

*Пушинский государственный университет  
Пушинский научный центр РАН  
Администрация города Пушкино*

# **КОНЦЕПЦИЯ РАЗВИТИЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО УНИВЕРСИТЕТА НОВОГО ТИПА В ГОРОДЕ ПУЩИНО**

*Утверждено Ученым советом ПуцГУ от 09.09.2010г.*

*Поддержано администрацией г. Пушкино 24.09.2010г.*

Пушино  
2010 г.

# Оглавление

<b>Введение</b> .....	<b>4</b>
1.1. Биология и биотехнология — лидер науки и ведущая отрасль экономики XXI века .....	<b>8</b>
<b>1. Биология в стране и мире:     взгляд на кадровую проблему</b> .....	<b>8</b>
1.2. Кадры для биологии: проблема качества.....	<b>12</b>
2.1. Создание ПушГУ: организационная и производственная база .....	<b>21</b>
<b>2. Пушинский государственный университет (ПушГУ)</b> .....	<b>21</b>
2.2. Образовательный формат университета — магистратура как образовательная инновация .....	<b>22</b>
2.3. Итоги работы университета: реальные достижения и нерешенные проблемы.....	<b>25</b>
3.1. Пушинский научный центр РАН — как основная научно-производственная база ПушГУ .....	<b>27</b>
<b>3. Пути развития научно-производственной базы     Пушинского государственного университета</b> .....	<b>27</b>
3.2. Биотехнология: достижения и пути развития .....	<b>29</b>
3.3. Биомедицина .....	<b>30</b>
3.4. Биоинформатика и компьютерная биология .....	<b>35</b>
3.5. Экология и экологическое образование .....	<b>38</b>
3.6. Вклад Пущина в экологическое образование страны.....	<b>41</b>

3.7. ПНЦ РАН как пространство междисциплинарных исследований .....	43
4.1. От магистратуры к бакалавриату.....	45
<b>4. Совершенствование образовательного формата ПушГУ .....</b>	<b>45</b>
4.2. Создание биотехнологического колледжа в рамках Пушкинского университета .....	47
4.3. Повышение квалификации как решение проблемы академической мобильности .....	48
4.4. Развитие гуманитарного направления в ПушГУ: место биоэтики в биологическом образовании .....	49
4.5. Пушкинский университет в региональном контексте — сетевое образовательное сообщество.....	52
4.6. Международный компонент в образовательной деятельности ПушГУ.....	54
<b>5. Формирование университетского комплекса как органической части наукограда Пушкино.....</b>	<b>56</b>
5.1. Градообразующая роль университета в Пушкино .....	56
<b>6. Этапы развития проекта.....</b>	<b>59</b>
6.1. Развитие магистратуры.....	59
6.2. Строительство университетского кампуса .....	61
<b>7. Заключение. Структура плана развития университета .....</b>	<b>63</b>
<b>Список использованной литературы .....</b>	<b>64</b>

# Введение

В XXI веке биология определяет лицо технологического прогресса. От развития биологии напрямую зависят состояние экологии, биомедицины, биотехнологии, биофармацевтики и продовольственное обеспечение страны. Биомедицина в совокупности с биофармацевтикой обеспечивает высокое качество жизни человека, биотехнология решает проблему его продовольственного обеспечения, а экология оценивает качество среды обитания человека. По развитию биологии определяется уровень развития страны.

В России признанными центрами развития биологии являются Москва, Санкт-Петербург и Пущино. Центром развития современных направлений биологии и экологии в стране является Пущинский научный центр биологических исследований (ПНЦ РАН). В нем сосредоточены 9 институтов Российской академии наук. Компактность наукограда Пущино (все институты находятся в шаговой доступности друг от друга) позволяет осуществлять эффективную кооперацию и взаимодействие лабораториям, представляющим различные институты и направления биологии, обеспечивая тем самым необходимый уровень междисциплинарных исследований.

ПНЦ стабильно и эффективно работает с начала 70-х годов прошлого века, сохраняя высокие показатели. Только в 2009 году институты ПНЦ РАН выпустили около 1000 научных статей в рецензируемых журналах.

Важнейшим событием истории Пущина стало открытие в 1992 году Пущинского государственного университета. Это позволило сделать шаг к интеграции науки и образо-

вания, сформировать предпосылки создания университета нового типа, в котором проводятся современные научные исследования.

Пушкинский государственный университет (ПушГУ) — первый отечественный университет естественнонаучного профиля, созданный на базе академических институтов ПНЦ РАН. В университете был выбран новый для России формат образовательного процесса: магистратура (2 года) + аспирантура (3 года). Фактически, ПушГУ стал экспериментальной площадкой для формирования магистерского стандарта по биологии в России.

При формировании университета учитывались научно-организационные возможности институтов ПНЦ РАН: отсюда была рассчитана предельная численность обучающихся — 237 человек. В настоящее время среднегодовая численность студентов-магистрантов составляет 104 человека. Лимитирующим звеном приема является отсутствие собственного общежития.

За 17 лет работы ПушГУ подготовлено более 700 магистров по 6 направлениям естественнонаучного профиля: «Биология», «Почвоведение», «Прикладная математика и информатика», «Экология и природопользование», «Астрофизика». Значительная часть выпускников трудоустраиваются в институтах ПНЦ РАН, остальные магистры поступают в аспирантуру других институтов РАН (Москва), либо продолжают свою карьеру в исследовательских центрах мира.

С самого начала работы магистратуры ПушГУ приоритет был отдан непосредственной работе магистрантов в лабораториях институтов ПНЦ РАН — учебных центрах ПушГУ. **Работа в научной лаборатории — девиз и существо образовательного процесса ПушГУ**, и одновременно, его важнейшее преимущество перед другими университетами. **Была создана уникальная научно-образовательная среда, в которой слиты две составляющие: научная лаборатория и университетская аудитория.**

Профессорско-преподавательский корпус Пушкинского университета — это сотрудники девяти научных институтов

ПНЦ РАН, что обеспечивает разнообразие биологических подходов и глубину их реализации на молекулярном, клеточном, организменном и экосистемном уровнях.

Потребности развития современной биологии в России, а также потребность в кадрах высшей квалификации российской биотехнологии, биомедицины, биофармацевтики, требуют **преобразования Пущинского университета в полноформатный исследовательский университет**. Он должен стать одним из основных инфраструктурных компонентов наукограда Пущина, а образовательная деятельность в городе — ключевым фактором и инструментом его развития.

Высокий уровень научно-образовательного потенциала ПущГУ и ПНЦ РАН позволяет **поставить задачу вхождения ПущГУ в число передовых университетов мира в области биологии и биотехнологии**.

Для решения этой стратегической задачи необходимо решить две проблемы: **радикально обновить приборное и информационно-технологическое обеспечение** институтов ПНЦ РАН, которые последние двадцать лет работали в условиях недофинансирования, а также **сформировать полноформатную инфраструктуру ПущГУ международного стандарта**, с учетом его сложившейся специализации в областях биологического и биотехнологического образования.

Это позволит привлечь для научной работы и преподавания в университете лучших специалистов, включая пущинских ученых, выехавших за рубеж в 90-е годы. Одновременно станет возможным привлечь студентов из-за рубежа, в первую очередь из стран СНГ, что значительно укрепит экономику университета.

**Проект развития университета планируется реализовать в два этапа**. На первом этапе предполагается завершить формирование общеуниверситетской инфраструктуры (учебные корпуса, общежития, главное здание и др.). На втором этапе планируется создание собственного бакалавриата по имеющимся направлениям магистратуры.

Создание нового университетского кампуса ПущГУ обеспечит **отбор лучших студентов не только в магистратуру и аспи-**

**рантуру, но и в бакалавриат — что является ключевым условием повышения качества образования.** Приток образованной молодежи позволит также улучшить социально-демографическую ситуацию в г. Пушкино. При этом молодые ученые смогут в благоприятной среде быстрее сделать академическую карьеру, а затем реализовать новые идеи в инновационном процессе. В свою очередь, старшее поколение пушкинских ученых сможет эффективно применить свой богатый опыт в области образования, что даст реальную перспективу повышения качества обучения, а также сохранения достойного социального статуса этой категории ученых в новой структуре города.

**Университет должен стать в рамках программы инновационного развития страны центром элитной подготовки специалистов по биотехнологии и биофармацевтике для центрального региона России.** Для этого количество обучающихся в университете должно быть на уровне 1000 человек. Это относительно небольшое число студентов и аспирантов позволит сохранить оптимальный уровень присутствия обучающихся в научных лабораториях, при котором работа будет наиболее эффективна.

Перспективной задачей университета является активизация его международных связей, как через свою, «пушкинскую», диаспору, так и через формирование прямых связей с лучшими университетами мира. Конечной задачей этого направления является получение права на выдачу европейского приложения к диплому ПушГУ.

# Биология в стране и мире: взгляд на кадровую проблему

## 1

### 1.1. Биология и биотехнология — лидер науки и ведущая отрасль экономики XXI века

*Революция в биологии, связанная с расшифровкой геномов и пониманием молекулярных механизмов функционирования живых систем, открывает беспрецедентные возможности для инновационного развития и решения социально-экономических проблем. Одновременно, возможность двойного применения развиваемых биологических технологий требует укрепления научного, образовательного и производственного потенциала страны для обеспечения национальной безопасности.*

В официальной публикации Европейской Комиссии 2002 года «Науки о жизни и биотехнология — Стратегия для Европы» говорится: «Науки о жизни и биотехнология являются следующей волной после информационных технологий в экономике, основанной на знаниях. Революция в области наук о жизни и биотехнологии открывает новые возможности в медицине, сельском хозяйстве и производстве пищи, защите окружающей среды, а также возможности новых научных открытий. Общая база знаний о живых организмах и экосистемах производит новые научные дисциплины, такие как геномика и биоинформатика, и новые применения, такие как генное тестирование и регенерация человеческих органов и тканей. Это сопровождается беспрецедентным ускорением трансформации научных достижений в услуги и продукты.



**Главная проблема — не рисковый капитал, а уровень компетенции персонала.** Усиление ресурсной базы является главным для развития этой отрасли экономики; прежде всего это развитие образования в области наук о жизни, включая постоянное образование для ученых и общую образованность населения. Также необходим тренинг в рамках дисциплин и специализаций, включая потенциал информационных и коммуникационных технологий, т.к. новые идеи стремятся возникнуть на стыке специализаций».

**По оценкам Европейской Комиссии, объем рынка, зависящего от биотехнологий (кроме сельского хозяйства), к 2015 году может превысить 2000 млрд. евро.**

Как отмечается в докладе Комиссии Харта-Рудмана (Комиссия США по Национальной безопасности, сентябрь 1999), три основных направления научно-технического прогресса определяют развитие человечества в 21 веке: информационные технологии, биотехнологии и микроэлектромеханика (нанотехнологии).

При этом новые достижения в биотехнологии будут даже более драматичны, чем в информационных технологиях, особенно в макросоциальном аспекте. В частности *«... клонирование человеческих органов будет возможно и в некоторых направлениях общедоступно. Многие вирусные болезни будут лучше поняты, а технологии стволовых клеток позволят лечить многие нейрологические дегенеративные болезни... Сельхозкультуры будут трансформированы для достижения более высокой продуктивности, получения более питательных и повышающих защитные свойства организма продуктов, а также большей устойчивости к вредителям.*

*Всё вместе это позволяет надеяться на продление средней жизни человека в развитом мире с примерно 75 до, по крайней мере, 85 лет, а в следующие четверть века — до 120 лет».* (New World Coming: American Security in the 21<sup>st</sup> century. Sept. 15, 1999).

Начаты работы по созданию искусственных организмов в рамках международной программы «Синтетическая биология». Ведутся масштабные исследования в области системной

биологии, позволяющие использовать базы данных и математическое моделирование для количественного описания процессов в живой клетке. Создается мощная приборная база, позволяющая регистрировать динамику этих процессов на уровне одиночных молекул и одиночных клеток. Ведутся масштабные работы по изучению молекулярных основ клеточной дифференцировки, апоптоза (программированной гибели), раковой трансформации. Появилось новое понятие: молекулярная медицина.

Таким образом, биология, наряду с информационными технологиями, становится важнейшим направлением научно-технического прогресса, определяющим как социально-экономическое развитие, так и уровень национальной безопасности страны. **Задачи модернизации страны требуют быстрого развития имеющихся биологических центров России.**

Доля Российской Федерации в мировом биотехнологическом рынке крайне низка и не соответствует интеллектуальным, научно-организационным и экономическим возможностям государства. Даже по оптимистическому сценарию прогнозируется, что в 2010–2012 гг. Россия будет производить около 0,25% мирового объема биотехнологической продукции. Это обусловлено, главным образом, явно недостаточным государственным финансированием научно-практических разработок в области биотехнологии. Имеется отставание России и в по количеству и качеству публикаций в области физико-химической биологии и биотехнологии.

В связи с этим отечественная биофармацевтическая промышленность производит в основном дженерики (на их долю приходится 98% продукции), причем в основном это — устаревшие препараты. Современные высокотехнологичные продукты в биотехнологической отрасли составляют не более 10% (Концепция стратегии развития биотехнологической отрасли промышленности на 2008–2020 гг.).

