

DOI 10.20310/1810-0201-2021-26-190-7-24
УДК 37.014.5

Зарубежный опыт подготовки специалистов для наукоемких технологий

**Марина Сергеевна ЧВАНОВА¹, Ирина Александровна КИСЕЛЕВА²,
Мария Сергеевна АНУРЬЕВА²**

¹ФГБОУ ВО «Московский государственный университет технологий
и управления им. К.Г. Разумовского»

109004, Российская Федерация, г. Москва, ул. Земляной Вал, 73

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2993-0194>, e-mail: ms@tmbtsu.ru

²ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина»

392000, Российская Федерация, г. Тамбов, ул. Интернациональная, 33

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3557-216X>, e-mail: irinakiselyo@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6583-6421>, e-mail: anuryeva@mail.ru

Foreign experience in training specialists for high technologies

Marina S. CHVANOVA¹, Irina A. KISELYOVA², Maria S. ANURIEVA²

¹K.G. Razumovsky Moscow State University of Technologies and Management

73 Zemlyanoy Val St., Moscow 109004, Russian Federation

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2993-0194>, e-mail: ms@tmbtsu.ru

²Derzhavin Tambov State University

33 Internatsionalnaya St., Tambov 392000, Russian Federation

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3557-216X>, e-mail: irinakiselyo@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6583-6421>, e-mail: anuryeva@mail.ru

Аннотация. Проанализирован зарубежный опыт подготовки специалистов для науки и наукоемких технологий на примере ведущих университетов Китая: Гонконгского политехнического университета (Китай), Гонконгского университета науки и технологии (Китай). Рассмотрены образовательные программы, особенности управления их развитием в контексте инновационной деятельности и продвижения передовых технологий. Новизна исследования заключена в том, что в результате обобщения научно-педагогического опыта впервые будут выявлены и обоснованы концептуальные подходы развития университета наукограда как инновационной научно-образовательной платформы – профессионального самоопределения будущих молодых ученых. В результате выявлены концептуальные подходы успешного развития наукоградов: университет должен иметь собственную базу для исследований, высокий уровень технического развития; обучение ориентировано на международные программы, нормы, требования; исследования студентов сопровождаются контролем со стороны академических и отраслевых экспертов; стажировка и апробации в отраслях промышленности, возможность обучения в зарубежных учебных заведениях; участие в программах обмена, наставничества, студенческих соревнований; поддержка со стороны федеральных, региональных и местных властей, грантовая поддержка; объединение в кластеры крупных и малых технологических компаний. Практическая значимость заключена в том, что на основе выявленных концептуальных подходов будут строиться технологии и методики подготовки молодых исследователей для прорывных технологий.

Ключевые слова: наукоемкие технологии; инновационная деятельность; передовые технологии; наукоград; технопарк

Благодарности: Результаты получены при поддержке РФФИ по проекту: «Концептуальные подходы развития университета наукограда как инновационной научно-образовательной платформы – лидера профессионального самоопределения будущих молодых ученых», № 20-013-00690, 2020–2022.

Для цитирования: Чванова М.С., Киселева И.А., Анурьева М.С. Зарубежный опыт подготовки специалистов для наукоемких технологий // Вестник Тамбовского университета. Серия: Гуманитарные науки. Тамбов, 2021. Т. 26, № 190. С. 7-24. DOI 10.20310/1810-0201-2021-26-190-7-24

Abstract. We analyze the foreign experience of training specialists for science and high technologies on the example of leading universities in China: Hong Kong Polytechnic University (China), Hong Kong University of Science and Technology (China). We study educational programs, features of their development management in the context of innovation and promotion of advanced technologies. The novelty of the research lies in the fact that as a result of generalization of scientific and pedagogical experience, for the first time, conceptual approaches to the development of the science city university as an innovative scientific and educational platform – professional self-determination of future scholars will be identified and substantiated. As a result, conceptual approaches to the successful development of science cities are identified: the university should have its own base for research, a high level of technical development; training is focused on international programs, norms, requirements; student research is supervised by academic and industry experts; internship and approbation in industries, the possibility of training in foreign educational institutions; participation in exchange programs, mentoring, student competitions; support from federal, regional and local authorities, grant support; consolidation of large and small technology companies into clusters. The practical significance lies in the fact that technologies and methods of training young researchers for breakthrough technologies will be built on the basis of the identified conceptual approaches.

Keywords: high technologies; innovative activities; advanced technologies; science city; technopark

Acknowledgements: The results were obtained with the support of the Russian Foundation for Basic Research under the project: “Conceptual approaches to the development of the university of science city as an innovative scientific and educational platform – the leader of professional self-determination of future scholars”, no. 20-013-00690, 2020-2022.

For citation: Chvanova M.S., Kiseleva I.A., Anurieva M.S. Zarubezhnyy opyt podgotovki spetsialistov dlya naukoymkikh tekhnologiy [Foreign experience of training specialists for high technologies]. *Vestnik Tambovskogo universiteta. Seriya: Gumanitarnye nauki – Tambov University Review. Series: Humanities*, 2021, vol. 26, no. 190, pp. 7-24. DOI 10.20310/1810-0201-2021-26-190-7-24 (In Russian, Abstr. in Engl.)

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время ученые констатируют необходимость развития вузов наукоградов как наиболее вероятных лидеров в направлении подготовки кадров для наукоемкой индустрии. В России достаточно актуальна проблема развития центров прорывных технологий мирового уровня при взаимодействии НИИ РАН, вузов и бизнеса. Особенно актуальной, по мнению ученых, становится необходимость разработки механизмов гармонизации развития высшей школы для целей наукоемкой среды экономики наукограда, которые стимулировали бы как развитие системы высшего образования, так и социально-экономическое развитие наукограда.

Тем не менее развитие инновационной деятельности в вузе происходит на традиционном, ментально привычном методологическом базисе, который хорошо ориентирован на решение задач традиционного образова-

ния. Имеющаяся практика в области инновационных процессов в высшем образовании позволяет обобщить определенный опыт. Однако эти процессы не приводят к существенным изменениям и носят фрагментарный характер. Особенно остро ситуация наблюдается в вузах наукоградов, значительная часть которых создавалась вокруг промышленных предприятий оборонного характера. Необходимо решить задачу создания системы образования в российских исследовательских городах-наукоградах, которая позволила бы не только предприятиям этих поселений формировать кадровый потенциал, но, прежде всего, подготовить высококвалифицированных специалистов для разработки отечественных прорывных технологий. Таким образом, с одной стороны, вузы наукоградов обладают существенным инновационным потенциалом в связи с приближенностью научно-исследовательских институтов и тесным взаимодействием по вопросам под-

готовки для них научных кадров. С другой стороны, этот потенциал не реализован по причине фрагментарности научных представлений о механизмах и путях его развития.

Теоретической и методологической базой данного исследования послужили работы как российских, так и зарубежных авторов, рассматривающих наукограды, технополисы и технопарки в историческом, научно-техническом, социально-экономическом аспектах. Среди исследований российских авторов, посвященных данному вопросу, следует выделить работы А.Ш. Ахмедуева, Н.Е. Барсуковой, И.Н. Веселова, П.В. Жданова, Н.В. Климовой, В.Э. Комова, М.И. Кузнецова, К.В. Лапшиновой, Н.В. Лариной, И.В. Лесковой, А.А. Мальцевой, З.У. Меджидова, И.А. Монахова, О.В. Николаева, О.В. Чистяковой и т. д. Ученые рассматривали роль наукоградов в инновационном развитии регионов Российской Федерации [1], исследовали зарубежный опыт развития центров науки и инноваций [2; 3], анализировали экономическую эффективность деятельности наукоградов России [4], рассматривали основные направления повышения эффективности научно-практической деятельности наукоградов [5], исследовали вопросы формирования в России наукоградов как важного элемента инновационной экономики и основы для создания инновационных кластеров [6].

