25 человек. В прошлом году и в этом – уже по 50 бюджетных мест. На контрактной основе поступили 20 студентов. Прием в магистратуру возрос с 30 до 70 человек. В магистратуре обучение могут продолжать прежде всего студенты, которые заканчивали бакалавриат по биотехническим системам и технологиям. Однако у нас учится достаточно много ребят со всей России, например из Новосибирска, Владивостока. И даже из Узбекистана, так как нашим стратегическим партнером является Самаркандский государственный университет. Мы открыты для всех.

- Программа набирает обороты. Планируется ее расширение?

- На следующий год в ВШБСиТ будет открыт специалитет по направлению «Биоинженерия и биоинформатика». Политех станет единственным вузом Северо-Западного региона, где будут готовить специалистов-биоинженеров. Отличительная особенность программы – это подготовка в рамках непрерывного образования, реализуемого в специалитете. За пять лет студенты получат все необходимые компетенции и навыки для успешной работы в научных и промышленных организациях биоинженерного профиля. Запланированы полевые и стационарные практики, обязательные стажировки в ведущих биоинженерных и биоинформатических центрах страны.

Сейчас крайне востребованы биоинженеры с уклоном в информатику, поскольку реальные эксперименты с животными по возможности заменяют на модельные исследования In silico. Во многих крупных фармацевтических компаниях вместо этапов скринингов уже применяют биоинформатический поиск, который, ко всему прочему, экономит время исследований.

Сочетание образовательного процесса, науки, практики

- В некоторых университетах представлены направления подготовки, связанные с биотехнологиями. Чем от них отличается Политех?

- В других технических вузах направление «Биотехнические системы и технологии» рассматривается в основном с точки зрения техники, создания конкретных технических средств. А мы обучаем биоинженерии в широком понимании – созданию различных биоинженерных конструкций, технологиям таргетной медицины, адресной доставки лекарственных средств, создания новых биомедицинских материалов... И в этом заслуга наших преподавателей, среди которых много титулованных ученых, обладателей высокого индекса Хирша. Практически у всех сотрудников есть свои гранты и даже мегагранты. Педагогический состав обновляется путем привлечения наших выпускников, которые обладают наиболее актуальными знаниями, поскольку сотрудничают с организациями Российской академии наук, Министерства здравоохранения Российской Федерации. Также мы привлекаем специалистов ведущих мировых научных центров.

Кроме этого, мы проводим научные мероприятия для студентов и школьников: Школу для молодых ученых, состязание «Турнир трех наук», летнюю школу в рамках программы «Цифровой город», конференции для школьников, сотрудничаем с центром «Интеллект» и «Академией талантов». Очень активно взаимодействуем с «Сириусом», читаем лекции ребятам.

- Какие особенности подготовки биоинженеров в нашем университете?

- Сочетание образовательного процесса, науки, практики. Подготовка требует много практических и лабораторных работ, экспериментов, ручного труда. В Политехе созданы все условия для студентов и ученых: действуют передовые лаборатории, которые позволяют проводить исследования, ведется постоянное сотрудничество с партнерами, работы публикуются в специализированных журналах. Студенты иногда не понимают, насколько уникальные возможности им предоставляет Политех.

После окончания вуза многие продолжают заниматься наукой, которая имеет фундаментальное и прикладное значение, становятся аспирантами, а после защиты – сотрудниками наших лабораторий. В Политехе действует два диссертационных совета – по биофизике, который я возглавляю, и по молекулярной биологии, которым руководит профессор Высшей школы биомедицинских систем и технологий Алексей Николаевич Скворцов. Наши выпускники устраиваются на работу в ведущие учреждения РАН и РАМН, научные центры мирового уровня, коммерческие биомедицинские организации, причем зачастую занимают руководящие должности.

Еще одна особенность образовательного процесса состоит в том, что многие проекты реализуются в тесной связи с другими подразделениями вуза. Так, студенты и ученые ИБСиБ работают со специалистами-физиками, добиваясь, например, правильной интерпретации изменения формы биологических структур. Методы визуализации связаны с определенными физическими представлениями об объекте, его форме, строении. У тех же нейронов сложное строение, поэтому при работе с ними важно учитывать морфологические особенности. В разработках, связанных с приборостроением, мы сотрудничаем с Институтом электроники и телекоммуникаций СПбПУ. Нам нужны способы обработки и интерпретации больших баз данных, и специалисты ИЭиТ для этого обучают наших студентов, как настраивать искусственные нейросети. Это лишь малая часть примеров.