Состояние развития биологической науки в стране можно экстраполировать, исходя из положения дел в Пущинском научном центре РАН, в котором сосредоточено не менее трети российского потенциала в области современной физико-химической биологии. Основная научно-техническая база институтов центра была сформирована в 70-80-е годы 20 века. С начала 90-х годов, центральным фактором, определяющим нынешнее состояние дел в биологии, было системное недофинансирование научных исследований в России и РАН. Вследствие этого, инфраструктура науки последовательно отставала от требований времени, что привело к торможению развития исследований, медленному развитию новых научных направлений, современных научных технологий.

Очевидно, что нарастающее отставание России может быть преодолено только путем реальной интеграции образования и науки на базе тех точек роста, где сохранилась «критическая масса» ученых, работающих на современном уровне.

За последние несколько лет объем финансирования в науку, в том числе биологию, заметно вырос, но отставание, сложившееся за последние двадцать лет придется преодолевать еще достаточно долго. До сих пор, к примеру, в России имеется считанное число сиквенаторов для определения первичных структур ДНК. В итоге, базовая инфраструктура институтов ПНЦ РАН не соответствует уровню ведущих научных центров мира.

В то же время, институты ПНЦ РАН устойчиво работают, выпуская примерно **1000 статей в реферируемых журналах в год**. Этот научно-производственный потенциал (используемый ПушГУ) соответствует уровню науки в европейских университетах. При этом следует отметить, что Пущинский центр, в основном, специализируется на биологических исследованиях, что является уникальной особенностью этого центра РАН. **Благодаря уровню собственной науки и при должном развитии научной и образовательной инфраструктуры, ПушГУ сможет в перспективе соответствовать уровню лучших биологических университетов Европы и мира.**

## 1.2. Кадры для биологии: проблема качества

*В новой экономике биология занимает все более значимое место и проблема качества подготовки специалистов выходит на передний план.*

В 21 веке биология является признанным лидером естествознания. В США и Евросоюзе на науки о жизни тратится примерно 2/3 консолидированного бюджета. Уровень развития сегодняшней науки требует кадров, обладающих знаниями и технологиями получения знаний. Воспитание таких кадров определит лицо экономики нового типа, которая формируется сегодня. При этом, система образования становится реальной экономической данностью. Общий объем мирового рынка образования оценивается примерно в 100 млрд. долл. Так, обучение иностранцев в США приносит американской экономике около 13 млрд. долл. Участие в этом процессе сегодня является знаком интеллектуального лидерства страны.

По мнению профессора А.Л. Андреева: «В ближайшей перспективе роль «высшей» (и приносящей наибольший доход) мировой специализации будет закрепляться не столько за производством самих знаний, сколько за производством их производителей. А это, разумеется, образование, точнее — *высококачественное, элитное образование*. Именно развитие образования в сочетании с высокими технологиями, в том числе гуманитарными, становится сегодня главной составляющей инновационного развития, его «локомотивом», оспаривающим эту роль у такого традиционного лидера научно-технического прогресса, как военно-промышленный комплекс» (Вестник РАН, №2, 2010).

Современная биология нацелена на понимание механизмов организации и функционирования центрального звена — живой клетки, что было обеспечено благодаря широкому использованию междисциплинарных подходов. Основной прогресс достигнут в области физико-химической биологии,

позволившей изучать молекулы и их ансамбли и конструировать микроорганизмы с заданными свойствами.

Однако понимание молекулярных механизмов функционирования высших организмов сталкивается с огромными трудностями системного порядка, связанными с размером геномов и сложностью молекулярной организации самих клеток. Возникло новое направление: биоинформатика — требующее привлечения мощных компьютерных ресурсов и специалистов, умеющих работать с огромными массивами данных.

Процессы размножения, роста и регенерации органов и тканей, возникающих патологий, метаболизма и самоподдерживаемого гомеостаза, получения и использования информации, адаптации к внешней среде и поведения — всё это требует как понимания молекулярных основ, так и особенностей их системной реализации.

Необходимо владение различными экспериментальными методами, понимание системных принципов организации «снизу-вверх», умение ориентироваться в огромном массиве данных. Этого нельзя добиться без **системного подхода в образовании**, когда студент с первого курса должен понимать, *каким образом* полученная им информация может быть использована в его будущей профессиональной деятельности.

Развитие современных экспериментальных методов, позволяющих работать даже с отдельными молекулами или изучать ход биохимических процессов не в пробирке, а непосредственно в живой клетке, требует владения экспериментальными навыками, которые невозможно получить вне современных исследовательских лабораторий.

Создание таких лабораторий на базе ВУЗов не только крайне дорого, но и мало эффективно с точки зрения преподавания, так как обучать методу может только исследователь, непосредственно использующий его в научной работе. Создать же новую научную школу «на голом месте» — задача нереальная.

Современная биология является высокотехнологичной наукой. Уже сейчас создание и использование генетически модифицированных организмов в фарминдустрии, лесном и сельском

хозяйстве, получении новых материалов требует подготовки специалистов с междисциплинарными знаниями и практическими навыками. При этом объём информации растёт лавинообразно. Согласно данным, приведенным в докладе Национального исследовательского совета национальных академий США «Биотехнологические исследования в век терроризма» (2003 г.) в разделе «Науки о жизни сегодня» **число специалистов в биологических и сельскохозяйственных науках**, получающих PhD степень (кандидат наук по российским стандартам), каждый год увеличивается. В 2001 году этой степени в США были удостоены **6.526 человек**. Эта огромная исследовательская активность была связана с разработкой большого количества новых биофармацевтических продуктов, которые кардинально трансформируют медицину. Для сравнения: согласно Отчёту президиума РАН за 2008 г., по **всем научным направлениям** в Академии наук в 2007 году было защищено 1.790 кандидатских диссертации.

Понимание молекулярных процессов, определяющих как нормальное здоровое состояние организма, так и отклонения от него, т.е. заболевания, кардинально меняет взгляд на взаимодействие биологии и медицины. Биофармацевтика, как и биотехнология, становится важнейшим междисциплинарным направлением, определяющим будущее человечества. Однако подготовка специалистов, владеющих одновременно и системными знаниями о работе организма, и пониманием молекулярных процессов, определяющих работу этой системы, может быть эффективной только на современной исследовательской базе, где эти молекулярные процессы могут изучаться на различных моделях, так как подобные эксперименты на человеке принципиально невозможны.

Таким образом, подготовка специалистов современного уровня возможна только путем интеграции учебного и исследовательского процессов. В противном случае отставание от мирового уровня будет исходно заложено в сам процесс высшего образования.

В итоге, наряду с классическим подходом в биологическом образовании, основанном на системном представлении

о существующих биологических объектах, путях их эволюции и особенностях поведения, т.е. подходом к изучению живых систем «сверху — вниз», требуется развитие биоинженерного подхода («снизу — вверх»). Этот подход, опирающийся на молекулярные принципы организации живых клеток и их ансамблей, был признан наиболее перспективным и для развития современной медицины на Симпозиуме национальных институтов здоровья США «Биоинженерия: построение будущего биологии и медицины» 27–28 февраля 1998 г.

В разделе «Биоинженерия: образование и обучение» материалов Симпозиума было отмечено, что «понимание молекулярных механизмов функционирования живых систем вызвали экспоненциальный рост потенциала инженерии во вкладе в медицину посредством лучшего биомедицинского понимания, новых методов диагностики и терапии и улучшенной медицинской помощи. Для реализации этого потенциала необходимо сфокусироваться на образовательной инфраструктуре, которая должна дать лидеров биомедицинской инженерии XXI века.

Рассматривая образовательную инфраструктуру, нужно помнить, что ключевыми словами являются **междисциплинарность и интеграция**. При этом образование в области биомедицинской инженерии должно давать основу для промышленности, академической науки и медицины. Каждый путь даёт огромные возможности для улучшения социального и экономического статуса и статуса здоровья США».

В то же время развитие технологий на основе достижений фундаментальной науки, одновременно создает новые возможности для биотехнологии, в том числе для обеспечения расширения производства. При этом появляются возможности для привлечения персонала среднего уровня подготовки — уровня колледжа или отечественной системы — среднего технического образования — техникума.

Особенность биологии в том, что исследователь (и студент) в ряде случаев должен изучить целостный живой объект. Любые манипуляции с подобным объектом приводят к потере целостности, нарушению функционирования живого организма, при

этом последствия внешнего воздействия на объект невозможно точно оценить. Проблема обеспечения неинвазивной работы с биологическими объектами была и остается «ахиллесовой пятой» биологии.

В последние годы это положение начинает поправляться в ходе широкого внедрения компьютерных технологий создания, в том числе, объемных, изображений живых объектов. Развивающиеся технологии видеокomпьютерной микроскопии, различных виды томографии приближают биологию к возможности большей объективизации подхода «сверху-вниз», от целого к части. Эти подходы могут быть реализованы с помощью современных информационно-коммуникационных технологий и прямо зависят от степени их развития.

Биология 21 века немыслима также без виртуальных музеев, коллекций прямых изображений биологических объектов разных уровней организации. Анализ информации, получаемой с помощью новых цифровых технологий, способствует переходу биологии от качественного к количественному описанию биологических объектов.

Можно утверждать, что лидирующие позиции в этой наиболее перспективной области биологии будут за теми странами, которые обладают научным потенциалом и развитой системой подготовки специалистов по разработке программно-аппаратных комплексов анализа изображений.

Таким образом, биология, наряду с информационными технологиями, становится важнейшим направлением научно-технического прогресса, определяющим как социально-экономическое развитие, так и уровень национальной безопасности страны. Задачи модернизации страны требуют провести ускоренное развитие имеющихся биологических центров России, как это было сделано для ядерной и космической отраслей.

**Фактически, единственным подобным научно-образовательным центром в России является наукоград Пущино, в котором накоплен опыт подготовки специалистов высшей квалификации в**





17

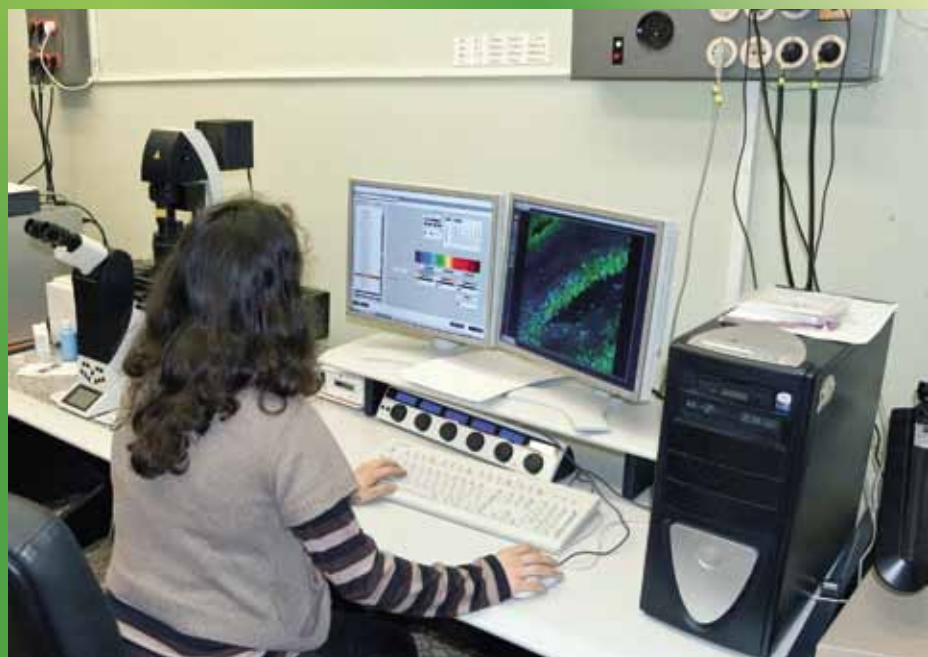








*Подготовка специалистов современного уровня возможна только путем интеграции учебного и исследовательского процесса.*



Пушинском государственном университете.

## **2.1. Создание ПушГУ: организационная и производственная база**

*Пушинский государственный университет — успешный пример взаимодействия науки и образования: как элемент федеральной системы образования, ПушГУ в своей работе всецело опирается на потенциал институтов ПНЦ РАН.*

ПушГУ был создан в 1992 г. по инициативе и с участием Российской Академии наук для решения проблем обеспечения кадрами институтов Пушинского научного центра (ПНЦ РАН) и других институтов Академии наук. Базой для обеспечения занятий и основным работодателем для выпускников ПушГУ стали научно-исследовательские институты Пушинского научного центра РАН. Организационно, ПушГУ включает учебные центры (на правах факультетов), которые образованы на базе институтов ПНЦ РАН.

На сегодня, в составе ПушГУ имеется 9 учебных центров: Математической биологии, Астрофизики и радиоастрономии, Микробиологии и биотехнологии, Биологической и экологической безопасности, Физико-химической биологии и биотехнологии, Биологии клетки, Биофизики и биомедицины, Почвоведения, экологии и природопользования и Биомедицинской инженерии.