Зарубежные авторы также исследовали различные аспекты технопарков (инновационную деятельность, связь технопарков и технополисов с университетами, роль государства). Так, А.Н. Линк, Дж.Т. Скотт (США) исследовали возможность взаимодействия университетов и производства для привлечения инвестиций в академические исследования [7], Р. Грин (Китай) рассмотрел взаимодействие китайских технопарков с Силиконовой долиной и установил положительную взаимосвязь между исследовательскими университетами и фирмами в парках [8], а Дж. Тан (Китай) изучил происхождение и рост промышленного кластера на основе взаимодействия технопарка Пекина Чжунгуаньцунь с крупнейшими фирмами полупроводниковых, компьютерных и телекоммуникационных фирм в Китае, состоящего как из отечественных, так и из иностранных инвестированных фирм [9]. Ф.Х. Эстрелья с соавт. (Германия) разработал экспертную сис-

тему при взаимодействии университета и фирм для принятия решения об участии в проекте той или иной фирмы [10]. Дж. Ри, Э. Хасан и Р. Саитова (Корея) исследовали взаимосвязи между университетами и парками, условия, необходимые для оказания положительного эффекта на развитие региона посредством инновационной деятельности [11]. А. Альбахари, А. Бардж-Хиль, С. Перес-Канто, А. Модрего (Италия) проанализировали взаимодействие научно-технических парков и фирм в результате инновационной деятельности [12]. И. Диас-Виэльба, А. Монторо-Санчес (Испания) на основе эмпирических данных, собранных в Мадридском научном парке, отметили положительную взаимосвязь между технологическими знаниями, полученными в университетах, и инновациями, которые осуществляются фирмами [13].

Таким образом, необходимо отметить, что наукограды, технополисы и технопарки формируются и развиваются в разных странах и, по нашему мнению, обращение к практике Китая в области подготовки специалистов для науки и наукоемких технологий позволит нам ответить на вопрос о возможном переносе перспективных идей построения способов и моделей управления современной образовательной средой в вузе наукограда применительно к российской системе образования.

В рамках исследования предполагается использовать аналитический метод, позволяющий проанализировать инновационную деятельность и передовые технологии университетов наукоградов мира, основной целью которых является подготовка специалистов для науки и наукоемких технологий. Анализ производился с позиций системного подхода к пониманию путей развития. Системный анализ позволил рассмотреть программы подготовки в университетах наукоградов, имеющих свою структуру, образованную различными взаимосвязанными компонентами, подчиняющуюся своей логике развития под влиянием различных факторов и закономерностей.

Для выявления общего и особенного в подготовке специалистов для науки и наукоемких технологий применялся метод сравнительно-сопоставительного анализа, который позволил нам выполнить сравнительно-педагогическое исследование в контексте инно-

вационной деятельности и продвижения передовых технологий наукоградов.

Для проведения сравнительно-сопоставительного анализа выделим следующие критерии сравнения:

- цель подготовки (цель подготовки специалистов для науки и наукоемких отраслей является системообразующим фактором образовательной системы, поэтому этот критерий необходимо учитывать в первую очередь);

- ступени подготовки (на каких уровнях образования (бакалавриат, магистратура, аспирантура) осуществляется подготовка специалистов для науки и наукоемких отраслей);

- образовательные программы (какие конкретные наукоемкие образовательные программы предлагают университеты в рассматриваемых странах);

- особенности обучения (в рамках критерия необходимо провести анализ по особенностям форм, методов обучения, видам практик, итоговых аттестаций или других особенностей реализации рассматриваемых образовательных программ);

- научно-исследовательская работа в рамках конкретных образовательных программ (какое внимание уделяется научно-исследовательской работе в отдельных дисциплинах, курсовых работах, практиках и при выполнении выпускных квалификационных работ, существуют ли отдельные исследовательские модули в рамках рассматриваемых образовательных программ);

- дополнительная научно-исследовательская работа в университете, стране (показатели по данному критерию показывают возможность у студентов, обучающихся по наукоемким направлениям, участия в исследовательских программах, проводимых университетом, на государственном или международном уровне вне учебного плана образовательной программы, например, летние стажировки в лабораториях).

Рассмотрим подготовку специалистов в наукоградах Китая. Достижения Китая последних лет во многом определяются активной государственной поддержкой научно-технической деятельности на всех уровнях. Специальная программа развития высокотехнологического сектора, разработанная Министерством науки и технологии, предусматривает государственное финансирование

академических институтов и новых небольших компаний, чтобы они могли доводить результаты фундаментальных исследований до уровня коммерческих продуктов. Причем особое значение придается созданию наукоградов как инструментов для развития инновационной деятельности и продвижения передовых технологий.

В рамках исследования проанализированы университеты Гонконга, в которых наиболее успешно реализуются образовательные программы в области наукоемких технологий.

1. Гонконгский политехнический университет.

Гонконгский политехнический университет реализует следующие наукоемкие образовательные программы бакалавриата, магистратуры и аспирантуры:

- по прикладным наукам: прикладная биология и биотехнологии, прикладная физика, химическая технология, инженерная физика;

- по инженерным наукам: авиационная техника, биомедицинская инженерия, электротехника, промышленная и системная инженерия;

- иные программы: наука о данных и аналитика (магистратура), городская информатика и умные города (магистратура), цифровые финансы (аспирантура) и др. (рис. 1).

Рассмотрим отдельные программы подробнее.

Прикладная биология и биотехнологии. Бакалавров по прикладной биологии и биотехнологии готовят в течение четырех лет. Программа направлена на подготовку компетентных специалистов в области биотехнологий для удовлетворения потребностей секторов экономики, связанных с биотехнологиями в Гонконге, Китае и мире. В этой программе студенты получают полное понимание принципов и концепций биотехнологии. Эта программа объединяет теоретическое и практическое обучение и завершается отдельным углубленным научным исследованием в последний учебный год. Студенты имеют возможность практиковаться в соответствующих отраслях, исследовательских центрах и коммерческих организациях¹.

¹ The Hong Kong Polytechnic University. Applied Biology and Biotechnology. URL: <http://www51.polyu.edu.hk/eprospectus/ug/non-jupas/2020/js3923> (accessed: 01.06.2020).

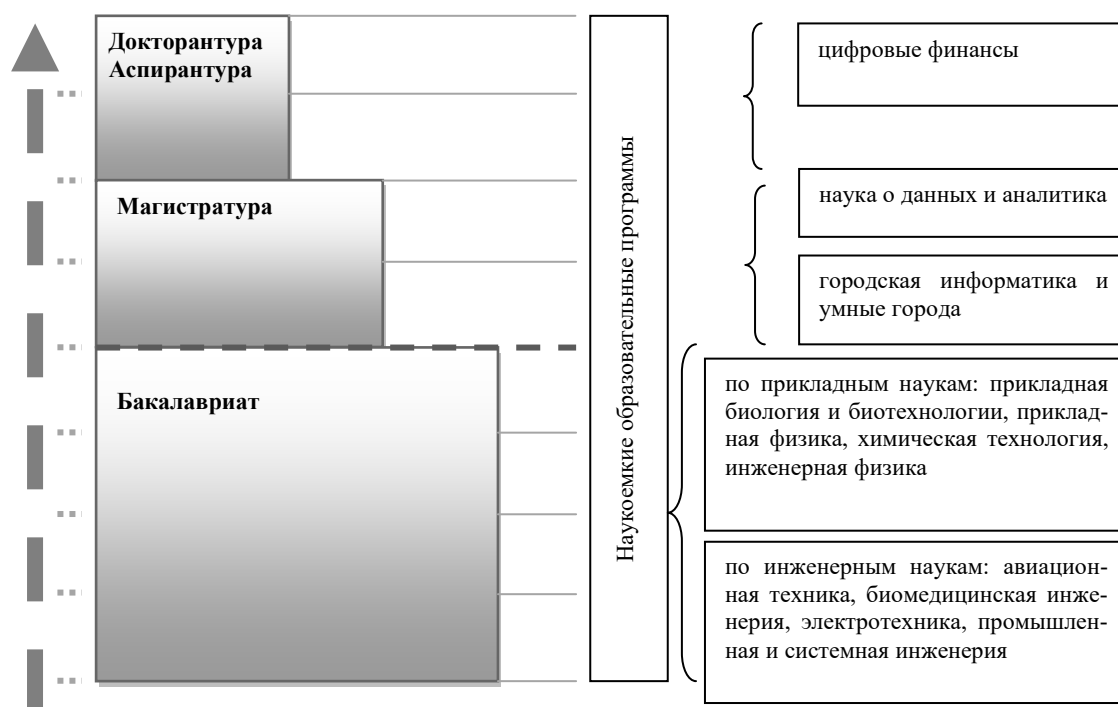


Рис. 1. Научеомкие образовательные программы подготовки в Гонконгском политехническом университете

Как и во всех программах бакалавриата Гонконгского политехнического университета, студенты должны набрать по 30 кредитов (баллов) ежегодно. Студенты должны исполнять общие требования университета по освоению языковых компетенций и развитию личности, а также по изучению дисциплин по математике, физике, химии и биологии для того, чтобы создать прочную основу для учебы.