Биоинженеры: необходимы и незаменимы

- Расскажите подробнее о деятельности лабораторий института, о самых актуальных разработках, в которых не обойтись без биоинженеров.

- Разработкой новых вакцин, доставкой лекарственных средств к органам и тканям, технологиями редактирования генома, материалами для медицины занимаются в Научно-исследовательском комплексе «Иммунобиотехнология и генная терапия» ИБСиБ, который возглавляет директор института Андрей Владимирович Васин – известный вирусолог. Одно из основных научный направлений, которое курирует Андрей Владимирович, – вакцины на основе РНК.

Технологиями редактирования генома занимаются в НИК «Нанобиотехнологии», директор к.ф.-м.н. Михаил Алексеевич Ходорковский. Одну из лабораторий НИК возглавляет молодой ученый к.б.н. Алексей Дмитриевич Ведяйкин, доцент ВШБСиТ.

Новые медицинские материалы разрабатывают в Лаборатории «Полимерные материалы для тканевой инженерии и трансплантологии», которой заведует д.ф.-м.н. Владимир Евгеньевич Юдин, а способы их адресной доставки – в Лаборатории микрокапсулирования и управляемой доставки биологически активных соединений (заведующий – молодой ученый к.х.н. Александр Сергеевич Тимин) – руководит работами ученый с мировым именем Глеб Борисович Сухоруков (индекс Хирша 93).

В Лаборатории молекулярной нейродегенерации под руководством ученого с мировым именем Ильи Борисовича Безпрозванного (индекс Хирша 66) активно ведется поиск молекулярных мишеней и терапевтических агентов для лечения нейродегенеративных заболеваний, в частности болезни Альцгеймера. Наши ученые применяют таргетный (адресный) подход. Для этого нужны In silico эксперименты, то есть компьютерное моделирование, а также скрининговые исследования.

Еще одно интересное направление в биоинженерии, которое мы развиваем в магистратуре, – это технологии создания новых радиофармацевтических препаратов, состоящих из нескольких составляющих: химической, радиационной и био-. В Научно-технологическом комплексе «Ядерная физика», который возглавляет к.ф.-м.н. Владимир Николаевич Ломасов, синтезируют радиоактивные источники для создания таких радиофармпрепаратов.

- В ранней диагностике и лечении онкологии разработаны новые технологии. Какие решения предлагают политехники?

- Расскажу только об одном из них. Сейчас развивается адресная доставка радиофармакологических препаратов. Эти опасные лекарства надо доставить в область опухоли так, чтобы они не начали действовать раньше, чем нужно, ничего не разрушили и работали столько, сколько нужно. Для этого учитываются разные физико-химические и технологические параметры, подбирается соответствующий носитель, полимерная оболочка, температура. Этой инженерной работой занимаются в Лаборатории микрокапсулирования и управляемой доставки биологически активных соединений. Ее заведующий Александр Сергеевич Тимин сотрудничает с Российским научным центром радиологии и хирургических технологий в Песочном.

- Какие у политехников разработки в области трансплантологии? Сейчас уже выращивают целые органы, биологически родственные реципиенту.

- В трансплантологии активно используются биоинженерные конструкции. В лаборатории «Полимерные материалы для тканевой инженерии и трансплантологии» заведующий Владимир Евгеньевич Юдин, который также возглавляет лабораторию и в Институте высокомолекулярных соединений, создает совместно со студентами и аспирантами искусственные полимерные материалы, например имплантируемые сосуды, пленки для регенерации тканей, подложки для выращивания тканей и органов. Они занимаются и 3D-печатью органов, тканей.

- В протезировании появляются новые протезы утраченных конечностей с невероятными возможностями. Вплоть до экзоскелета.

- Протезирование тесно связано с материаловедением, где не обойтись без биотехнологий. Сейчас ведутся работы, связанные с биоразлагаемыми конструкциями, для них подбираются материалы, которые работают какое-то время, а потом разрушаются без

операционного вмешательства. Один из ярких проектов – биорезорбируемые эндопротезы.

- Очень актуально сейчас, в связи с пандемией коронавируса, направление вирусологии. Какие разработки есть у Политеха?

- Мы подали заявку от ИБСиБ на грант в рамках Госзадания, тематика которой связана с изучением последствий вирусных инфекций, в том числе коронавирусной. Это совместная работа НИК «Иммунобиотехнология и генная терапия» и Лаборатории молекулярной нейродегенерации. Как уже известно, у переболевших возникают проблемы со здоровьем, особенно неврологического характера. Кроме этого, я уже упоминала, под руководством доктора биологических наук Андрея Владимировича Васина ведутся работы по созданию нового поколения вакцинных препаратов на базе РНК, так называемых РНК-вакцин.