Для решения задачи подготовки кадров высшей ква-

лификации для системы Академии наук был выбран новый для России в 90-е годы формат образовательного процесса: «магистратура-аспирантура». Выпускники любого вуза страны с профильными специальностями поступают на конкурсной основе в ПушГУ для завершения обучения. Предельная численность обучающихся студентов магистратуры и аспирантуры составляет 237 человек, а состав администрации включает 14 человек. Все обучение в ПушГУ ведется на бюджетной основе.

За время работы в ПушГУ было подготовлено 700 магистров биологии, экологии, техники и технологии, астрофизики, почвоведения и природопользования, прикладной математики и информатики. Большая часть выпускников ПушГУ осталась в Пущине и работает в институтах ПНЦ РАН. Доля выпускников магистратуры ПушГУ, поступающих в аспирантуру, составляет около 80%. Так, из 53 выпускников ПушГУ 2008 г., 43 магистра получили рекомендации ГАК вуза для поступления в аспирантуру. Из них 35 человек поступили в аспирантуру РАН и 8 человек — в аспирантуру ПушГУ. За весь период существования ПушГУ выпущено из аспирантуры 231 человек, защитили кандидатские диссертации 176 человек, что составляет 76% от числа аспирантов.

С самого начала работы магистратуры ПушГУ приоритет был отдан непосредственной работе обучающихся в лабораториях институтов ПНЦ РАН, потому что **качественные научные кадры можно готовить только в среде и атмосфере реальной науки.**

## **2.2. Образовательный формат университета — магистратура как образовательная инновация**

*Содержательный компонент образовательного формата ПушГУ — подготовка кадров для науки через научную работу. Теоретически половину, а фактически — порядка 70-80% — от общего учебного времени магистрантов отдано работе в научной лаборатории, которая заменила им*

***классическую университетскую аудиторию.***

Этот формат позволяет наиболее эффективно использовать время студентов для решения основной задачи образования — подготовки специалиста требуемой квалификации в минимальное время.

В то же время, формат магистратуры позволяет, при необходимости, гибко модифицировать образовательный процесс, создавать новые программы в зависимости от задачи. По существу, этот образовательный формат позволяет обучать каждого магистранта «под заказ» лаборатории, в которой он работал. Двухлетний цикл обучения заполнен большим числом небольших курсов, охватывающих широкий спектр направлений современной экспериментальной науки в ПНЦ РАН — основном заказчике специалистов ПушГУ. Всего в университете функционирует 13 магистерских программ, включающих около двухсот курсов по отдельным дисциплинам.

Имеющийся организационный и методический потенциал университета является реальным образовательным ресурсом и достоинством университета в плане организации подготовки специалистов для биотехнологии и биомедицины для конкретных научных и производственных задач.

Основным фактором, обеспечивающим этот результат, является состояние пушинской науки — все институты ПНЦ РАН постоянно ведут исследования в широком спектре самых современных областей биологии и на самых различных уровнях организации биологической материи: от молекулярного до системно-экологического. Сотрудниками Институтов Центра в 2009 г. опубликовано: 17 книг и 10 глав в монографиях и руководствах, 2 учебных пособия и более 1000 научных статей. В 2009 г. организациями ПНЦ РАН получено 12 патентов и 5 положительных решений, подано 13 заявок, Роспатентом зарегистрированы 2 компьютерные программы.

Большим учебно-организационным достоинством университета является высокое **отношение числа преподавателей к общему числу студентов: на 130 студентов и аспирантов при-**

ходится **98 преподавателей**. При этом большинство преподавателей совмещают свою основную научную работу с преподаванием в ПушГУ. Фактически каждый магистрант непосредственно общается и обучается своим руководителем — аспирантом или младшим научным сотрудником, который работает под руководством преподавателя — профессора или доцента ПушГУ. Учебные группы составляют 4-6, редко 8-10 человек. Таким образом, **в университете реализована практика образовательного процесса по типу «студент-тьютор»**.

Общение магистрантов со своими руководителями не ограничивается собственно учебной и научной работой, воспитание молодого ученого идет непрерывно, в коллективе научной лаборатории в ходе научной работы. Поэтому магистранты ПушГУ быстро вырастают в полноценных научных сотрудников. Не случайно, например, в составе одного Института теоретической и экспериментальной биофизики РАН из 400 сотрудников более 110 человек — молодые сотрудники, прошедшие школу ПушГУ.

Первопроходцем формата обучения, максимально приближенного к научному исследованию, был Московский физико-технический институт. Поэтому, этот формат принято называть «физтеховским»: после трех лет обучения в вузе, студенты значительную часть учебного времени работают в исследовательских институтах над собственными дипломными проектами. Высокая эффективность пушинского образования обеспечивается за счет реализации «физтеховского» формата для магистратуры.

Особую роль играет **компактность наукограда Пущино**, что идеально подходит для организации (оптимизации) учебного процесса: время перемещения студента от центра города до самого удаленного института составляет не более 10 минут. Следовательно, студент ПушГУ в течение дня может посетить два-три других института для выполнения плановых учебных задач, сохраняя время для своей основной работы в собственной лаборатории. Это позволяет сжать во времени рабочий



график, обеспечить максимальную эффективность учебно-научной работы. Такого эффекта невозможно достичь в условиях мегаполиса.

### **2.3. Итоги работы университета: реальные достижения и нерешенные проблемы**

*Настоящий формат обучения в ПушГУ обеспечил высокое качество образовательного процесса. Развитие университета возможно через повышение качества работы магистратуры и формирование бакалавриата.*

По результатам образовательных критериев, разработанных Рособразованием в 2009 году, ПушГУ серьезно опередил средние показатели по вузам страны по целому ряду инновационных показателей. Так, отношение числа научных статей, учебных пособий, учебников и монографий к штатной численности профессорско-преподавательского состава вуза в ПушГУ составило 58,33, а в среднем по всем вузам Рособразования этот показатель составил только 1.595. По данным Рособразования в 2009 году доля выпуска аспирантов ПушГУ с защитой в установленный срок превышает средний показатель по ВУЗам России в 12,5 раз.

В то же время, темпы развития биологии требуют ускорения подготовки специалистов в магистратуре и аспирантуре. Основная проблема ПушГУ на сегодня — необходимость затрат времени и средств на предварительную практическую подготовку специалистов и бакалавров, поступающих в университет из других учебных заведений страны. Это связано с серьезным отставанием практической подготовки студентов в ВУЗах, отсутствия у них опыта самостоятельной экспериментальной работы. Опыт показывает, что на процесс первоначальной адаптации молодого специалиста уходит не менее полугода на первом

курсе магистратуры. Острота проблемы снижается, если студент выполнял дипломную работу в институтах ПНЦ РАН в ходе летних и преддипломных практик на 3 и 4 курсе обучения.

**Эффективность работы университета может быть повышена при наличии собственного бакалавриата.** В этом случае, появляется возможность обеспечения единой системы обучения с первого курса бакалавриата. Самое главное — обеспечение возможно более раннего включения студента в работу научных лабораторий. Подобный опыт имеется в Пущинском филиале МГУ.

# Пути развития научно-производственной базы Пушчинского государственного университета

## 3

### 3.1. Пушчинский научный центр РАН — как основная научно-производственная база ПушГУ.

*Пушчинский научный центр Российской академии наук (ПНЦ РАН) объединяет 9 научно-исследовательских организаций: 8 головных научно-исследовательских институтов, Филиал института биоорганической химии им. академиков М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова (ФИБХ РАН) и Радиоастрономическую обсерваторию Астрокосмического центра Физического института им. Лебедева (ПРАО АКЦ ФИАН).*

Восемь организаций входят в Отделение биологических наук РАН:

- Институт Белка — ИБ РАН;
- Институт биохимии и физиологии микроорганизмов им. Г.К. Скрыбина РАН — ИБФМ РАН;
- Институт биофизики клетки — ИБК РАН;
- Институт биологического приборостроения — ИБП РАН;
- Институт теоретической и экспериментальной биофизики — ИТЭБ РАН;
- Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения — ИФХиБПП РАН;
- Институт фундаментальных проблем биологии РАН — ИФПБ РАН;

- Филиал Учреждения Российской академии наук Института биоорганической химии им. академиков М.М. Шемякина и Ю.А.Овчинникова — ФИБХ РАН, также входит в состав Отделения биологических наук РАН.

Институт математических проблем биологии (ИМПБ РАН) входит в состав Отделения математических наук РАН.

Филиал Учреждения Российской академии наук Физического института им. П.Н. Лебедева РАН «Пушинская радиоастрономическая обсерватория Астрокосмического центра ФИАН» — ПРАО АКЦ ФИАН — входит в состав Отделения физических наук РАН.

В научных организациях ПНЦ РАН работает 2.000 человек, в том числе свыше 1.000 научных сотрудников, из которых около 800 имеют докторские и кандидатские степени. Площади помещений составляют свыше 200.000 кв.м. Площадь территории ПРАО АКЦ ФИАН составляет 143,8 га, на ней расположены 3 радиотелескопа.

В ПНЦ имеется ряд уникальных установок и фондов национальной значимости:

- Всероссийская коллекция микроорганизмов, поддерживающая около 20.000 культур микроорганизмов (ИБФМ РАН);
- Центр испытаний лекарственных препаратов и питомник экспериментальных животных, имеющие международную сертификацию (ФИБХ РАН);
- Станция искусственного климата Биотрон (ФИБХ РАН);
- Объединенный центр вычислительной биологии и биоинформатики с 32-процессорным вычислительным кластером (ИМПБ РАН);
- Опытная биотехнологическая установка для микробиологического синтеза (ИБФМ РАН).

В ПНЦ функционирует Центр коллективного пользования уникальным научным оборудованием, включающий самые современные приборы (ЯМР-спектрометры, масс-

спектрометры, атомно-силовой микроскоп, конфокальные микроскопы, спектрофотометры и спектрофлуориметры, ультрацентрифуги и др.).

В ПНЦ сосредоточена треть потенциала Российской академии наук в области физико-химической биологии, в нем работают 4 академика и 8 членов-корреспондентов РАН, проводятся фундаментальные исследования мирового уровня.

Значительная часть полученных в ПНЦ научных результатов имеет важное практическое значение и может быть использована для создания современных средств медицинской диагностики, лекарств, охраны окружающей среды, защиты растений и обеспечения продовольственной безопасности.

### **3.2. Биотехнология: достижения и пути развития**

*Исследования и разработки в области биотехнологии в ПНЦ РАН ориентированы на получение новых сортов растений с улучшенными потребительскими и технологическими свойствами, технологий переработки сырья, обеспечения продовольственной и экологической безопасности.*

Сюда относятся также разработки новых средств защиты растений и сбалансированных удобрений, включая переработку отходов животноводства (ФИБХ РАН, ИТЭБ РАН, ИФПБ РАН, ИФХиБПП РАН, ИБФМ РАН). Для обнаружения несанкционированного включения генетически-модифицированных источников (ГМИ) в продукты питания были сконструированы специальные биочипы и разработана методика обнаружения ГМИ в пищевых продуктах (ИТЭБ РАН).

Помимо институтов ПНЦ РАН, проблемами качества биологических, в том числе пищевых, продуктов занимается АНО «Тест-Пушино» — испытательная лаборатория, имеющая самое современное оборудование и работающая в сфере контроля качества и безопасности пищевой продукции, продовольственного сырья, кормов для животных и питьевой воды, а также парфюмерно-косметической продукции.

В лаборатории используются самые современные методы анализа (хроматографические, оптические, радиологические, физико-химические, микробиологические, иммуноферментные, РСР-анализ). Определяемые показатели: микотоксины, антиоксиданты, консерванты, жиро- и водорастворимые витамины, аминокислотный и углеводный состав, пестициды, генетически-модифицированные источники и др.

В области биотехнологии и экологической безопасности разработки ПНЦ РАН включают:

- новые высокопродуктивные лесные культуры, полученные методом клонального микроразмножения (ФИБХ РАН);
- глубокую переработку древесного сырья (ИБП РАН);
- очистку от нефтяных загрязнений (ИБФМ РАН);
- сорбционно-биотехнологические методы детоксикации и очистки почв, загрязненных органическими химикатами (ИФХиБПП РАН);
- получение новых антикоррозийных покрытий из отходов производства капролактама и других химических производств (ИФХиБПП РАН);
- биотехнологическую переработку токсичных осадков сточных вод в экологически безопасный компост (ИФПБ РАН);
- новые технологии биоремедиации (ИБФМ РАН);
- модульное биотехнологическое оборудование для научных исследований и опытно-промышленных производств (ИБП РАН).