По завершении базовых предметов студенты переходят к основным биологическим, биохимическим и биотехнологическим предметам, а после этого – приступают к выбору своих факультативных предметов в области биотехнологий. Учитывая междисциплинарный характер тенденций в биотехнологиях, у студентов есть возможность в этой программе выбрать вариативные дисциплины в других областях: информационные технологии, бизнес, маркетинг, инженерии и др.

На последнем курсе студенты реализуют выпускной проект, в котором решают научную проблему или раскрывают исследовательскую тему, используя специальные знания, концепции и общие навыки дисциплин, сформированные на различных этапах этой программы. Выпускники имеют право на

членство в Королевском биологическом обществе (RSB) в Великобритании и могут работать в промышленном, коммерческом, образовательном или государственном секторах экономики.

Биомедицинская инженерия. Программа бакалавриата по биомедицинской инженерии также реализуется в течение четырех лет. Отрасль биомедицинской инженерии охватывает широкий спектр применений, используемых медицинскими работниками в своей диагностической, терапевтической и реабилитационной практике: имплантаты, протезы, ортезы и другие вспомогательные устройства. Программа включает две специализации: общую биомедицинскую инженерию и биомедицинскую инженерию с протезированием и ортопедией. Студенты должны определиться в конце второго курса.

В первый год, как и в программе по прикладной биологии и биотехнологиям, изучаются базовые дисциплины: химия, биология человека, математика и физика. На втором курсе изучаются базовые дисциплины в смежных инженерных областях: биоэлектроника, биомеханика и компьютерное программирование.

Предметы третьего года дополнительно укрепляют знания студентов в области биомедицинской инженерии, дают им возможность объединить биомедицинские и инженерные идеи и развить их критические навыки исследования и мышления. Уникальной особенностью программы является то, что учащиеся изучают предмет «Исследования и разработки в области биомедицинской инженерии» в течение четырех последовательных семестров во втором и третьем годах, что дает им возможность создать прототип инновационного медицинского устройства. Студенты могут начать выбирать элективные курсы по различным темам в зависимости от их специализации.

Четвертый год включает в себя прикладные дисциплины биомедицинской инженерии, элективные курсы и исследовательский проект. В течение летнего семестра организуются производственные стажировки и клинические апробации, что дает студентам возможность применить полученные знания на практике и накопить опыт работы для будущей карьеры. Стажировки и апробации проходят в отраслях промышленности и больницах, а некоторые студенты имеют возможность обучаться в зарубежных учебных заведениях (например, в Канаде, Китае, Чешской Республике, Японии, Сингапуре, Великобритании и США)².

Продолжить обучение в области биомедицинской инженерии можно, поступив в магистратуру. В то же время для того, чтобы поступить на магистерскую программу, обязательно иметь степень бакалавра по данному направлению, достаточно степени бакалавра в области технических или прикладных наук или в области здравоохранения.

Целями магистерской программы являются:

- воспитание профессионалов и специалистов, обладающих профессиональной компетентностью, стратегическим мышлением и способностями в области биомедицинской инженерии;
- обучение студентов современным инженерным знаниям и передовым технологическим инструментам, необходимым для практики биомедицинской инженерии.

² The Hong Kong Polytechnic University. Biomedical engineering. URL: <http://www51.polyu.edu.hk/eprospectus/ug/non-jupas/2020/js3600> (accessed: 01.06.2020).

Магистратура «Биомедицинская инженерия» использует междисциплинарный подход к преподаванию и обучению. Студенты из разных дисциплин группируются и направляются для работы над поставленными клиническими проблемами, что обеспечивает клиническую значимость и техническую практикоориентированность дисциплин, способствующие развитию командного духа и приобретению выпускниками навыков, необходимых для работы в междисциплинарных командах³.

Магистранты должны изучить несколько дисциплин и написать исследовательскую диссертацию. Студентам предлагается выбрать тему диссертации, которая соответствует их профессиональным и личным интересам. Основными преподаваемыми дисциплинами являются: расширенное протезирование и ортопедия, прикладная обработка биосигналов, биоматериалы и тканевая инженерия, биомедицинские микроустройства, клиническая биомеханика, интеллектуальная собственность, стандарты и правила медицинского оборудования, молекулярная и функциональная визуализация: от систем организма к молекулам, нанобиотехнологии и др.

Магистерские диссертации охватывают широкий круг научных исследований, в том числе решают проблемы биомеханического анализа, компьютерного проектирования, 3D сканирования, анализа данных и технологий 3D печати, нейронной инженерии и реабилитации, нейровизуализации.

Гонконгский политехнический университет реализует образовательные программы магистратуры и аспирантуры по актуальному направлению «Городская информатика и умный город». Эта программа предлагается в рамках как программа последипломного образования в области строительства и окружающей среды⁴. Цель данной программы – обучить студентов решать проблемы современных городов, используя возможности информационных технологий, больших данных и соответствующих методов.

³ The Hong Kong Polytechnic University. Master of Science in Biomedical Engineering. URL: <http://www51.polyu.edu.hk/eprospectus/tpg/2020/47002-bmf-bmp> (accessed: 24.09.2020).

⁴ The Hong Kong Polytechnic University. Urban informatics and smart city. URL: <http://www51.polyu.edu.hk/eprospectus/tpg/2020/04001-ifm-ifp-ipm-ipp> (accessed: 24.09.2020).

Студенты могут обучаться в режиме полной или частичной занятости. Продолжительность обучения зависит от выбранного темпа, один год – при полной занятости, 2,5 года – при неполной. Полная занятость предполагает, что студенты должны посещать занятия и в дневное, и в вечернее время.

Программа сосредоточена на трех ключевых областях, таких как: «Теория и предметная область знаний», «Технологии, лежащие в основе городской информатики и умных городов» и «Практика городской информатики и интеллектуальных городов».

Студенты магистратуры и аспирантуры, помимо выполнения научно-исследовательского проекта в рамках диссертации, должны изучить шесть обязательных дисциплин, включая «Умные города: технологии и решения», «Городская наука и системы», «Городская информатика», «Городские большие данные», «Принципы географических информационных систем», «Городское планирование и устройство городов».

Вместе с тем студенты изучают факультативные дисциплины на выбор: «Экономика для финансового анализа», «Инженерные интеллектуальные здания», «Концепции искусственного интеллекта», «Устойчивое развитие и окружающая среда», «Smart-инфраструктура», «Smart-транспорт», «Интернет вещей – инструменты и приложения», «Smart-туризм: концепции и приложения», «Сбор пространственных данных», «Спутниковое позиционирование и навигация», «Обработка изображений с помощью дистанционного зондирования» (табл. 1).

2. Гонконгский университет науки и технологии.

Перейдем к рассмотрению образовательных программ по наукоемким направлениям в Гонконгском университете науки и технологии. Такие программы преподаются в структурных подразделениях университета: в Школе науки и Школе инженерии.

В *Школе наук* создана динамичная среда обучения с постоянным совершенствованием образовательных программ. Помимо традиционных программ получения степеней по биологическим наукам, химии, физике, науке об океане, математике, разработаны несколько междисциплинарных программ, ориентированных на запросы и потребности постоянно меняющегося общества. Такие включа-

ют в себя математику и экономику, биотехнологию и бизнес, науку о данных, технологии и науку в области океана.

Кроме того, Школа науки также предлагает уникальную программу международных исследований (International Research Enrichment, IRE), которая предоставляет студентам возможность международных исследований уже на бакалавриате. Студенты используют множество различных программ, например программы обмена за рубежом, программы наставничества и стажировки, социальные услуги, профориентации и персональная поддержка⁵.