Большие надежды в нейронауках

- Вы упомянули Лабораторию молекулярной нейродегенерации. В XXI веке большие надежды связывают с нейронауками. Какие успехи у биоинженеров-политехников в этой области?

- В связи с тем, что качество жизни улучшилось, и люди стали жить дольше, увеличилось и количество пациентов с нейродегенеративными заболеваниями. Нейроны – это единственные клетки, которые делятся в начале нашей жизни, а потом мы их только тратим. Связи между нейронами (синапсы), наработанные в течение жизни, с возрастом разрушаются и их практически не восстановить. Это мина замедленного действия, а лекарств до сих пор нет. Предлагаемые препараты могут лишь немного притормозить прогрессирование болезни, помочь существовать в адекватном состоянии. В Лаборатории молекулярной нейродегенерации мы разрабатываем технологии для обнаружения болезни на ранних стадиях и предотвращения дальнейшего разрушения синапсов. Это одна из самых сильных лабораторий Политеха, создана в 2012 году на средства мегагранта. Руководитель – победитель конкурса мегагрантов, профессор Юго-западного медицинского центра Университета Техаса, выпускник Политехнического института Илья Борисович Безпрозванный.

Под руководством Ильи Борисовича молодой доктор биологических наук Елена Александровна Попугаева проводит исследования по поиску молекулярных мишеней, на которые можно воздействовать для решения проблем болезни Альцгеймера. Работа проходит совместно с Российско-Армянским университетом, сотрудники которого, в частности доцент ВШБСиТ Лерник Суренович Унанян, проводят биоинформационный поиск предполагаемых терапевтических кандидатов.

Группа оптогенетики и электрофизиологии, которой я руковожу, проводит исследования по оценке эффективности оптогенетической активации астроглиальных клеток (клетки – помощники нейронов) с целью восстановления синаптических контактов.

Кстати, Илья Борисович сейчас внедряет в лаборатории очень интересную технологию – in vivo анализ мозговой активности животного с использованием флуоресцентного миниатюрного микроскопа – минископа. Только такой «синтетический» специалист, как биоинженер, способен провести исследования с применением минископа и грамотно интерпретировать полученные результаты.

- Поговорим о деятельности биоинженеров в сельском хозяйстве и пищевой промышленности.

- И здесь тоже очень много задач, которые решаются с помощью генетической инженерии. Можно улучшать культуры в результате селекции и геномодификации, побеждать болезни, повышать урожайность. Сейчас набирает популярность технология CRISPR/Cas – редактирование генома. Этими разработками занимаются в Научно-исследовательском комплексе «Нанобиотехнологии», который возглавляет Михаил Алексеевич Ходорковский. Много интересных разработок в области пищевых технологий ведется в Высшей школе биотехнологий и пищевых производств, директор – д.т.н. Юлия Генриховна Базарнова.

Будущее биоинженерии – в практическом применении

- Студенты Политеха подкрепляют теоретические знания практикой, сотрудничая с партнерами. С кем в основном взаимодействует ВШБСиТ?

- НИИ гриппа им. А.А. Смородинцева, Институт цитологии РАН, Институт высокомолекулярных соединений РАН, Институт эволюционной физиологии и биохимии им. Сеченова РАН, НМИЦ им. В.А. Алмазова, Медицинский институт им. Березина, компании BIOCAD, «БиоВитрум». Ребята участвуют в выполнении грантов, проектов, проходят практику и стажируются. Но они должны быть больше погруженными в деятельность предприятий, институтов, а с этим есть сложности. Мы все время ведем переговоры, убеждаем партнеров, что, привлекая студентов, они готовят себе новые кадры. Сейчас могу сказать, что понимание возникает.

- Поделитесь вашим видением, какое будущее ждет биоинженерию?

- С точки зрения научных разработок – сделано многое, но эти проекты находятся на стадии фундаментальных исследований. Необходимо внедрять идеи в производство, направлять движение в практику. Для этого нужны тесные контакты с крупными предприятиями и организациями. Возможно, на волне импортозамещения такая деятельность получит новое дыхание. В некоторых фармацевтических кампаниях уже ведутся разработки совместно с российскими научными центрами. Когда будут налажены сети предприятий, связанных с биоинженерией, то инженеры нового поколения будут заниматься в них практическими исследованиями.

Если говорить о биоинженерии в Политехническом университете, то совершенно точно это направление будет развиваться и расширяться. Политех имеет большой потенциал в плане мультидисциплинарных специалистов, может стать российским центром создания новых биоинженерных технологий.