### **3.3. Биомедицина**

*Сегодня биология непосредственно обеспечивает развитие современной медицины, появилось понятие биомедицина — область междисциплинарного взаимодействия — включающая биофармацевтику, как отрасль создания лекарственных средств нового поколения.*

Разработка современных лекарственных средств требует тесного контакта между учеными-исследователями, разработчиками технологий и медицинским сообществом. По оценкам специалистов фирмы «Хоффман — ЛаРош» в конце XX века в организме человека было известно 419 мишеней, на которые были направлены десятки тысяч лекарственных средств (в России было зарегистрировано в 2005 г. 16 тысяч лекарственных средств). С расшифровкой в 2002 г. генома человека, а также сотен геномов патогенных микроорганизмов уже в ближайшие годы число мишеней может достигнуть нескольких тысяч.

При этом прежняя парадигма биологии: один ген — один белок — одна функция — организм как сумма этих структур и функций, оказалась несостоятельной. Сейчас речь идет о генных и белковых «сетях», объединяемых положительными и отрицательными обратными связями в сложные системы. Возникли новые направления в науке: геномика, протеомика, пептидомика, физиомика и т.п., при этом оказалось, что факторы патогенности микроорганизмов идентичны ряду регуляторных факторов высших организмов.

Изучение запрограммированной клеточной гибели (апоптоза), стволовых клеток, дифференцировки и раковой трансформации показало крайнюю сложность этих процессов и многофакторность их регуляции в организме. Вмешательство в эти процессы требует анализа как систем внутриклеточной и межклеточной регуляции, так и симбиотических отношений с патогенными микроорганизмами. Стирается грань между фундаментальной и прикладной наукой. Для выяснения механизма действия того или иного лекарственного средства требуются эксперименты не только на животных, но и на целом спектре доорганизменных моделей, что может быть достигнуто только при взаимодействии в каждом случае нескольких исследовательских лабораторий. А это можно сделать только в рамках крупных биологических научных центров.

**Возможности Пушкинского научного центра.** Институты ПНЦ РАН имеют многолетние тесные контакты с рядом ведущих медицинских учреждений России: ММА им. Сеченова,

Институт пульмонологии. Институт канцерогенеза, Гематологический центр, МОНИКИ и др. Наличие в Пущине Филиала Института биоорганической химии РАН обеспечивает тесные рабочие контакты с головным институтом в Москве (Институтом биоорганической химии РАН — крупнейшим институтом Отделения биологических наук РАН). В Филиале ИБХ функционирует лучший в России Центр испытаний лекарств, включающий Питомник экспериментальных животных, и лабораторию биологических моделей, имеющую международную аккредитацию по доклиническим испытаниям на животных AAA LAC International.

В Институте теоретической и экспериментальной биофизики разработана уникальная технология альтернативного биотестирования лекарственных средств на канцерогенность с использованием плоских червей — планарий. Разработка защищена двумя патентами РФ. Имеется научная база для расширения спектра тестируемых свойств лекарственных средств на планариях.

Наличие опытного производства биопрепаратов в Институте биохимии и физиологии микроорганизмов (ИБФМ) РАН, а также незавершенного корпуса Опытного производства в Филиале ИБХ РАН и биотехнологического корпуса в ИБ РАН позволяет при относительно небольших затратах ускорить отработку технологических процессов и обеспечить производство лекарственных средств для проведения испытаний.

На основе разработок ИБХ РАН ведутся работы по созданию в Пущино промышленного производства ряда генно-инженерных препаратов медицинского назначения (БиОРАН). В городе функционируют предприятия по производству оборудования для костной и кожной хирургии («ДеОст»), искусственных кровезаменителей («Перфторан»), диагностического и лабораторного оборудования и материалов («Диакон») и ряд других высокотехнологичных малых предприятий, входящих в научно- производственный комплекс наукограда Пущино.

**Разработка лекарственных средств и диагностикумов в ПНЦ РАН.** В институтах ПНЦ РАН разработан ряд лекарственных



средств, уже поступивших на рынки России после проведения всех необходимых испытаний и получения разрешений:

- противораневые и противоожоговые покрытия Биокол-1, Биокол-Гель и Цитокол на основе нанобиотехнологий;
- кровезаменитель Перфторан,
- антиоксидант на основе биофлавоноидов Флукол;
- антимикробный препарат Лизоамидаза;
- иммуномодулятор Полудан,
- серия биологически активных добавок на основе янтарной кислоты (янтавит, митомин, энерлит и др.).

Разработан метод ранней диагностики язвенных заболеваний и предрасположенности к диабету на основе масс-спектрометрии.

На стадии испытаний находятся:

- а) препарат против эндотоксического шока Липосар;
- б) защитный антиоксидантный белок человека Пероксиредоксин для защиты от ожогов верхних дыхательных путей.

Ведутся работы по использованию водорастворимых фуллеренов (совместно с Химическим факультетом МГУ) для лечения амилоидозов, включая болезнь Альцгеймера; исследованию стволовых клеток; изучению механизмов кальцинирования аллотрансплантатов клапанов сердца и повышению их приживаемости; анализу энцефалограмм и разработке технологий биологических обратных связей (БОС-технологий) для уменьшения травматичности родов, компенсации гиперактивности подростков и безмедикаментозного обезболивания.

Разработаны диагностикумы для медицинских учреждений на основе биочипов. Ведутся эксперименты на животных по лечению диабета и иммунодефицита путем трансплантации  $\beta$ -клеток и тимоцитов в иммунопривилегированные области, получены обнадеживающие результаты. Разработаны и поставлены в медицинские учреждения 2 цифровые

рентгеновские установки с высокой контрастностью и чувствительностью.

Начато формирование межинститутского проекта по созданию на основе нанобиотехнологий комплексного противоракового препарата.

В Институте теоретической и экспериментальной биофизики ряд лет функционирует Отдел биомедицины. Особо необходимо отметить работы по изучению воздействия на организмы электромагнитных и магнитных полей, использованию тепловизора для диагностики нарушений в кровоснабжении тканей, развитию методов микрохирургии клеток, в том числе для экстракорпорального оплодотворения.

В институтах имеются культуры клеток, позволяющие изучать механизмы действия лекарственных средств и физических воздействий на клеточном уровне. Для клинических испытаний может быть использован потенциал Центральной клинической больницы РАН, имеющей соответствующую лицензию.

В Институте биологического приборостроения разработаны и производятся биотехнологические установки для работы клеточных культур как микроорганизмов, так и высших животных, которые могут быть использованы как продуценты биомедицинский препаратов.

Особо необходимо отметить разработку метода бесклеточного синтеза белков, который позволяет получать для исследований и биомедицинского использования белки, которые сложно получить в клеточных культурах методами генной инженерии (белки токсичные для клеток продуцентов или обладающие низкой устойчивостью из-за расщепления их клеточными ферментами). Технология запатентована в Европе, США, Японии, Канаде и России. Уникальный метод диагностики, позволяющий обнаруживать даже одиночные микроорганизмы и раковые клетки в исследуемых образцах, разработан в этом же институте на основе размножения нуклеиновых кислот (РНК и ДНК) в слое геля. При таком способе «потомство» каждой молекулы образует колонию, а не распространяется по реакционному

объему, что позволяет регистрировать, подсчитывать и анализировать одиночные способные к размножению молекулы (метод «молекулярных колоний»). Разработанная технология защищена тремя российскими патентами и тремя патентами США.

### **3.4. Биоинформатика и компьютерная биология**

*Сложная природа современного биологического знания интегрирует два различных подхода к обработке информации, обеспечивающей понимание природы живого: от частного к целому (биоинформатика) и от целого к частному (компьютерная биология).*

Понимание молекулярных механизмов функционирования высших организмов сталкивается с огромными трудностями системного порядка, связанными с размером геномов и сложностью молекулярной организации самих клеток.

Объём биологической информации растёт с огромной скоростью, что видно по темпам наполнения хранилищ информации о структуре геномов и белков. Так, крупнейшая аннотированная коллекция всех известных последовательностей ДНК и белков GenBank удваивает свой объём за 15 месяцев. В этой общедоступной базе данных к началу 2010 года содержалась информация о 5 862 полных геномах (вирусов — 2 276, бактерий — 1 307, эукариотических геномов, включая геном человека — 2 117). Существует ещё ряд хранилищ информации о первичных структурах нуклеотидных и аминокислотных последовательностей, такие EMBL, DDBJ, SWISS-PROT, PIR и др. Пока все они находятся в бесплатном общем доступе.

Наряду с интегрированными базами данных, в последнее время появилось много специализированных информационных ресурсов: по регуляторным мотивам нуклеотидных последовательностей, по экспрессии генов, по протеомике, структурам белков, мутациям, метаболическим путям и регуляции,

по трансгенным организмам, по анатомии, биохимии, по научной литературе, существующему программному обеспечению и т.д. Развиваются методы компьютерного моделирования сложных биологических объектов. В 2005 году был создан новый научный совет Российской академии наук по математической биологии и биоинформатике. Создан также электронный журнал «Математическая биология и биоинформатика».

Институт математических проблем биологии РАН в Пущино (учебный центр математической биологии ПушГУ) создал и активно поддерживает сайт Объединенного центра вычислительной биологии и биоинформатики <http://www.jcbi.ru>, ведущийся на двух языках — русском и английском. На нём собраны ссылки на крупнейшие мировые и российские центры биологической науки; университеты, институты и организации, занятые исследованиями в биоинформатике; на тематические коллекции ссылок, журналы, электронные учебники и энциклопедии. Представлены возможности для эффективного поиска в Интернете информации биологического содержания, выхода на электронные полнотекстовые библиотеки и новые электронные биологические журналы.

На сайте представлены метабазы по имеющимся молекулярно-биологическим базам данных и программам обработки первичных структур молекул биополимеров. В институте созданы системы управления базами данных, а также подсистемы поиска в базах.

Отдельное направление — это наглядное представление сложных сетей взаимодействий в биологических системах, в том числе, включая приёмы их визуализации и анимации. Это расширит возможности познания закономерностей в этих сложных системах от клетки до целого организма. Такой подход может быть также крайне полезен в разработке новых фармацевтических препаратов и методов диагностики системных заболеваний.

Данное направление получило развитие в Институте теоретической и экспериментальной биофизики РАН. Здесь разработаны также оригинальные подходы и программные

продукты для анализа изображений биологических объектов различной природы и разного уровня организации.

С 2001 года формируется коллекция Виртуального биологического музея плоских объектов. Данный музей (примерный объем дисковой памяти около 300 Гб) является первым в России и одним из первых в мире пилотных проектов — хранилищ биологических ресурсов нового типа. Задача музея — разработка принципов создания и хранения изображений живых биологических объектов различной степени сложности.

Особенность современного биологического музея — в возможности накопления данных из всех возможных мест проживания биологического вида, для оценки внутривидового разнообразия и характеризующих полученную вариабельность в зависимости от условий обитания.

Тем самым, через создание распределенных биологических музеев, появляются возможности для регионального сетевого сотрудничества. Каждый вуз, даже относительно небольшой, сможет участвовать в этом проекте наряду с известными вузами.

Подобные ресурсы позволяют решить одну из ключевых нерешенных задач биологии — **переход к количественному описанию** биологических объектов. Для биологического образования это имеет принципиальный характер, так как потребует с первых курсов бакалавриата использовать цифровые технологии создания и анализа изображений.

Следует отметить важность информационных технологий для раннего обнаружения природных инфекций, а также предотвращения катастрофических последствий биотерроризма, что становится всё более актуальным в эпоху глобализации. Стратегическое значение приобретает разработка информационных систем, позволяющих минимизировать возможный ущерб при развитии таких ситуаций.

Ещё в 1994 г. в Канаде запущена система использования Интернета (ProMED) для раннего обнаружения вспышек заболеваний. В ЕС система MedSys собирает данные из 1 000 новостей на 120 общественных веб-сайтах на 32 языках по

тематикам: биотерроризм, заболевания, другие угрозы здоровью. Страны Персидского залива создают электронную систему раннего оповещения в случаях биотерроризма или вспышек инфекционных заболеваний. В США Центр по контролю и предотвращению заболеваний (CDC, Атланта) в 2003 ввёл национальную программу BioSense по раннему обнаружению заболеваний, основанную на анализе данных о проявлениях (синдромах) заболеваний, получаемых из разных источников.

Информационные технологии, обеспечивающие эффективное решение проблем раннего обнаружения, вспышек заболеваний требуют программного обеспечения и компьютерных ресурсов для мониторинга, использование ГИС-технологий для территориальной привязки, а также возможностей компьютерного моделирования и прогнозирования развития ситуации. Помимо ресурсов материальных требуются человеческие ресурсы, т.е. высокопрофессиональные специалисты, способные решать весь комплекс возникающих задач.

**Подготовка специалистов в области биоинформатики и компьютерной биологии на стыке биологии и математики становится одной из стратегических задач для ПушГУ и для развития современной биологии в России.**

### **3.5. Экология и экологическое образование**

*Различные аспекты экологии и экологической безопасности являются одним из приоритетных направлений как фундаментальных, так и прикладных исследований в ПНЦ РАН и ПушГУ.*

Так, ИФХиБПП РАН (Учебный центр почвоведения, экологии и природопользования ПушГУ) исследует роль почвенного покрова в кругообороте парниковых газов; роль растительных и микробных сообществ в формировании гумусной оболочки — важнейшего резервуара биофильных элементов в биосфере; роль микробных метаболитов в связывании и пере-

носе микроэлементов в природных водах; поиск природных штаммов микроорганизмов для биоремедиации почв, донных отложений и вод и др. Разрабатываются математические модели лесных экосистем, ведутся широкие исследования мерзлотных почв от Арктики до Антарктиды.