Программа IRE предполагает выбор студентом среди шести основных программ, аналогичных обычным программам бакалавриата: биохимия и клеточная биология, биотехнология, химия, математика, наука и техника океана, физика. В то же время программа IRE является независимой и отдельным выбором студентов. Это новаторский учебный курс, созданный специально для студентов, которые проявляют особый интерес к исследовательской карьере в области естественных наук или расширению своей исследовательской деятельности во время обучения в бакалавриате. Программа IRE дает возможность участия в перспективных исследовательских проектах под руководством профессоров мирового уровня, а также встречи с нобелевскими лауреатами и известными учеными со всего мира благодаря участию в деятельности Института перспективных исследований. Студенты участвуют в программах обмена в известных иностранных университетах, включая Калифорнийский университет в Беркли, Колумбийский университет, Северо-западный университет, Британской Колумбии, и проходят летние исследовательские стажировки в зарубежных университетах и национальных лабораториях, таких как: Кембриджский университет, университет Джонса Хопкинса, Европейская организация ядерных исследований в Швейцарии, Французский национальный центр научных исследований.

⁵ The Hong Kong University of science and technology. Undergraduate research opportunities program. Information for supervisors. URL: https://urop.ust.hk/For_Supervisors (accessed: 24.09.2020).

Таблица 1

Образовательные программы по биомедицинской инженерии

Изучаемые программы				
Бакалавриат	1 курс	2 курс	3 курс	4 курс
	Химия, биология человека, математика и физика	Биоэлектроника, биомеханика и компьютерное программирование	Исследования и разработки в области биомедицинской инженерии	Прикладные дисциплины биомедицинской инженерии, элективные курсы и исследовательский проект
Магистратура Аспирантура	Расширенное протезирование и ортопедия, прикладная обработка биосигналов, биоматериалы и тканевая инженерия, биомедицинские микроустройства, клиническая биомеханика, интеллектуальная собственность, стандарты и правила медицинского оборудования, молекулярная и функциональная визуализация: от систем организма к молекулам, нанобиотехнологии; умные города: технологии и решения, городская наука и системы, городская информатика, городские большие данные, принципы географических информационных систем, городское планирование и устройство городов			

Чтобы быть допущенным к участию в программе IRE, кандидаты должны выполнить общие требования к поступлению в университет и специальные требования Школы наук, а также пройти собеседование по приему в IRE.

Все программы бакалавриата рассчитаны на четыре года, причем цель первого года – дать студентам широкую базу знаний по всем научным направлениям. Так, весь первый курс, независимо от направления подготовки, студенты обучаются вместе по всем дисциплинам. Со второго года студенты должны определиться с выбором конкретной специальности и продолжить по ней обучение⁶.

После бакалавриата для студентов предлагают исследовательские программы магистратуры. В дополнение к общим программам отдельных дисциплин, Школа науки, совместно с другими подразделениями, предлагает ряд междисциплинарных программ. Например, в области математики реализуют программы: «Финансовая математика», «Финансовые технологии», «Технологии больших данных».

Магистерская программа по финансовой математике направлена на применение математических решений в области финансов и представляет собой смесь математики, статистики, теории финансов и информатики. Образовательная программа охватывает изуче-

ние финансовых рынков с акцентом на соотношение теории с реальными событиями в мире. Программа включает в себя изучение:

- математических, статистических и вычислительных методов для оценки безопасности, распределения активов и управления рисками;
- различных моделей ценообразования;
- теории ценообразования опционов, теории портфеля, моделей рисков, анализа временных рядов финансовых данных, финансовой экономики и компьютерного программирования;
- научных методов работы с данными в статистике, машинного обучения и искусственного интеллекта, а также инновационных финансов;
- основ программирования⁷.

Программа постоянно актуализируется новыми дисциплинами по количественному финансированию. Преподаватели активно занимаются исследованиями в области финансовой математики совместно с опытными специалистами в области финансов из ведущих учреждений, также предлагают новые курсы в области алгоритмической торговли, рыночной микроструктуры, финансовых вычислений, структурирования и торговых стратегий, а также финансовой инфраструктуры.

В рамках обучения активно практикуется приглашение академических и отраслевых

⁶ The Hong Kong University of science and technology. Undergraduate research opportunities program. Synthesis of designed organic molecules with potential bioactivity. URL: <https://urop.ust.hk/projects/synthesis-designed-organic-molecules-potential-bioactivity> (accessed: 24.09.2020).

⁷ The Hong Kong University of science and technology. Undergraduate research opportunities program. Cryptocurrency price and return analysis. URL: <https://urop.ust.hk/projects/cryptocurrency-price-and-return-analysis> (accessed: 24.09.2020).

экспертов с целью контроля студентов в проводимых ими исследованиях. Студенты в процессе выполнения реализуют сквозной проект Capstone в сотрудничестве с финансовыми фирмами (включая Morgan Stanley, JP Morgan, Founder Securities, WorldQuant и др.). Стажировки дают опыт корпоративной жизни и знакомят с отраслевыми практиками⁸ (табл. 2).

Школа инженерии Гонконгского университета науки и технологии, являющаяся ведущей инженерной школой в Гонконге, предлагает широкий спектр наукоемких инженерных программ по аэрокосмической инженерии, биоинженерии, химическому и экологическому машиностроению, вычислительной технике и компьютерным наукам, устойчивой энергетике, аналитике решений и др.⁹

В ответ на потребности Гонконга, экономика которого быстро превращается в экономику, основанную на знаниях, в ответ на требования развивающихся отраслей и общества Школа инженерии начала реализовывать новую программу по аналитике решений. Программа уделяет большое внимание прогнозирующим и предписывающим аналитическим инструментам, статистическим моделям, алгоритмам машинного обучения, симуляции и креативному моделированию, что соответствует современной экономике. Основываясь на этой методике, студенты получают специальные знания в области финансового инжиниринга или консультационных услуг, включая управление рисками, анализ спроса и предложения, электронную торговлю, оптимизацию доходов, аналитику в сфере здравоохранения и даже спортивную аналитику¹⁰.

В результате освоения программы выпускники будут владеть следующими компетенциями:

- способностью применять знания математики, науки и техники для решения задач в области промышленной инженерии и анализа решений;

- способностью анализировать, визуализировать и интерпретировать данные;

- способностью проектировать систему, компоненты или процесс с учетом желаемых целей и ограничений в экономике, экологии, политике и обществе, этике, здоровье и безопасности, технологичности и устойчивости;

- способностью работать в междисциплинарных командах;

- способностью определять, формулировать и решать инженерные проблемы;

- способностью понимать профессиональную и этическую ответственность;

- способностью эффективно общаться;

- способностью понимать влияние инженерных решений в глобальном и социальном контексте;

- способностью быть в курсе современных проблем;

- способностью осознавать необходимость в обучении на протяжении всей жизни;

- способностью использовать методы, навыки и современные инженерные инструменты, необходимые для решения проблем принятия решений на основе данных;

- способностью проектировать и использовать компьютерные и ИТ-инструменты для решения задач в области промышленной инженерии и анализа решений.

Близкая магистерская программа «Технологии больших данных» объединяет различные дисциплины для изучения всех важных аспектов больших данных и их использование в реальном мире. Студенты изучают основные компоненты больших данных, включая инфраструктуру, интеграцию данных, хранение, моделирование и управление, вычислительные системы, аналитические и интеллектуальные системы, безопасность, политику и социальные последствия, а также человеческий фактор и приложения для работы с большими данными в различных областях (табл. 3).

Всем студентам Школы инженерии в процессе обучения предлагаются различные варианты научно-исследовательской и проектной деятельности как для личного, так и профессионального развития:

- программы обмена;

- программа наставничества;

- программа стажировки;

⁸ The Hong Kong University of science and technology. Undergraduate research opportunities program. IROP. URL: <https://urop.ust.hk/irop> (accessed: 24.09.2020).

⁹ The Hong Kong University of science and technology. School of science. About the school URL: <https://science.ust.hk/about.html> (accessed: 24.09.2020).

¹⁰ The Hong Kong University of science and technology. Academic Programs. URL: https://science.ust.hk/4year_overview.html#pt1 (accessed: 24.09.2020).