В ИФПБ РАН функционирует отдел «Центр экологической безопасности», включающий 3 исследовательские лаборатории: ландшафтной экологии, функциональной экологии и экологии и физиологии фототрофных организмов.

В ИБФМ РАН (Учебный центр микробиологии и биотехнологии ПушГУ) с проблемами экологической безопасности связан целый ряд научных подразделений: Всероссийская коллекция микроорганизмов; лаборатории структурно-функциональной адаптации микроорганизмов, анаэробного метаболизма микроорганизмов, микробиологической трансформации органических соединений, метаболизма ксенобиотиков, энзиматической деградации органических соединений.

В ИБК РАН и ИТЭБ РАН (Учебные центры биологии клетки и биофизики и биомедицины ПушГУ) изучают механизмы действия радиации, слабых магнитных и электромагнитных полей на живые системы: разработаны методы компьютерной морфометрии биологических объектов для мониторинга состояния окружающей среды.

Проблемная лаборатория мониторинга водных экосистем функционирует в структуре ПушГУ как самостоятельная хозяйственная структура.

На основе проведенных многолетних научных исследований научными коллективами институтов был предложен и частично реализован на практике целый ряд прикладных разработок, в том числе и в области биологической безопасности:

- сорбционно-биологический метод детоксикации и очистки почвы, от загрязнений органическими химикатами (ИФХиПББ РАН);
- биотехнологическая переработка токсичных осадков сточных вод в экологически безопасный компост (ИФПБ РАН);

- технология получения новых антикоррозионных покрытий из отходов производства капролактама и других химических производств (ИФХиПББ РАН);
- технология и оборудование комплексной переработки древесины лиственницы (ИБП РАН);
- новые технологии биоремедиации на основе использования растительно-микробных ассоциаций, включающих специфические штаммы ризосферных бактерий. Получены улучшенные варианты ризосферных бактерий, содержащие плазмиды резистентности к тяжелым металлам, соединениям мышьяка, полициклическим ароматическим углеводородам (ИБФМ РАН);
- биосенсорный анализатор для экспресс-оценки содержания органических/токсических соединений в водных средах по показателю биологического потребления кислорода «БПК-тест» (ИБФМ РАН);
- технология обессеривания газов и стоков (ИБФМ РАН);
- технология биоочистки сточных вод от токсичных тяжелых металлов на основе иммобилизованных микроорганизмов (ИБФМ РАН);
- биотехнологическое средство защиты растений от болезней псевдобактерин-2 (ИБФМ РАН);
- технологии биоремедиации почв, загрязненных нефтью и нефтепродуктами, и переработки нефтешлаков (ИБФМ РАН);
- разработка и производство модульного энергосберегающего оборудования для переработки лигнинуглеродного сырья для получения древесного углерода с заданными свойствами для использования в водоподготовке и водоочистке, производство теплоизоляционных материалов, биоремедиации окружающей среды (ИБП РАН);
- светопреобразующие пленки для теплиц (ИТЭБ РАН).

Одним из важнейших экологических направлений в мире является **плантационное лесоразведение**, позволяющее решить как проблемы использования лесных ресурсов для экономики, так и проблемы сохранения природных ландшафтов, почвенных



и водных ресурсов. Оно основано на использовании быстрорастущих пород деревьев, в частности осины, тополя, березы, саженцы которых в массовом масштабе могут быть получены методом клонального микроразмножения. Метод позволяет также проводить генетическую модификацию для повышения устойчивости и товарных качеств. Этот метод развивается в ФИБХ РАН и может быть использован на практике в рамках межинститутского проекта, предусматривающего использование технологий создания растительно-микробных сообществ (ИБФМ РАН), механизации процесса (ИБП РАН) и использования сопутствующих растений-продуцентов биологически-активных веществ. (ИБК РАН).

В последнее время совместно с ГНЦ Прикладной микробиологии и биотехнологии в Оболенске начаты работы по проблеме безопасности нанотехнологий. Прикладные разработки в этой области развиваются в ИТЭБ РАН, ФИБХ РАН и других институтах ПНЦ.

### **3.6. Вклад Пущина в экологическое образование страны.**

Надо отметить уникальный опыт Пущина, в первую очередь, через систему внешкольной работы, центры непосредственного общения ученых ПНЦ со школьниками города. В городе работает несколько базовых центров («Вертикаль», «Радуга» и др.), реализующих различные образовательные программы. Сюда относятся работа по экологии почв и современным проблемам сбора бытового мусора со школьниками средних классов, лекции и натурные наблюдения за природными явлениями с младшими школьниками. Гордостью города является уникальная программа экологической работы в дошкольных учреждениях. Достижения школьников города в экологической и краеведческой работе ежегодно представляются на городской конференции «Экополис — город будущего», проходящей под эгидой Администрации города и при участии сотрудников ПНЦ РАН и ПущГУ.

Большую работу по экологическому воспитанию и пропаганде экологических и краеведческих знаний проводит Пущинский городской музей экологии и краеведения.

В этом ряду и стоит многолетняя работа детско-взрослого исследовательского коллектива — ДЭС (детская экологическая станция), потом преобразованная в Лабораторию оптимизации природопользования. За время работы более 200 школьников города прошедших через этот центр, стали, учеными-экологами, биологами и химиками. Десятки исследовательских проектов были выполнены под руководством сотрудников ПНЦ РАН. За период с 1989 г. по 2003 г. в Лаборатории прошло обучение более 700 детей, подростков, преподавателей школ и воспитателей детских садов из России, США, Англии и Германии, а 15 членов Лаборатории нанесли ответный визит в Нью-Йорк для участия в совместных работах с организацией Citizen Volunteer Corps.

Методические разработки Лаборатории существуют в виде 25 томов отчетов (общим объёмом свыше 4000 машинописных страниц). Образовательная деятельность сотрудников Лаборатории отражена более чем в 25 публикациях, общим тиражом более 50.000 экземпляров. О ней часто писали газеты СССР и России, выпускались теле- и радиопередачи.

В январе 2010 года принято положительное решение ЮНЕСКО для получения г. Пущино впервые в России статуса **городского биосферного заповедника**. Тем самым, наш город получил международное признание в качестве центра экологического образования и культуры.

В 2010 г. в ПущГУ организована кафедра ЮНЕСКО на базе магистерской программы «Функциональная экология» при Учебном центре почвоведения, экологии и природопользования ПущГУ.

**В Пущино накоплен и реализуется уникальный опыт внешкольного и дошкольного естественнонаучного образования на базе максимального приобщения детей к живым природным объектам, который имеет огромное значение для экологического образования страны и мира.**

### 3.7. ПНЦ РАН как пространство междисциплинарных исследований

*Одним из определяющих моментов формирования ПНЦ РАН было понимание необходимости междисциплинарного взаимодействия для эффективного развития биологии, как одной из наиболее сложных естественных наук.*

Выше было отмечено, что для современной биоинженерии необходимо сфокусироваться на образовательной составляющей, которая должна дать лидеров биомедицинской инженерии XXI века. При этом, «ключевыми словами являются междисциплинарность и интеграция».

При создании Пушинского центра был принята идея **широкого взаимодействия специалистов разного профиля: от биологов и химиков, до физиков, математиков и инженеров** на пушинской «площадке». Поэтому, в числе институтов ПНЦ (ранее научный центр биологических исследований — НЦБИ) были организованы Институт биологического приборостроения с опытным производством (ИБП) и Научно-исследовательский вычислительный центр (НИВЦ). Ныне эти учреждения преобразованы, соответственно, в Институт биологического приборостроения РАН и Институт математических проблем биологии РАН.

Собственно, биологическое исследование невозможно без участия методов и подходов физики, химии, информатики и прикладной математики. Поэтому, наличие таких специалистов, объединенных в специализированные институты, является большим достоинством ПНЦ РАН.

В свое время нобелевский лауреат, физиолог И.П. Павлов писал, что развитие науки происходит скачком через развитие новых методов. Можно сказать, что **«прорывная» наука делается не на серийных приборах, а на прототипах, создаваемых совместно исследователями и инженерами.** Поэтому, наличие инженерно-технологической базы ИБП РАН рядом с биологическими институтами, позволило непосредственно переда-

вать разработки из институтов в ИБП и создавать прототипы новых линий приборов для биологических исследований.

Примером такого длительного взаимодействия является линия сканирующих оптических микроскопов (СОМ), созданная совместно сотрудниками Института биофизики АН СССР и СКБ БП. Эта многолетняя работа завершилась созданием совместно с фирмой Карл Цейсс (Иена, ГДР) уникального компьютеризированного микроскопа «Морфоквант» (Государственная премия СССР 1978 г.). Другим подобным примером была совместная разработка Института белка и СКБ БП по созданию семейства микрокалориметров (ДАСМ), поддержанная рядом отечественных и международных патентов.

**Наличие в Пущино широкого спектра специалистов в различных областях науки и техники обеспечили необходимый уровень научно-технологической поддержки биологических исследований. В том числе, поэтому, следует говорить не о биологическом, а о естественнонаучном образовании в ПушГУ.**

# Совершенствование образовательного формата ПуцГУ

## 4

### 4.1. От магистратуры к бакалавриату

*Потребности завтрашней биотехнологии и биомедицины требуют интенсифицировать подготовку специалистов высокой квалификации, в первую очередь, за счет повышения качества базовой подготовки бакалавров. Развитие ПуцГУ требует расширения его формата до создания собственного бакалавриата.*

Так, согласно программе «Фарма 2020» потребность только фармацевтической промышленности России составит порядка 60 000 квалифицированных сотрудников. Понятно, что необходимо увеличить выпуск таких специалистов, прошедших образовательный цикл максимально приближенно к условиям их будущей работы.

В Пушкино несколько лет работает Пушкинский Филиал МГУ им. М.В. Ломоносова, разработан новый формат подготовки бакалавров. Студенты бакалавриата Пушкинского филиала МГУ начинают свою научную работу со второго курса, входя в работу научных лабораторий в соответствии с возможностями своего образования. Первые выпускники этого вуза поступили в магистратуру МГУ и ПуцГУ и успешно работают в лабораториях институтов ПНЦ РАН. Однако Пушкинский филиал МГУ не может полностью обеспечить бакалаврами ПуцГУ.

Необходимо создание полномасштабного образовательного цикла по современным отраслям биологии на базе ПуцГУ, включающего бакалавриат, магистратуру и аспирантуру. Это

позволит расширить масштабы подготовки и повысить качество молодых специалистов, необходимых для работы на биотехнологических и биофармацевтических производствах и в области биомедицины в Пущине и в центральном регионе России.

*Особенности формата будущего бакалавриата ПушГУ.* Первым отличием образовательного формата бакалавриата ПушГУ от других, в том числе международных, образовательных форматов станет возможно более **раннее участие студентов к научной работе** — уже на втором году обучения. Здесь будет использован как опыт магистратуры ПушГУ, так и опыт Пущинского Филиала МГУ.

Второй особенностью является **опора на современные образовательные технологии**. В области биологии — это максимально широкая работа с разнообразными **живыми биологическими объектами** — животными, растениями, клетками и тканями, что является ключевым моментом биологического образования.

Для этого будут использованы современные достижения компьютерной биологии, биоинформатики, компьютерных технологий создания изображений (видеокомпьютерная микроскопия) для решения задач визуализации исследуемых объектов. Особое внимание будет уделено овладению студентами современными информационными технологиями: навыкам программирования, работ с базами данных геномики и протеомики, системного анализа получаемых массивов биологических данных,

Третье принципиальное отличие — полноценное **включение современных биоэтических подходов в образовании**. Это означает акцент на этических аспектах биологии с самого начала образовательной траектории, введение курса «Основы биоэтики» на первом курсе бакалавриата, что соответствует современным мировым тенденциям.

Биоэтика сегодня рассматривается как опорная дисциплина, формирующая ментальность будущего специалиста биолога. В программе бакалавриата, в образовательной работе студентов младших курсов максимально широко будут ис-

пользованы альтернативные модели (беспозвоночные животные, клеточные системы, низшие позвоночные животные), а на старших курсах — обеспечено полное соблюдение современных этических правил работы с высшими животными.

Для решения этой задачи в Пушине имеется значительный опыт работы с беспозвоночными животными, клеточными культурами и микроорганизмами. Кроме того, в Филиале ИБХ РАН действует единственная в стране лаборатория биологических испытаний, имеющая с 2005 года международную аккредитацию в соответствии с нормативами GLP (good laboratory practice), с соблюдением международных биоэтических нормативов. На базе этой лаборатории возможно обучение студентов бакалавриата основам современной работы с высшими животными.

Разработка учебных программ и практикумов по биоэтике будет проводиться в тесном сотрудничестве с Национальным комитетом РФ по биоэтике (председатель — член-корр. РАН Б.Г.Юдин), Институтом философии РАН. Биоэтическое наполнение образовательных программ будет обеспечено не только чтением курсов лекций по биоэтике на разных курсах, но и через введение идей биоэтики в структуру других, в первую очередь, общебиологических, курсов бакалавриата. Максимально широко будут использованы все имеющиеся информационные ресурсы (библиотека ПушГУ и Центральная библиотека ПНЦ РАН, интернет-ресурсы).

## **4.2. Создание биотехнологического колледжа в рамках Пуштинского университета**

Одним из узких мест современного состояния производственной и социальной сфер наукограда Пушино является **отсутствие подготовленного среднего технического персонала для работы в условиях современных биологических лабораторий и в биотехнологических компаниях.** В планах развития наукограда предусмотрено создание в городе биотехнологического колледжа, рассчитанного на 400 учащихся. Для создания единой

образовательной программы естественнонаучного (биологического) образования целесообразно создавать такой колледж в рамках ПушГУ, что соответствует существующей апробированной мировой и отечественной практике. Это облегчит формирование современных учебных программ колледжа с опорой на научно-методическую базу вуза, а также позволит оптимизировать образовательную практику на этом уровне. Лучшие выпускники колледжа смогут поступать на учебу в университет для повышения своей специальной подготовки.

Наличие подобного учебного заведения будет также способствовать социальному развитию города, при котором выпускники школ получают возможность получить престижную профессию в современной биотехнологической и биофармацевтической промышленности.

#### **4.3. Повышение квалификации как решение проблемы академической мобильности**

Помимо подготовки молодых специалистов, в Пущино накоплен значительный опыт по повышению квалификации и переподготовке специалистов для ВУЗов России, Российской академии наук и других организаций.

В период с 1976 по 1992 г.г. на базе институтов ПНЦ РАН и Филиала МГУ работали специализированные 8-ми месячные Курсы повышения квалификации и специализации работников в области молекулярной биологии и генетики, созданные по решению Совета Министров СССР. За этот период курсы подготовили более 2500 специалистов по направлению министерств и ведомств СССР.

С 2006 года на базе ПушГУ работают двухнедельные (72 учебных часа) курсы повышения квалификации преподавателей высшей школы, проводимые по программе Рособразования. За время проведения курсов подготовку прошло более 320 профессоров, доцентов и преподавателей биологии со всех концов России, от Калининграда до Петропавловска-Камчатского и от Архангельска до Астрахани.



В последние годы, многие университеты России, в особенности, федеральные и исследовательские, получили большое количество новой техники, приборов и материалов для проведения научных исследований на самом высоком уровне. В то же время, в этих университетах нет опыта работы на такой технике. В этой связи возможно рационально использовать опыт институтов РАН, привлекая их специалистов для проведения через ПушГУ **краткосрочных выездных курсов повышения квалификации преподавателей высшей школы**. Это обеспечит условия дальнейшего взаимодействия институтов ПНЦ РАН и университетов страны.

В свою очередь, молодые специалисты, приходящие на работу в институты РАН, также должны освоить новые методы и технологии. Поэтому целесообразно организовать специализированные школы и курсы для молодых ученых по освоению новой техники. Опыт взаимодействия ПушГУ и ПНЦ РАН в данной сфере, может быть использован в работе РАН, по части организации подготовки и переподготовки, в том числе молодых специалистов, по актуальным проблемам современной науки.

**При создании должной образовательной инфраструктуры ПушГУ может стать местом постоянного повышения квалификации специалистов РАН и ВУЗов России в области современной биологии и биотехнологии.**

#### **4.4. Развитие гуманитарного направления в ПушГУ: место биоэтики в биологическом образовании**

К началу XXI века биология прочно освоила **статус лидера естествознания**. Это связано с всё большим пониманием механизмов биологических процессов и развитием методов биологии, таких как генная инженерия, клонирование живых организмов и т.д. Появление новых возможностей, молекулярной биологии, геномной и клеточной инженерии вывело биологию в ряд наук, непосредственно определяющих жизнь и будущее человека. Это обстоятельство требует осмысления

и анализа новых рисков, с которыми столкнулось человечество с начала нашего века, что делает необходимым усиление **гуманитарного аспекта в преподавание биологии, призванного обеспечить понимание самими биологами и остальным обществом глубины возникающих социально-культурных проблем.**

В противном случае, биология попадет в ситуацию, в которой оказалась физика середине XX века после создания ядерного оружия. Тогда в обществе было сформировано новое отношение к науке вообще и физике, в частности. Наука, бывшая до этого исторического момента только источником прогресса и процветания человечества, стала источником угрозы его существованию из-за возможности «ядерной зимы».

Объединение естественнонаучных и нравственных аспектов биологии может быть осуществлено в формате **Кафедры (факультета) гуманитарных проблем биологии.** Необходимо создание образовательных курсов на стыке биологии и гуманитарных дисциплин, таких как философия, психология, когнитивные науки.

От биологии ждут обеспечения повышенного качества жизни человечества, укрепления здоровья, радикальных успехов в медицине и продления времени жизни людей. Поэтому в биологию и смежные области в развитых странах вкладываются гигантские средства, растет число биотехнологических компаний и численность их персонала.

С другой стороны, достижения биологии в областях расшифровки генетической карты человека, создании геномодифицированных продуктов, развитии биотехнологии и микробиологии, а также успехи в клонировании животных привели к появлению фобий в различных слоях общества. Как следствие, в обществе усилились требования к этической ответственности биологов, в том числе, к сокращению масштабов применения высших позвоночных животных в биологических экспериментах.

Биология становится массовой профессией. В недалеком будущем число биологов-биотехнологов будет сопоставимо с числом инженеров в прошлом веке, и эта тенденция будет толь-

ко нарастать. Одновременно будет расти число специалистов, подверженных высоким этическим и психологическим рискам.

Рост потребности в продукции биотехнологических компаний объективно требует увеличения масштабов работы, в том числе с высшими животными. Следовательно, у сотрудников этих компаний будет расти этическая и психологическая напряженность под прессом негативного отношения со стороны общества.

В свою очередь, сама работа с высшими животными является источником повышенной этической и психологической нагрузки для биологов. Исходная мотивация людей, приходящих в эту науку, идет вразрез с практикой их работы: молодые люди приходят заниматься биологией в большой степени вследствие любви к живой природе и ее обитателям, а вынуждены приносить своим объектам повреждения и смерть в ходе исследований.

Эти две тенденции делают весьма актуальным создание в рамках университета Кафедры, а затем Факультета гуманитарных проблем биологии, где на стыке биологии, философии, психологии и когнитивных наук будут представлены способы решения этических и нравственных проблем.

В рамках кафедры предполагается давать более широкую, чем на специальных кафедрах, информацию о методах неинвазивного изучения живых организмов.

Изучая психологию в рамках кафедры, студент-биолог получает также ключ к пониманию психологического процесса, происходящего в его личности, в том числе через прохождение тренинга в рамках техники психодрамы. Это вид групповой психотерапии, разработанный Я. Морено, когда участники попеременно выступают в качестве актеров и зрителей, чьи роли пациентов направлены на моделирование жизненных ситуаций, имеющих личностный смысл для участников. Этот метод сегодня широко применяется в образовательной и психотерапевтической практике.

В рамках преподавания философии и психологии особое внимание должно быть уделено практикам самоана-

лиза, которые необходимы любому человеку, занимающемуся этически-проблемной деятельностью.

Проблема междисциплинарного программирования учебного цикла кафедры гуманитарных проблем биологии является инновационной задачей, для решения которой потребуются совместные усилия специалистов различного профиля, как естественнонаучного, так и гуманитарного направлений. Она должна решаться через систему совместных научных исследований, нацеленных на решение конкретных образовательных задач.

#### **4.5. Пущинский университет в региональном контексте — сетевое образовательное сообщество**

Образовательная картина региона включает классические и педагогические университеты: Тула, Калуга, Рязань, Курск, Орел, Белгород, Тамбов, Пенза. Здесь также имеются технические вузы оборонного и пищевого направления: Тула, Рязань, Серпухов, Обнинск, Орел, Белгород. Практически со всеми этими образовательными центрами ПушГУ связан различными программами, деловыми контактами и совместной работой.

В области образования контакты развиваются, в том числе, через курсы повышения квалификации, проводимые ПушГУ с 2006 года. В ходе этих курсов преподаватели практически всех региональных университетов приезжали в ПушГУ. После этого ряд университетов заключили договоры о сотрудничестве с ПушГУ и его отдельными учебными центрами и посылают своих студентов на учебно-производственные практики и для выполнения дипломных работ в институтах ПНЦ. Лучшие дипломники этих вузов в дальнейшем поступают в магистратуру ПушГУ.

За почти двадцать лет работы ПушГУ наладил прямые контакты с многими лучшими вузами страны. В их числе Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Казанский государственный университет им. В.И. Ленина,

Нижегородский государственный университет, Томский, Самарский государственные университеты и ряд других. Всего в ПушГУ проходили обучения студенты 36 вузов страны.

Уровень компетенции магистра предполагает его способность самостоятельно решать научные и технологические задачи. **Магистратура, не обеспеченная опорой на научный потенциал профильных научно-исследовательских институтов РАН, других министерств и ведомств, не сможет обеспечить эффективность двухуровневой структуры образования и решить задачу повышения качества образования в стране.**

С рядом региональных университетов имеется потенциал для совместных научных связей. Так, Обнинск и Пушкино объединяет интерес к фундаментальным и прикладным аспектам радиобиологии и биофизики. К этой проблематике тематически близки специалисты Протвинского и Троицкого центров. ПушГУ может стать узлом научно-образовательной координации по биологической ориентации физико-технического направления, к которому объективно тяготеют также научно-образовательные структуры Серпухова, Тулы и Рязани. С этими же центрами есть большой потенциал развития информационных технологий, в том числе, биологического профиля.

С учетом потенциала ПНЦ в области биотехнологии и биобезопасности, ПушГУ является объективно наиболее выгодным партнером всех региональных вузов в этом направлении. Особое значение в территориально-функциональном смысле здесь будет играть Учебный центр ПушГУ по нанобиотехнологической и экологической безопасности в Оболенске.

Развитие информационных биологических ресурсов (баз данных, виртуальных биологических коллекций), также рационально начинать с создания региональной сети с опорой на природные заказники и заповедники региона, такие как Приокско-террасный заповедник, Окский заповедник, а также территории, уникальные по своей исторической и биологической ценности — Тульские и Калужские засеки. В этих и подобных региональных природных резерватах находятся объекты будущих виртуальных коллекций.

Объединяющим началом является экология и рациональное природопользование, включая вопросы фундаментальной науки, очистки неблагоприятных территорий и экологического образования. Это насущная проблема для Московской и Тульской, а также Калужской областей. Одновременно предметом всеобщего интереса являются задачи развития научного и экологического туризма региона, развитие имеющегося потенциала Поочья с его громадным культурным компонентом.

#### **4.6. Международный компонент в образовательной деятельности ПуцГУ**

*Привлечение иностранных студентов и специалистов — одно из стратегических направлений развития ПуцГУ. Университет сможет обеспечить привлекательность российского образования и его лидирующую роль*, в первую очередь, среди стран СНГ, а также других развивающихся стран. Такая работа важна и с внешнеполитической точки зрения, обеспечивая приоритет России в образовательном пространстве СНГ и других стран, поднимая международный престиж страны.

В 1990 г. СССР принимал у себя свыше 10% от общего числа «международных студентов». В настоящее время в российских вузах учатся лишь около 3% от их общемировой численности. По этому показателю Россия занимает сейчас восьмое место, пропустив вперёд не только Великобританию, Германию, Японию и Китай, но и Австралию. Несмотря на обозначившийся в последние годы рост приёма иностранных учащихся, Россия не достигла уровня СССР конца 80-х годов прошлого века. При этом значительная часть иностранного контингента в вузах страны обеспечивается «новыми иностранцами» из постсоветских республик.

Тактика копирования тех форм, методов и стандартов, которые утвердились ныне на Западе, в лучшем случае позволит удержать статус-кво. О расширении же своего присутствия в глобальном пространстве образования не стоит

и помышлять. Потеснить конкурентов на прочно освоенном ими образовательном рынке, предлагая продукт, который они производили вчера, — задача практически невыполнимая. Совсем иная ситуация может возникнуть, если выйти к потребителю с эксклюзивным предложением.

Таким образом, Пушкинский университет со своим уникальным для России опытом уже сейчас может предложить мировому образовательному рынку свои услуги — **образовательный цикл максимально связанный с научной лабораторией**. Одновременно, это будет биологическое образование, опирающееся на **работу с живыми биологическими объектами** с самого первого курса бакалавриата. В этом формате будет полностью реализованы географические и экологические достоинства Пушкино: близость р. Оки и Приокско-террасного заповедника как база для обучения биологии в живой природе.

В связи с задачей привлечения иностранных студентов, особое достоинство Пушкина представляет его международная диаспора. В течение 90-х годов прошлого века город покинуло порядка 700 специалистов. В настоящее время большая часть этих ученых работают и преподают в ведущих европейских и американских университетах. Многие из них сохранили за собой жилье в Пушкино и готовы приехать для преподавательской работы в родной город.