Таблица 2

Образовательные программы в Гонконгском университете
науки и технологии. Школа науки

Образовательные программы	Школа науки
Бакалавриат	Программа международных исследований (International Research Enrichment, IRE): биохимия и клеточная биология, биотехнология, химия, математика, наука и техника океана, физика
Магистратура	Финансовая математика, финансовые технологии, технологии больших данных

Таблица 3

Образовательные программы в Гонконгском университете
науки и технологии. Школа инженерии

Образовательные программы	Школа инженерии
Бакалавриат	Аэрокосмическая инженерия, биоинженерия, химическое и экологическое машиностроение, вычислительная техника и компьютерные науки, устойчивая энергетика, аналитика решений
Магистратура	Технологии больших данных (интеграция данных, хранение, моделирование и управление, вычислительные системы, аналитические и интеллектуальные системы)

– производственное обучение;
– соревнования;
– выпускной проект;
– студенческая программа для проведения научных исследований (Undergraduate Research Opportunities Program, UROP)¹¹ (табл. 4).

Рассмотрим существующие проекты, получившие грантовую поддержку в рамках студенческой программы для проведения научных исследований (Undergraduate Research Opportunities Program, UROP). Финансовая поддержка осуществляется в размере до 30000 гонконгских долларов на проект, но не более двух грантов на учебный год [14].

Проект «Наночастицы для доставки нуклеиновых кислот в сетчатку» направлен на понимание параметров (размер, заряд, поверхностные лиганды) наночастиц, влияющих на их распределение после интравитреального введения. Он исследует относительную важность различных видов транспортировки наночастиц через сетчатку (диффузия по сравнению с конвекцией и по сравнению с клеточным транспортом). Студентам в рамках проекта предлагается описать параметры наночастиц, проанализировать данные о рас-

пределении лекарств, оказать помощь в экспериментах на животных для получения распределения наночастиц, выполнить эксперименты по культивированию клеток для определения эффективности трансфекции генов.

Другой проект – «Синтез сконструированных органических молекул с потенциальной биологической активностью» дает возможность студентам работать в исследовательской лаборатории для синтеза разработанных органических молекул, которые могут быть использованы в текущих исследовательских проектах, связанных с полным синтезом биологически активных натуральных продуктов. В процессе реализации проекта студенты должны научиться очищать органические молекулы методом колоночной флэш-хроматографии, выполнять органические реакции, включая настройку, научиться характеризовать продукты реакции спектроскопическими методами, а также научиться анализировать и представлять результаты работы в коротких отчетах [15].

Проект «Анализ цены и доходности криптовалюты» предназначен для изучения цены и доходности криптовалюты (включая биткойны) [16]. Участникам проекта необходимо осуществить обзор литературы по цене и доходности криптовалюты и сбор соответствующих данных из открытых источников

¹¹ MAFM. Program Overview. URL: <https://mafm.ust.hk/about/overview> (accessed: 24.09.2020).

Таблица 4

**Научно-исследовательская и проектная деятельность
в Гонконгском университете науки и технологии**

Программа	Содержание программы
Программы обмена	Студенты инженерных специальностей могут посещать курсы в партнерских учреждениях, в том числе в зарубежных, что значительно обогащает культурный опыт студентов, повышает их личностное развитие и конкурентоспособность в будущей карьере. При этом Инженерная школа настоятельно рекомендует своим студентам участвовать в обмене. Возможности обмена доступны для студентов в течение обычного семестра осенью и весной, или летом, когда программы менее продолжительные. Для обмена студентами можно выбрать обучение за рубежом или в одном из ключевых университетов материкового Китая ¹²
Программа наставничества	Программа наставничества дает возможность общения студентов с работодателями, которые выступают в роли их наставников. Студенты и наставники самостоятельно выбирают, где они встретятся (это может быть и кафе, и офис). Наставники могут брать студентов в свои компании для визитов, а некоторым студентам могут даже предлагаться вакансии в компании их наставника во время учебы или после ее окончания. Программа реализуется благодаря контактам университета с успешными лидерами отрасли из ведущих компаний: Goldman Sachs, Morgan Stanley, Hang Sang Bank, Alibaba.com, Starbucks Coffee, MTRC, DHL, FedEx, DAMCO, Гонконгские международные терминалы с ограниченной ответственностью, Mattel и TAL Apparel Ltd. Наставники присоединяются к программе на добровольной основе, и большинство из них сами являются выпускниками университета ¹³
Программа стажировки	Программа стажировки предлагает студентам применить теоретические знания к реальным бизнес-задачам. Работая стажером летом или в течение всего года в значимых компаниях, студенты приобретают коммуникативные и профессиональные компетенции ¹⁴
Производственное обучение	Все студенты инженерных специальностей обязаны пройти программу промышленного обучения в течение периода обучения. Программа состоит из 5–6 модулей обучения, которые проходят в зимний и летний семестры, начиная со второго года обучения ¹⁵
Студенческие соревнования	Студенты активно участвуют в конкурсах, спонсируемых отраслями производства, ставя перед собой задачу применить теоретические знания в реальных бизнес-задачах (Кубок Президента университета, Конкурс студенческих проектов Гонконгского института инженеров – производства и промышленности и др.) ¹⁶
Выпускной проект	В последний год студенты инженерных специальностей предпринимают крупный проект, который позволяет им интегрировать все, что они уже изучили за все годы. Его цель состоит в том, чтобы предоставить студентам первый опыт крупномасштабного инженерного проекта. Проект длится два семестра и оценивается после его завершения. Проекты контролируются преподавателями кафедры мирового уровня. Также возможны совместные выпускные проекты со спонсируемыми компаниями, которые контролируются наставником и преподавателем одновременно. Такой подход предполагает взаимовыгодное соглашение, предоставляя предприятиям последние исследования о разработках, дополнительную помощь и потенциальных новых сотрудников, а студентам – бесценный практический опыт ¹⁷
Студенческая программа UROP	Студенческая программа для проведения научных исследований (Undergraduate Research Opportunities Program, UROP). Программа UROP предназначена для обеспечения студентов старших курсов возможностью участвовать в научных исследованиях. Участие в UROP предлагается в течение трех семестров (осень, весна и лето) одного учебного года, что позволяет студентам погрузиться в различные индивидуальные исследовательские проекты под наблюдением ученых мирового уровня [17]. Для удовлетворения потребностей студентов с различными стремлениями и уровнями исследовательского опыта программа делится на два потока – пробный и серийный [18]. Пробный поток подходит для студентов, которые никогда не участвовали в UROP, но хотели бы получить опыт исследования, таким образом, принять участие в нем можно лишь один раз. За прохождение UROP в рамках этого потока студенты не получают баллы (кредиты) в общий зачет по образовательной программе, на которой обучаются. По окончании пробного UROP студенты получают оценку «зачтено/не зачтено». Тем, кто получит зачет, может быть назначена стипендия в размере 6000 или 3000 гонконгских долларов на усмотрение преподавателя. Серийный поток предназначен для студентов, которые готовы к серьезным исследованиям на основе уже имеющегося первоначального опыта в пробном потоке. Этот вариант представляет собой последовательность из четырех курсов, которые проходятся в очередном порядке под руководством одного и того же преподавателя для одного и того же проекта

¹² MAFM. Internship Opportunities. URL: <https://mafm.ust.hk/career/internship-opportunities> (accessed: 24.09.2020).

¹³ The Hong Kong University of science and technology. School of engineering. Major Programs. URL: <https://seng.ust.hk/academics/undergraduate/major-programs> (accessed: 24.09.2020).

¹⁴ The Hong Kong University of science and technology. HKUST IEDA. BEng in Decision Analytics. URL: <https://ieda.ust.hk/eng/detail.php?catid=3&sid=64&tid=89> (accessed: 24.09.2020).

¹⁵ The Hong Kong University of science and technology. IEDA. Enrichment. Local Networking, Global Exposure. URL: <https://ieda.ust.hk/eng/detail.php?catid=3&sid=67> (accessed: 24.09.2020).

¹⁶ The Hong Kong University of science and technology. School of engineering. Outbound Exchange. URL: <https://seng.ust.hk/academics/undergraduate/exchange/outbound> (accessed: 24.09.2020).

¹⁷ The Hong Kong University of science and technology. IEDA. Mentorship Program. URL: <https://ieda.ust.hk/eng/individual.php?catid=3&sid=67&id=30> (accessed: 24.09.2020).