Наличие достаточного числа подобных специалистов позволит быстро организовать преподавание некоторых дисциплин на английском языке, что поднимет уровень языковой подготовки российских студентов и облегчит процесс обучения студентов из других стран.

С другой стороны, возрастет и уровень преподавания, собственно, биологических дисциплин, что поможет вести учебный процесс на международном уровне, с выдачей, в перспективе, студенту второго, международного диплома.

# Формирование университетского комплекса как органической части наукограда Пущино

5

## 5.1. Градообразующая роль университета в Пущино

*Быстрое развитие современной биологии привело к усложнению взаимопонимания ученых с разной биологической специализацией. Объективные закономерности этого развития приводят к научно-методической обособленности различных исследовательских групп, что видно на примере институтов ПНЦ РАН. В этих условиях именно Пущинский университет стал той площадкой, на которой встречаются и обсуждают общие задачи и проблемы специалисты различных институтов. Особо важна роль университета как культурного центра города.*

Наличие в Пущине научного и образовательного потенциала позволяет наиболее эффективно развивать отрасли новой экономики, а, в дальнейшем, переносить накопленный опыт в другие регионы России.

В настоящее время, в Пущино разворачивается работа по развитию биотехнологических производств, в том числе на базе разработок ПНЦ РАН, на специально определенных площадках в ближайших окрестностях города. Это новые, как правило небольшие по размерам производства, общей численностью порядка 50-150 сотрудников. Опираясь на накопленный опыт по подготовке высококвалифицированных кадров для биологической науки, ПуцГУ может обеспечить подготовку кадров и для биотехнологических производств.



Для этого университету потребуется создать соответствующую учебную базу, которая может быть организована, в том числе и при участии этих новых производств. Прообраз такого взаимодействия в сфере производства генно-инженерных препаратов несколько лет успешно существует на базе ИБХ РАН — все его сотрудники прошли школу фундаментальных исследований, что позволило им успешно работать на биотехнологическом производстве.

ПушГУ может обеспечить подготовку кадров для новых биотехнологических производств для центрального региона России, в котором имеется потенциал развития таких технологий, прежде всего пищевой и биофармацевтической отраслей. В том числе это могут быть и целевые группы специалистов, получающие специальную подготовку по программам, разработанным совместно с работодателями, в соответствие со спецификой работы будущих предприятий.

**Основной вклад университета в развитие города видится в повышении уровня культуры города, а также улучшении социальной и демографической ситуации в городе как канала привлечения в город образованной молодежи со всей страны.**

Фактически сегодня ПушГУ является связующим и системообразующим элементом городской научной среды. Каждый институт ПНЦ работает по своему научному направлению, и только через университет и его учебные центры-факультеты специалисты разных пушинских институтов объединяются для решения общей задачи — подготовки специалистов для науки, одновременно поддерживая в городе единую научную и культурную среду. Развитие в университете гуманитарного направления, также обеспечит концентрацию специалистов в области философии, психологии, истории науки, культуры вообще.

Тем самым, университет станет центром притяжения всех культурных слоев города вне зависимости от возраста, уровня образования и культуры. В этом случае появляется поле взаимодействия университета с Домом Ученых ПНЦ и Музеем экологии и краеведения как традиционными центрами

культурной жизни города. Ряд программ Дома Ученых и других культурных объединений города можно будет развивать с опорой на будущую инфраструктуру ПушГУ.

Главное здание университета должно стать местом постоянных выставок работ пушкинских художников и их коллег из других городов, а актовЫй зал университета — обще-городским местом проведения драматических и музыкальных спектаклей и выступлений местных и приезжих коллективов. Городу с самого его основания нехватало такого общественно-культурного центра. Поэтому, было бы справедливо появление такого сооружения в том самом месте, на котором с самого начала планировалось разместить общегородской культурный центр — Дом Ученых — на поляне между зданием ПНЦ РАН и пансионатом Пущино.

Это здание должно отразить основную градостроительную роль университета — **символизировать Пущино как университетский и академический центр — открытый городу и его жителям**. Эта открытость должна быть отражена архитектурно и функционально. Всё это должно стать естественной городской культурной средой, включающей научные институты, улицы и площади города, его окрестности с великолепной панорамой р. Оки и Приокско-террасного заповедника.

Главное здание университета в совокупности с двумя другими опорными центрами — комплексом общежитий в микрорайоне «В» и учебно-научным биологическим заказником, в совокупности с линией научных институтов (местом учебы и работы студентов и магистрантов) создадут полноценную образовательную инфраструктуру города.

## Этапы развития проекта

# 6

### 6.1. Развитие магистратуры

Развитие ПуцГУ представляется в нескольких направлениях. В организационном плане, принципиальным является решение вопроса о получении статуса исследовательского университета и изменение соотношения числа преподавателей и студентов. Представляется, что этот показатель должен соответствовать «физтеховскому», то есть составить пропорцию: **на одного преподавателя — три студента**. Это позволит сформировать реалистичное штатное расписание, привести оплату штатных преподавателей к общему уровню по Рособразованию и обеспечить возможности для ее дальнейшего роста. Одновременно, повысится престиж и качество работы в университете, как для сотрудников институтов ПНЦ с высокой квалификацией, так и для молодых ученых, которых интересует образовательная деятельность.

Учитывая возможности институтов ПНЦ РАН, оптимальное число студентов бакалавриата, магистратуры и аспирантуры на бюджетной основе должно составить не менее 600 человек, в том числе, 400 студентов бакалавриата (по 100 человек на курс), 160 магистрантов (по 80 человек на курс) и 40 аспирантов. Сверх того, определенное количество студентов также могут быть приняты на обучение на контрактной основе, с учетом возможных иностранных студентов: общее число таких учащихся может составить еще 200 человек.

Основная цель формирования трехступенчатой структуры университета состоит в отборе лучших студентов, посту-

пающих на учебу в ПушГУ. Это возможно только при условии конкурсного приема на всех этапах обучения: бакалавриата, магистратуры и аспирантуры. Такой отбор можно обеспечить через прием абитуриентов из городов России в бакалавриат ПушГУ, а затем, бакалавров и магистров из других ВУЗов страны для поступления в магистратуру ПушГУ.

После развития инфраструктуры в университете появится возможность дополнительного приема студентов на договорной основе. Это будет способствовать развитию экономики университета.

Работу по развитию ПушГУ как центральной части образовательного комплекса наукограда Пущино планируется провести в два этапа.

**На первом этапе** предполагается развитие инфраструктуры при сохранении магистерского образовательного цикла. В первую очередь, университету требуется современное общежитие для магистрантов и аспирантов, молодых преподавателей, а также будущих бакалавров с расчетом на 700 студентов и 100 преподавателей. Кроме того, необходимо поднять материальное обеспечение общеуниверситетских практикумов для магистрантов первого курса. Для этого потребуются средства для проведения подготовительных ремонтных работ в помещениях ПушГУ, переданных университету институтами ПНЦ, а также необходимое научное оборудование и расходные материалы.

На первом этапе необходимо также введение в строй главного здания университета с учебными классами и лабораториями по базовым и специализированным курсам. При этом ПушГУ может рассчитывать на помощь институтов ПНЦ РАН в оснащении оборудованием для организации практикумов по физике, химии и биологии.

В структуре университета будет создан кафедра (факультет) биоэтики и гуманитарных проблем биологии совместно с Институтом философии РАН, Академией народного хозяйства при правительстве РФ и другими профильными научно-образовательными структурами. Тем самым, будет обеспече-

но гармоничное развитие ПушГУ, включая гуманитарное направление в естественнонаучном образовательном цикле. Таким образом, ПушГУ продолжит отечественную культурную традицию, берущую начало с момента основания Московского государственного университета в 1755 году.

**На втором этапе** планируется развертывание бакалавриата и биотехнологического колледжа для подготовки специалистов среднего звена. Потребуется также строительство второй очереди общежития и оснащение учебно-лабораторных помещений для расширения возможностей ПушГУ. На этом этапе будет также сформирован биотехнологический колледж.

## **6.2. Строительство университетского кампуса**

Весь комплекс университетских зданий должен быть равномерно распределен по городу Пушкино, не создавая архитектурных границ между городом и университетом. Реализуется градостроительная идея «университет в городе», когда они взаимно проникают друг в друга, работая на идею формирования университетского центра европейского формата, в котором наука и образование определяют лицо города.

Общежития университета могут быть расположены на площадке в микрорайоне «В» — традиционно «студенческом» месте в городе рядом с комплексом зданий Пушкинского филиала МГУ. Комплекс университетских общежитий должен включать отдельный блок для учащихся биотехнологического колледжа при ПушГУ.

Необходимой компонентой образовательного цикла является наличие университетского научно-учебного полевого центра. На этой территории будут расположены участки с коллекцией рыб, оранжерея и питомник «краснокнижных» растений, в том числе, для их последующей интродукции в природу. В этом центре также планируется обустройство условий городского гнездования птиц для наблюдения за их поведением в естественных условиях проживания. Для этого

предусматривается создание систем дистанционного наблюдения за птицами, в том числе и их гнездованием, с помощью современных телекоммуникационных систем с выходом в Интернет.

Подобный центр, включающий лабораторные помещения для культивирования подопытных животных, клеточных и тканевых культур, является необходимым компонентом будущего образовательного цикла бакалавриата. Этот компонент образовательной инфраструктуры ПушГУ видится одним из принципиальных достоинств будущего формата университета. Его целесообразно разместить на неиспользуемой в настоящее время части территории городского озеленительного хозяйства вдоль улицы Грузовой.

Важным условием реализации градостроительного плана Пущино является строительство главного здания в топографическом и ментальном центре города, которым является незастроенное поле напротив здания ПНЦ РАН. При этом будет обеспечена «шаговая доступность» учебных помещений университетов от лабораторий институтов ПНЦ, что является одним из наиболее привлекательных достоинств университета.

Строительство главного здания университета в этом месте, традиционном центре города, внесет определенный вклад в формирование городских архитектурных доминант. Университет и собор являются предметом гордости в любом культурном центре мира. Хотелось бы, чтобы так было и в Пущине.

# Заключение. Структура плана развития университета

## 7

В структуру плана развития университета включаются:

### 1. Организационные мероприятия

- получение статуса исследовательского университета
- пересмотр отношения числа студентов на одного преподавателя;
- развитие новых направлений, специализаций магистратуры и доведение их общего числа в ПушГУ до стандарта;
- создание бакалавриата;
- организация новой кафедры (факультета) гуманитарного образования в ПушГУ.

### 2. Развитие инфраструктуры

- Строительство комплекса Главного здания университета.
- строительство комплекса общежитий студентов и аспирантов на 1. 000 мест;

Реализация особенностей и преимуществ пушинской системы естественнонаучного (биологического) образования обеспечит соответствие формата и качества обучения ПушГУ уровню международного университетского образования.

Представленные достоинства нынешнего и будущего формата естественнонаучного образования Пушинского государственного университета, позволят создать в России опытную площадку на базе наукограда Пушкино для эффективной работы биотехнологического кластера, сочетающего науку, образование и технологию.

## Список использованной литературы

1. Life Science and Biotechnology A strategy for Europe. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. COM (2002) 27. European Commission.

2. New World Coming: American Security in the 21<sup>st</sup> Century. The United States Commission on National Security/21<sup>st</sup> Century. Sept. 15, 1999.

3. R. Carlson. The Pace and Proliferation of Biological Technologies. Biosecurity and Bioterrorism: Biodefense Strategy, Practice, and Science. Vol 1, №3, 2003.

4. Андреев А.Л. Инновационный путь развития России в контексте глобального пространства образования. Вестник Российской академии наук, 2010, том 80, №2, с. 99-106.

5. Biotechnology Research in an Age of Terrorism. The National Academies Press, Washington, D.C. www.nap.edu, 2003.

6. Концепция стратегии развития биотехнологической отрасли промышленности на 2008–2020 гг.

7. И.В. Захаров, Е.С. Ляхович. «Миссия университета в европейской культуре», 1994 г.



The concept of development of new type researching university in the city of Pushchino on the basis of Pushchino State University and Pushchino Center of Science of the Russian Academy of Sciences

### Summary

In the 21-st century the biology determines the face of technological progress. Successes of biopharmaceutics, biomedicine, biotechnology, ecology and food maintenance of the country directly depend on development of biology. The biomedicine in combination with biopharmaceutics provides high quality of human life, the biotechnology solves a problem of food maintenance of human beings, and the ecology determines quality of the human environment. Combination of these factors and according to development of biology the level of development of the country is defined.

In Russia the recognised centres of development of biology are Moscow, St.-Petersburg and Pushchino. The centre of development of the modern directions of biology and ecology in our country is the Pushchino centre of biological researches (PRC) of the Russian Academy of Sciences. In this centre 10 scientific institutes of the Russian Academy of Sciences covering up to 30 % of modern biology of the country are concentrated. Compactness of the research town Pushchino (all institutes are in step-by-step availability from each other) allows to provide with effective cooperation and interaction for the laboratories representing various institutes and directions of biology in the interface areas of its various domains, providing high level of interdisciplinary researches.