(например, бирж криптовалют и финансовых баз данных), после чего – провести эмпирический анализ данных, основанный на теории и интуиции, и обобщить результаты, сделать прогнозы. Навыки программирования у студентов приветствуются, но не считаются обязательными, при этом требуются базовые финансовые знания. Кандидаты должны провести предварительное исследование и представить предложение с гипотезами и планом выполнения с временной шкалой (диаграмма Ганта), прежде чем они будут зачислены в проект.

Другая программа Гонконгского университета науки и технологии включает зарубежные проекты – это Международная программа научно-исследовательских возможностей (IROP), которая направлена на расширение опыта обучения студентов, давая им возможность проводить научные исследования за пределами Гонконга. Опыт IROP помогает студентам развить свои коммуникативные навыки, одновременно способствуя повышению осведомленности и понимания различных культур¹⁸.

Так, с лета 2012 г. по лето 2018 г. Гонконгский университет науки и технологии сотрудничал с Массачусетским технологическим институтом с целью реализации летней программы обмена исследованиями между университетами для студентов старших курсов. Всего к программе присоединились по 31 студенту с каждой стороны.

Таким образом, проанализировав особенности обучения в Китае, необходимо отметить, что в университетах трехступенчатая система обучения: бакалавриат, магистратура, аспирантура. В процессе обучения студентам предлагаются различные варианты научно-исследовательской и проектной деятельности. Во время прохождения стажировки студенты применяют теоретические знания к решению бизнес-задач. Для проведения научных исследований существует грантовая поддержка в рамках студенческой программы. В университетах наукоградов развита международная научно-исследовательская деятельность.

¹⁸ The Hong Kong University of science and technology. IEDA. Internship Program. URL: <https://ieda.ust.hk/eng/individual.php?catid=3&sid=67&id=31> (accessed: 24.09.2020).

В рамках исследования представляется возможным рассмотреть *сетевое взаимодействие в профессиональном сообществе*, так как все больше времени молодое поколение проводит в сети Интернет и, по нашему мнению, сетевое взаимодействие именно по профессиональным интересам позволяет в наше время достаточно быстро и эффективно решать те или иные научные и научно-технические задачи.

В настоящее время активно развивается сетевая коммуникация (электронная почта, мессенджеры, чаты, форумы), появляются онлайн базы научных данных, цифровые библиотеки и журналы, в том числе с открытым доступом. Во второй половине 2000-х гг. были запущены также виртуальные сетевые сообщества для ученых, такие как Academia.edu, ResearchGate, Mendeley, Social Science Research Network (SSRN), VIVO. Данные сетевые сообщества дают ученым возможность поделиться своей публикацией, найти потенциальных участников для научно-исследовательского проекта, установить контакт с авторитетными учеными в искомой области, размещать промежуточные результаты исследований, получать рецензию статьи и т. п.¹⁹

В онлайн-пространстве динамично развиваются технологии открытых инноваций и краудсорсинга. Технология «открытых инноваций» связана с созданием площадки для открытого обсуждения, на которой «фирмы могут разрабатывать идеи для внешнего и внутреннего использования, а также могут получать идеи как от своих сотрудников, так и извне»²⁰. Согласно логике подобного сотрудничества, сложение идей от тысяч или миллионов людей породит возможность создания новых представлений и технологий.

Технология «краудсорсинга» предполагает использование внешних по отношению к компании интеллектуальных ресурсов за счет вовлечения добровольцев в решение инновационных задач. Искатели-заказчики делают запрос на поиск решения проблемы; есть посредник – краудсорсинговая плат-

¹⁹ The Hong Kong University of science and technology. IEDA. Industrial Training URL: <https://ieda.ust.hk/eng/individual.php?catid=3&sid=67&id=32> (accessed: 24.09.2020).

²⁰ The Hong Kong University of science and technology. IEDA. Case Competitions. URL: <https://ieda.ust.hk/eng/individual.php?catid=3&sid=67&id=33> (accessed: 24.09.2020).

форма с ее персоналом, который в ряде случаев сам выступает в качестве «решателя проблем», в других же – размещает объявление на своем пространстве для «толпы»; мотивация происходит через вознаграждение²¹. Краудсорсинг является по сути одной из форм открытой инновации, которая направлена на решение научных или научно-технических задач²².

В настоящее время достаточно активно развиваются краудсорсинговые платформы в технопарках мирового уровня. Формируются сообщества, работающие на краудсорсинговых платформах, которые облегчают взаимодействие между бизнес-сообществом и учеными-инженерами, которые могут предложить инновационные решения тех или иных научно-технологических проблем. Например, краудсорсинговая компания InnoCentive (штат Массачусетс, США) принимает заказы на решение конкретных проблем разного уровня сложности в области химии, биологии, инженерии, компьютерных наук от таких известных фирм, как Solvay, Johnson&Johnson, IBM, Precyse Technologies и др., краудсорсинговая компания PRI ACADEMIC NETWORK (Лондон, Великобритания) является площадкой для исследователей и инвесторов, Kaggle (Калифорния, США) позиционирует себя как площадка открытых инноваций, специализирующаяся на data science²³.

Таким образом, научная коммуникация при сетевом взаимодействии с профессиональным сообществом расширяет возможность научного обмена идеями, исследовательскими результатами, технологиями при взаимодействии с бизнес-сообществом.

С целью выявления общего и особенного в подготовке специалистов для науки и наукоемких технологий, в управлении их развитием в контексте инновационной деятельности и продвижения передовых технологий необходимо выполнить сравнительно-педа-

гогическое исследование методом сравнительно-сопоставительного анализа с ведущими университетами наукоградов. В рамках нашего исследования с целью сравнительно-сопоставительного анализа рассмотрены Гонконгский политехнический университет (Китай), Гонконгский университет науки и технологии (Китай) и ведущий университет наукоград Массачусетского технологического института (США)²⁴, в котором наиболее успешно реализуются образовательные программы в области наукоемких технологий.

Как показывает сравнительно-сопоставительный анализ, рассматриваемые системы имеют больше общих черт, чем особенных. Вначале остановимся на **общем** в подготовке специалистов для науки и наукоемких отраслей.

Во-первых, следует отметить, что подготовка по наукоемким отраслям строится на **схожей целевой основе**. В каждой стране ведется обучение специалистов, обладающих набором необходимых компетенций для удовлетворения потребностей соответствующих секторов экономики.

Во-вторых, и в американских, и в китайских университетах **наукоемкие отрасли представлены на всех уровнях подготовки**. При этом большинство студентов после присуждения степени бакалавра продолжают обучение в магистратуре, а позже и в аспирантуре с последующим получением докторской степени PhD.

В-третьих, в рамках конкретных наукоемких образовательных программ **все курсовые и выпускные работы должны содержать существенный исследовательский компонент**. В последний год практически студенты реализуют крупный научно-исследовательский проект, который позволяет интегрировать все полученные знания.

В-четвертых, и в США, и в Китае **студенты имеют возможность участия в широком ряде дополнительных научно-исследовательских программ**, которые организуются на всех уровнях: университетском, государственном и международном. Так, например, в Массачусетском технологическом институте широко распространена студенческая программа для проведения на-

²¹ The Hong Kong University of science and technology. IEDA. Final Year Projects. URL: <https://ieda.ust.hk/eng/individual.php?catid=3&sid=67&id=37> (accessed: 24.09.2020).

²² The Hong Kong University of science and technology. Undergraduate research opportunities program. What's UROP. URL: https://urop.ust.hk/whats_urop (accessed: 24.09.2020).

²³ The Hong Kong University of science and technology. Undergraduate research opportunities program. Courses. URL: <https://urop.ust.hk/courses> (accessed: 24.09.2020).

²⁴ MIT Graduate Admissions. Programs. URL: <http://gradadmissions.mit.edu/programs> (accessed: 24.09.2020).

учных исследований (Undergraduate Research Opportunities Program, UROP), которая также реализовывалась совместно с МТИ и в Гонконгском университете науки и технологии. В то же время другие программы имеют ряд особенностей.

Перейдем к рассмотрению особенностей. В американских и китайских образовательных программах по наукоемким направлениям **различные соотношения вариативных и инвариантных дисциплин** в образовательных программах.

Программы МТИ содержат в себе небольшое количество обязательных дисциплин. Все программы отличаются гибкостью в зависимости от интересов студентов, таким образом, формируется индивидуальный

учебный план уже на бакалавриате. Магистранты до 80 % своего учебного времени уделяют научно-исследовательской деятельности, а на изучение дисциплин отводится небольшое количество времени.

В отличие от американских программ, в университетах Китая инвариантные дисциплины занимают значительную часть учебного плана. Среди обязательных дисциплин, помимо специализированных, встречаются также базовые, фундаментальные дисциплины отраслей и общие для всех образовательных программ, формирующие, например, языковые компетенции или навыки коммуникации.

Подробнее данные сравнительно-сопоставительного анализа по выделенным критериям представлены в табл. 5.

Таблица 5

Сравнение систем подготовки специалистов для науки
и наукоемких отраслей в США и Китае

Критерий сравнения	США (на примере Массачусетского технологического института)	Китай (на примере Гонконгского политехнического университета и Гонконгского университета науки и технологии)
1	2	3
Цель подготовки	Подготовка компетентных специалистов в наукоемких отраслях для удовлетворения потребностей соответствующих секторов экономики	Подготовка компетентных специалистов в наукоемких отраслях для удовлетворения потребностей соответствующих секторов экономики
Ступени подготовки	Бакалавриат Магистратура Аспирантура	Бакалавриат Магистратура Аспирантура
Образовательные программы	Мозг и когнитивные науки Вычисления и познание Аэронавтика и космонавтика Ядерная наука и техника и др.	Прикладная биология и биотехнологии Прикладная физика Химическая технология Авиационная техника Биомедицинская инженерия Городская информатика и умные города Наука о данных и аналитика Цифровые финансы и др.
Особенности обучения	– индивидуальные учебные планы; – небольшое количество обязательных дисциплин; гибкость программ в зависимости от интересов студентов (даже в бакалавриате); – в магистратуре до 80 % обучения – научно-исследовательская деятельность; – преподаватели параллельно с педагогической деятельностью активно занимаются практической и исследовательской работой в области преподаваемой дисциплины	– обучение базируется на англо-саксонской модели образования и зачастую ориентировано на международные программы, нормы, требования; – фиксированное количество обязательных дисциплин значительного объема относительно общей программы (даже в магистратуре и аспирантуре); – небольшой объем вариативных дисциплин в рамках факультативов, которые изучаются после формирования базовых знаний и навыков путем изучения обязательных дисциплин; – программы постоянно актуализируются новыми дисциплинами; – в рамках обучения активно практикуется приглашение академических и отраслевых экспертов с целью контроля студентов в проводимых ими исследованиях

Окончание таблицы 5

1	2	3
НИР внутри образовательной программы	– студенты работают в выбранной принимающей лаборатории (одной или нескольких), в том числе как независимые исследователи, разрабатывают и проводят научные эксперименты, собирают и анализируют данные, а также представляют результаты работы как широкой, так и специализированной аудитории; – курсовые и выпускные работы на всех уровнях подготовки всегда содержат исследовательский компонент	– курсовые и выпускные работы на всех уровнях подготовки всегда содержат исследовательский компонент; – существует ряд отдельных образовательных программ, включающих международные исследования (International Research Enrichment, IRE), начиная уже с бакалавриата
Дополнительная НИР в университете, стране	– студенческая программа для проведения научных исследований (Undergraduate Research Opportunities Program, UROP); – 10-недельная летняя интенсивная научно-исследовательская программа по всем направлениям нейронауки для успешных студентов младших курсов только из других колледжей и университетов (не МТИ), дающая возможность другим студентам поработать в научных лабораториях МТИ; – летняя исследовательская программа для студентов в области науки и биотехнологии Amgen Scholars; – программа «Исследовательский опыт для студентов» (REU) Национального научного фонда (NSF); – международная стажировка Национального управления по аэронавтике и исследованию космического пространства (NASA); – стажировки в области науки, техники, инженерии и математики (STEM); – сетевые сообщества Academia.edu, ResearchGate, Mendeley, Social Science Research Network (SSRN), VIVO; – краудсорсинговая сетевая платформа InnoCentive	– программа международных исследований (International Research Enrichment, IRE) для студентов, начиная с бакалавриата; – программы обмена; – программа наставничества; – программа стажировки; – производственное обучение; – студенческие соревнования; – студенческая программа для проведения научных исследований (Undergraduate Research Opportunities Program, UROP) совместно с Массачусетским технологическим институтом; – сетевые сообщества Academia.edu, ResearchGate, Mendeley, Social Science Research Network (SSRN), VIVO

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, вышеизложенный опыт Китая показывает, что крупные университеты со значительным исследовательским потенциалом, объединяющие различные вузы, имеют большие возможности стать активным участником процесса формирования территориальных производственных кластеров мирового уровня, обеспечивая свой вклад в социально-экономическое благополучие региона и страны.

Исследования ведущих университетов Китая позволяют сделать вывод, что для их успешного развития необходимы следующие факторы:

- университет должен иметь собственную базу для исследований, высокий уровень технического развития;
- обучение ориентировано на международные программы, нормы, требования;
- исследования студентов сопровождаются контролем со стороны академических и отраслевых экспертов;
- стажировка и апробации в отраслях промышленности, возможность обучения в зарубежных учебных заведениях;
- участие в программах обмена, наставничества, студенческих соревнований;
- поддержка со стороны федеральных, региональных и местных властей, грантовая поддержка;
- объединение в кластеры крупных и малых технологических компаний.

Список литературы

1. Жданова П.В., Комов В.Э. Анализ и сравнительная оценка роли наукоградов в инновационном развитии регионов Российской Федерации // Вестник Тульского филиала Финуниверситета. 2019. № 1-2. С. 110-113.
2. Николаев О.В. Опыт США в развитии центров науки и инноваций // Вестник Российского государственного аграрного заочного университета. 2012. № 13 (18). С. 154-159.
3. Климова Н.В., Ларина Н.В. Зарубежный опыт стимулирования инновационной деятельности в промышленном секторе // Фундаментальные исследования. 2014. № 6-7. С. 1442-1446.
4. Гуменникова Т.Ю. Экономическая эффективность деятельности наукоградов России // Вестник научных конференций. 2018. № 5-3 (33). С. 64-69.
5. Рыбаков Ю.Л., Викулов О.В. Основные направления повышения эффективности научно-практической деятельности наукоградов // Инноватика и экспертиза: научные труды. 2017. № 3 (21). С. 87-98.
6. Ахмедуев А.Ш., Меджидов З.У. Наукограды России как база к формированию инновационных кластеров // Экономика. Бизнес. Инновации: сб. ст. 6 Междунар. науч.-практ. конф. Пенза, 2019. С. 177-179.
7. Link A.N., Scott J.T. Research, science, and technology parks: vehicles for technology transfer // The Chicago Handbook of University Technology Transfer and Academic Entrepreneurship / by eds. A.N. Link, D.S. Siegel, M. Wright. Chicago: University of Chicago Press, 2015.
8. Greene R. Assessing China's Techno-Parks for Their Silicon Valley Dynamic. 2013. URL: <https://ssrn.com/abstract=2243300> (accessed: 05.10.2020).
9. Tan J. Growth of industry clusters and innovation: Lessons from Beijing Zhongguancun Science Park // Journal of Business Venturing. 2006. Vol. 21. № 6. P. 827-850. DOI 10.1016/j.jbusvent.2005.06.006
10. Estrella F.J., Cevik Onar S. et al. Selecting firms in University technoparks: A hesitant linguistic fuzzy TOPSIS model for heterogeneous contexts // Journal of Intelligent. 2017. Vol. 33. № 2. P. 1155-1172. DOI 10.3233/JIFS-16727
11. Rhee J., Hassan E., Saitova R. Evolution of Technoparks: an Instance Towards Regional Boost for Developing Countries: Experience from Korean Technoparks. URL: studylib.net/download/18390633 (accessed: 24.09.2020).
12. Albahari A., Barge-Gil A., Pérez-Canto S., Modrego A. The influence of science and technology park characteristics on firms' innovation results // Papers in Regional Science. 2018. Vol. 97. № 2. P. 253-279.
13. Díez-Vial I., Montoro-Sánchez Á. How knowledge links with universities may foster innovation: The case of a science park // Technovation. 2016. Vol. 50-51. P. 41-52.
14. Николаенко Г.А., Хватова Т.Ю., Душина С.А. Ученые в профессиональных интернет-сетях. К вопросу о методологии исследования // Проблемы деятельности ученого и научных коллективов. 2016. № 2 (32). С. 84-93.
15. Пурдехнад Д. Открытые инновации и социальные сети // Проблемы управления в социальных системах. 2012. № 7. С. 22-27.
16. Rich L. Tapping the wisdom of the crowd // The New York Times. 2010. August 4. URL: <https://www.nytimes.com/2010/08/05/business/smallbusiness/05sbiz.html?pagewanted=1&r=2&ref=business> (accessed: 23.09.2020).
17. Chesbrough H. Open Innovation. The New Imperative for Creating and Profiting from Technology. Boston: Harvard Business School Press, 2003. 272 p.
18. Шибаршина С.В. Научные коммуникации и коллаборации в сети как возможные зоны обмена // Социология науки и технологий. 2019. Т. 10. № 2. С. 75-92. DOI 10.24411/2079-0910-2019-12004