The PRC stably and effectively functions from the middle of 70th years of the last century keeping high activity indicators. In 2009 the PRC institutes of the Russian Academy of Sciences have published about 1000 scientific articles in the reviewed journals.

Opening in 1992 of Pushchino State University became the major event of the Russian stage of history of the town Puschino. It has allowed to take a step towards sciences and education integration, to generate preconditions for creation of the university of classical type in which the first class scientific researches are being conducted.

Pushchino State University (PushSU) — the first domestic university of natural-science profile created in 1992 on the basis of the academic institutes of the Pushchino Research Centre of the Russian Academy of Sciences (PRC of RAS). At the university the format of educational process new for Russia has been chosen: «magistracy + postgraduate study». By formation of the university the research-organizational possibilities of the institutes of the PRC of RAS were considered — from this fact the maximum number of students — 237 persons has been calculated.

During 17 years of work of the PushSU more than 735 masters in 6 directions of a natural-scientific profile have graduated from the university. A considerable part of graduating students found jobs at the institutes of the PRC of RAS.

From the very beginning of work of the magistracy of the PushSU the priority has been given to direct work of students in the laboratories of the institutes of the PRC of RASNTS — educational centres of the PushSU. **Work in a scientific laboratory is the basic component of educational process in the PushSU**, and simultaneously, its major advantage over other Russian universities. **The unique research-educational environment in which two making parts are merged has been created: research laboratory and university lecture halls.**

The professional and teaching staff of the Pushchino University are employees of nine research institutes of the PRC of RAS what provides a variety of biological approaches and depth of their realisation on molecular, cellular, organism and ecosystem levels.

Requirements of development of biology in Russia, necessity of providing staff with top skills for Russian biotechnology, biopharmaceutics and biomedicine demand **transformation of the PushSU into full-format research university**. It should become one of the basic infrastructural components of the research-educational complex of the research town Puschino, and educational activity in the town — the key factor and the instrument of its development.

High level of research-educational potential of the PushSU and of the PRC of RAS allows **to set the task of development and reckoning of the PushSU among the advanced universities of the world in the field of biology and biotechnology.**

For solving this strategic problem it's necessary to solve two following problems: **To update radically instruments and information-technological provisions** of institutes of the PRC of RAS, which have spent the last twenty years under conditions of underfinancing. Besides, it is necessary **to generate a full-format infrastructure of the PushSU according to international standards**, taking into account its already developed specialisation in areas of biological and biotechnological education.

Increase of the level of science and education at the PushSU will allow to raise prestige of the university. This will allow to attract the best specialists, including the research workers and scientists of Pushchino who have gone abroad in the early nineties, for scientific work and teaching at the university. Simultaneously, it will become possible to involve students from abroad, first of all, from the CIS countries, what will considerably strengthen economy of the university.

**The project of development of the university is planned to be realized in two stages.** At the first stage it is supposed to complete formation of the general university infrastructure (educational buildings, hostels and etc.). At the second stage creation of the own baccalaureate system for available directions of magistracy is planned.

Creation of the new university campus of the PushSU will provide possibility of **selection of the best students for magistracy, postgraduate study and for baccalaureate — what is a key point for improvement of quality of education.** Inflow of the educated youth will allow to improve a social-demographic situation in Pushchino, and young scientists will be able to make the academic career much more faster, and then realize their new ideas within the innovation process. In their turn, senior research workers and scientists of Pushchino will be able to apply their wide and experience in the field of education what will give them a real perspective of preservation of the worthy social status in a new structure of the city.

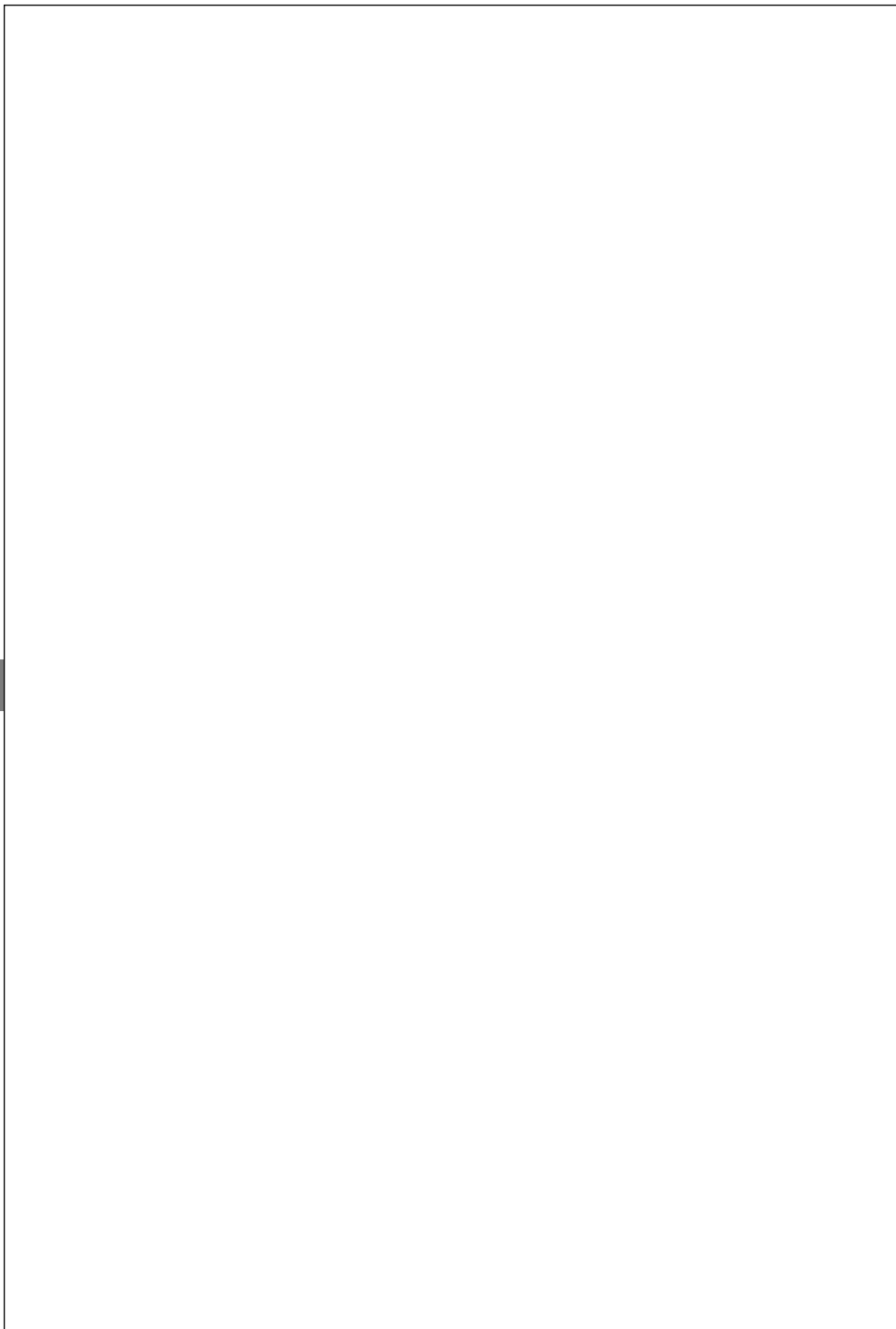
**The university should become a centre of elite training of specialists for the central European region of Russia, thus becoming the leader of the top natural-scientific higher education for this region.** For this purpose it is necessary to preserve a relatively small con-

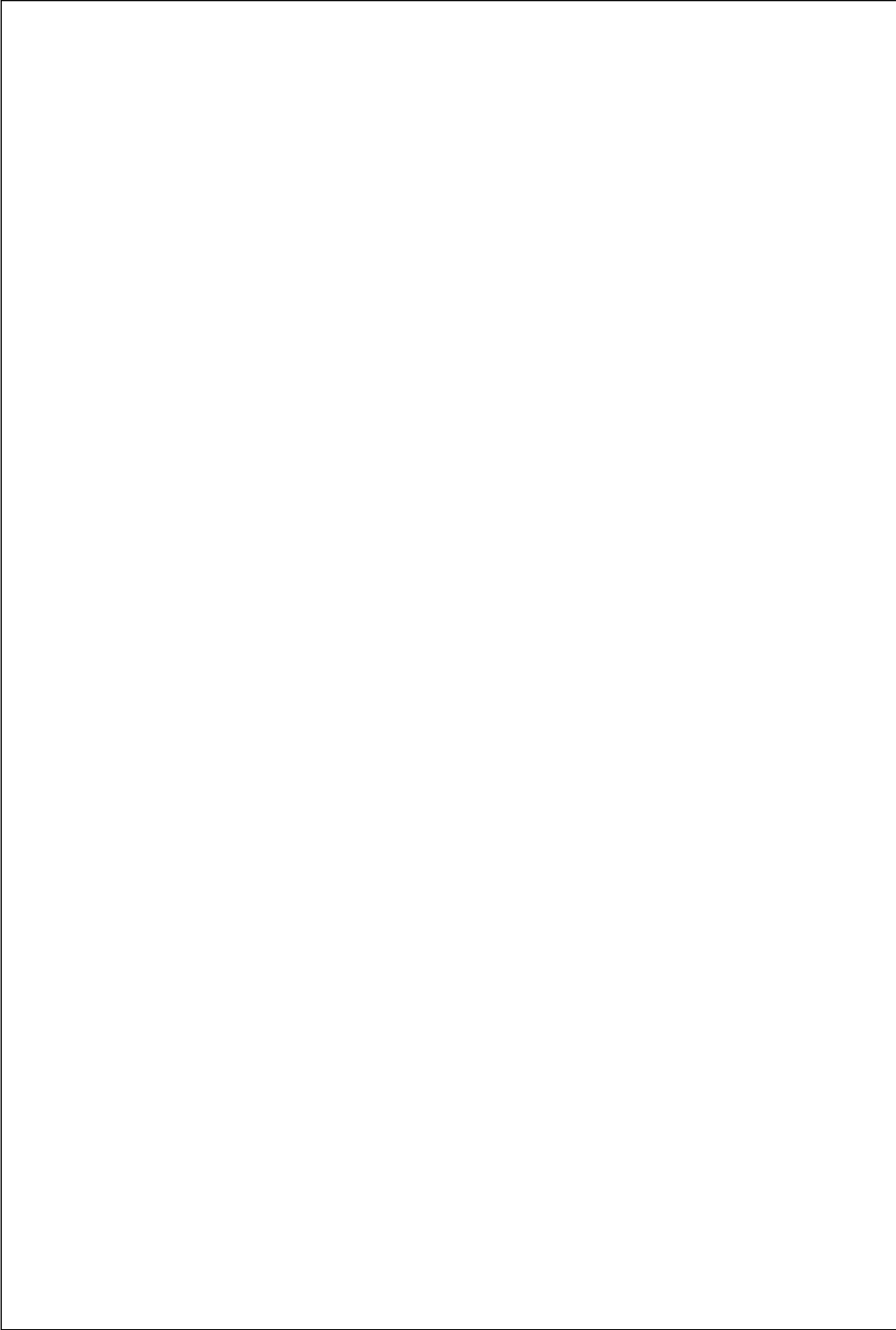
tingent of students of a baccalaureate, magistracy and postgraduate study — at the level of about 1000 persons. Such a relatively small number of students will allow to preserve the optimum level of presence of students in research laboratories, at which work in them will be most effective.

One of the perspective problems of the university consists in activization of international contacts of the university both through its own Pushchino's world diaspora and through formation of direct links with the best universities of the world what should also raise quality of educational process in the PushSU up to delivery of two diplomas to graduates from the university.

In close perspective the **PushSU presents itself as an organic part of the future centre of innovations on the basis of the research town Pushchino** which, in its turn, has all possibilities to become a launch pad for development of biological and an information technologies in Russia.

# ДЛЯ ЗАМЕТОК





*Выражаем искреннюю признательность и сердечную благодарность Благотворительному фонду «Русское общество благотворителей в защиту материнства и детства» за оказание финансовой поддержки в издании брошюры «Концепция развития исследовательского университета нового типа в городе Пущино».*

**Составители:**

Тирас Харлампий Пантелеевич  
Ивков Владимир Георгиевич

**Учреждение:**

Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Пущинский Государственный университет».

**Адрес учреждения:**

142290, Московская область, г. Пущино, пр. Науки, д. 3.  
Тел./факс (4967) 73-27-11, тел.: 73-18-57, 73-26-77,  
E-mail: nir\_pushgu@itaec.ru, web-сайт: www.pushgu.ru  
ОГРН 1025007773680, ИНН 5039005088.

Подписано в печать 00.00.2010.  
Формат 60x90 1/16. Бумага офсетная.  
Печ. л. 4,5. Тираж 500 экз. Заказ № \_\_\_\_

**Изготовитель:**

ООО «АЮ Групп».  
125364, г. Москва, ул. Штурвальная, д.6  
Тел.: (495) 493-26-37  
E-mail: info@ayu-group.ru