References

1. Zhdanova P.V., Komov V.E. Analiz i sravnitel'naya otsenka roli naukogradov v innovatsionnom razvitii regionov Rossiyskoy Federatsii [Analysis and comparative assessment of the role of science cities in the innovative development of regions of the Russian Federation]. *Vestnik Tul'skogo filiala Finuniversiteta – Bulletin of the Tula Branch of the Financial University*, 2019, no. 1-2, pp. 110-113. (In Russian).
2. Nikolaev O.V. Opyt SSHA v razvitii tsentrov nauki i innovatsiy [USA experience in the development of science and innovation centers]. *Vestnik Rossiyskogo gosudarstvennogo agrarnogo zaochnogo universiteta – Herald of the Russian State Agrarian Correspondence University*, 2012, no. 13 (18), pp. 154-159. (In Russian).
3. Klimova N.V., Larina N.V. Zarubezhnyy opyt stimulirovaniya innovatsionnoy deyatelnosti v promyshlennom sektore [Foreign experience in stimulating innovative activity in the industrial sector]. *Fundamental'nyye issledovaniya – Fundamental Research*, 2014, no. 6-7, pp. 1442-1446. (In Russian).

4. Gumennikova T.Y. Ekonomicheskaya effektivnost' deyatel'nosti naukogradov Rossii [Economic efficiency of the activities of the science cities of Russia]. *Vestnik nauchnykh konferentsiy* [Bulletin of Scientific Conferences], 2018, no. 5-3 (33), pp. 64-69. (In Russian).
5. Rybakov Y.L., Vikulov O.V. Osnovnyye napravleniya povysheniya effektivnosti nauchno-prakticheskoy deyatel'nosti naukogradov [The main directions of increasing the efficiency of scientific and practical activities of science cities]. *Innovatika i ekspertiza* [Innovation and Expertise], 2017, no. 3 (21), pp. 87-98. (In Russian).
6. Akhmeduyev A.S., Medzhidov Z.U. Naukogrady Rossii kak baza k formirovaniyu innovatsionnykh klastorov [Science cities of Russia as a basis for the formation of innovative clusters]. *Sbornik statey 6 Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Ekonomika. Biznes. Innovatsii»* [Proceedings of the 6th International Scientific and Practical Conference "Economics, Business, Innovations"]. Penza, 2019, pp. 177-179. (In Russian).
7. Link A.N., Scott J.T. Research, science, and technology parks: vehicles for technology transfer. *The Chicago Handbook of University Technology Transfer and Academic Entrepreneurship*. Chicago, University of Chicago Press, 2015.
8. Greene R. *Assessing China's Techno-Parks for Their Silicon Valley Dynamic*. 2013. Available at: <https://ssrn.com/abstract=2243300> (accessed 05.10.2020).
9. Tan J. Growth of industry clusters and innovation: Lessons from Beijing Zhongguancun Science Park. *Journal of Business Venturing*, 2006, vol. 21, no. 6, pp. 827-850. DOI 10.1016/j.jbusvent.2005.06.006
10. Estrella F.J., Cevik Onar S. et al. Selecting firms in university technoparks: A hesitant linguistic fuzzy TOPSIS model for heterogeneous contexts. *Journal of Intelligent*, 2017, vol. 33, no. 2, pp. 1155-1172. DOI 10.3233/JIFS-16727
11. Rhee J., Hassan E., Saitova R. *Evolution of Technoparks: an Instance Towards Regional Boost for Developing Countries: Experience from Korean Technoparks*. Available at: studylib.net/download/18390633 (accessed: 24.09.2020).
12. Albahari A., Barge-Gil A., Pérez-Canto S., Modrego A. The influence of science and technology park characteristics on firms' innovation results. *Papers in Regional Science*, 2018, vol. 97, no. 2, pp. 253-279.
13. Díez-Vial I., Montoro-Sánchez Á. How knowledge links with universities may foster innovation: The case of a science park. *Technovation*, 2016, vol. 50-51, pp. 41-52.
14. Nikolaenko G.A., Khvatova T.Y., Dushina S.A. Uchenyye v professional'nykh internet-setyakh. K voprosu o metodologii issledovaniya [Scientists in professional online networks. On the issue of the research methodology]. *Problemy deyatel'nosti uchenogo i nauchnykh kollektivov* [Problems of Scientist and Scientific Groups Activity], 2016, no. 2 (32), pp. 84-93. (In Russian).
15. Pourdehnad J. Otkrytye innovatsii i sotsial'nyye seti [Open innovations and social networking]. *Problemy upravleniya v sotsial'nykh sistemakh – Problems of Governance*, 2012, no. 7, pp. 22-27. (In Russian).
16. Rich L. Tapping the wisdom of the crowd. *The New York Times*. 2010. August 4. Available at: <https://www.nytimes.com/2010/08/05/business/smallbusiness/05sbiz.html?pagewanted=1&r=2&ref=business> (accessed 23.09.2020).
17. Chesbrough H. *Open Innovation. The New Imperative for Creating and Profiting from Technology*. Boston, Harvard Business School Press, 2003, 272 p.
18. Shibarshina S.V. Nauchnyye kommunikatsii i kollaboratsii v seti kak vozmozhnyye zony obmena [Online scientific communications and collaborations as possible trading zones]. *Sotsiologiya nauki i tekhnologii – Sociology of Science and Technology*, 2019, vol. 10, no. 2, pp. 75-92. DOI 10.24411/2079-0910-2019-12004 (In Russian).

Информация об авторах

Чванова Марина Сергеевна, доктор педагогических наук, профессор, профессор кафедры информационных систем и технологий. Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского, г. Москва, Российская Федерация. E-mail: ms@tmbtsu.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2993-0194>

Киселева Ирина Александровна, кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры математического моделирования и информационных технологий. Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина, г. Тамбов, Российская Федерация. E-mail: irinakiselyo@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3557-216X>

Анурьева Мария Сергеевна, старший преподаватель кафедры математического моделирования и информационных технологий. Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина, г. Тамбов, Российская Федерация. E-mail: anuryeva@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6583-6421>

Конфликт интересов отсутствует.

Для контактов:

Киселева Ирина Александровна
E-mail: irinakiselyo@yandex.ru

Поступила в редакцию 18.11.2020 г.
Поступила после рецензирования 16.12.2020 г.
Принята к публикации 24.12.2020 г.

Information about the authors

Marina S. Chvanova, Doctor of Pedagogy, Professor, Professor of Information Systems and Technologies Department. K.G. Razumovsky Moscow State University of Technologies and Management, Moscow, Russian Federation. E-mail: ms@tmbtsu.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2993-0194>

Irina A. Kiselyova, Candidate of Pedagogy, Associate Professor, Associate Professor of Mathematical Modeling and Information Technology Department. Derzhavin Tambov State University, Tambov, Russian Federation. E-mail: irinakiselyo@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3557-216X>

Maria S. Anuryeva, Senior Lecturer of Mathematical Modeling and Information Technologies Department. Derzhavin Tambov State University, Tambov, Russian Federation. E-mail: anuryeva@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6583-6421>

There is no conflict of interests.

Corresponding author:

Irina A. Kiselyova
E-mail: irinakiselyo@yandex.ru

Received 18 November 2020
Reviewed 16 December 2020
Accepted for press 24 December 2020