

Architecture and Modern Information Technologies. 2021. №4(57). С. 377–393

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И АРХИТЕКТУРА

Научная статья

УДК/UDC 727:001.89:004.9

DOI: 10.24412/1998-4839-2021-4-377-393

Университетские технопарки: универсальная модель и инструменты цифрового проектирования

Михаил Владиславович Пономарев¹, Лариса Владимировна Савельева^{2✉}

^{1,2} Московский архитектурный институт (государственная академия), Москва, Россия

¹sender5972@mail.ru ²savelievalarisa@yandex.ru

Аннотация. В статье рассмотрена необходимость развития инновационной деятельности в Российской Федерации на базе создаваемых университетских технопарков. Изучены исторически сложившиеся архитектурно-планировочные типологические модели научных парков. Рассмотрены эволюционные модели строительства технопарков. Определены внутренние связи в функционировании рассматриваемых объектов. В статье сформулирована универсальная архитектурно-организационная модель, ориентированная на создание научного парка, связанного с вузом. Перечисляются цифровые инструменты эволюционных алгоритмов, применимые при поиске оптимального проектного решения университетских технопарков.

Ключевые слова: университетский технопарк, типология технопарков, модели технопарков, архитектурно-организационная структура университетского технопарка, цифровые эволюционные алгоритмы

Для цитирования: Пономарев М.В. Университетские технопарки: универсальная модель и инструменты цифрового проектирования / М.В. Пономарев, Л.В. Савельева //

Architecture and Modern Information Technologies. 2021. № 4(57). С. 377–393. URL:

https://marhi.ru/AMIT/2021/4kvart21/PDF/23_ponomarev.pdf DOI: 10.24412/1998-4839-2021-4-377-393

INFORMATION TECHNOLOGIES AND ARCHITECTURE

Original article

University technology park: universal model and digital design tools

Mikhail V. Ponomarev¹, Larisa V. Savelieva²

^{1,2} Moscow Architectural Institute (State Academy), Moscow, Russia

¹sender5972@mail.ru ²savelievalarisa@yandex.ru

Abstract. The article discusses the need for the development of innovative activities in the Russian Federation on the basis of the created university technology parks. Historically developed architectural and planning typological models of science parks have been studied. Evolutionary models of construction of technology parks are considered. Internal connections in the functioning of university technology parks have been determined. A universal architectural and organizational model is proposed, suitable for any science park associated with a university. The digital tools of evolutionary algorithms are listed, which are applicable in the search for the optimal design solution for university technology parks.

Keywords: university technology park, typology of technology parks, models of technology parks, architectural and organizational structure of the university technology park, digital evolutionary algorithms

¹ © Пономарев М.В., Савельева Л.В., 2021

For citation: Ponomarev M., Savelieva L. University technology park: universal model and digital design tools. *Architecture and Modern Information Technologies*, 2021, no. 4(57), pp. 377–393. Available at: https://marhi.ru/AMIT/2021/4kvart21/PDF/23_ponomarev.pdf
DOI: 10.24412/1998-4839-2021-4-377-393

Огромное влияние на рост экономики страны оказывает грамотная государственная поддержка отраслей, способствующих инновационному развитию Российской Федерации. В странах с высоким уровнем экономического развития 75-80%² ВВП приходится именно на наукоемкое производство, в России же эта доля равна 20-25%³. Для увеличения данного показателя необходимо создавать и поддерживать организации, занимающиеся научно-исследовательской деятельностью и производящие инновации⁴ в разных формах и сферах [21], а также готовить кадры для реализации этого запроса.

Активизация инновационной деятельности наукоемких организаций является одной из важнейших целей современной государственной политики повышения эффективности экономического развития в различных отраслях промышленности страны, экономики регионов, а также на отдельных предприятиях. Мировой и отечественный опыт демонстрирует, что инновационная деятельность наиболее плодотворно реализуется на базе малого предпринимательства.

В качестве наиболее эффективной модели организации научно-инновационной деятельности в экономических условиях Российской Федерации рассматривается технопарк. В последнее десятилетие сложилась мировая тенденция, заключающаяся в массовом строительстве новых и расширении существующих технопарков, по причине их прямой связи с развитием научно-инновационных технологий и предпринимательства.

К задачам технопарков относится «выращивание» инновационных проектов и идей, с их поддержанием и продвижением на всех этапах жизненного цикла: от момента зарождения идеи до организации мелкосерийного производства на промышленном предприятии [13, 22].

Не существует единого международного определения «технопарка», в разных странах этот термин имеет различные наименования: «технологический парк», «технополис», «исследовательский парк», «научный парк».

Зарубежная и отечественная практика проектирования и строительства научно-инновационных комплексов показывает, что на сегодняшний день уже сформировалась определенная структура их пространственной организации [10] (рис. 1):

- бизнес-инкубатор (здание);
- технопарк внутри, на границе и за пределами города (комплекс зданий);
- исследовательский район (район города);
- технополис (город или несколько районов);
- коридор науки (территория между городами);
- регион науки (несколько городов или регион);
- сеть технопарков (связанные между собой технопарки страны).

Не смотря на разнообразие технопарковых структур, отличающихся своим внутренним устройством, они обладают схожими чертами, к которым можно отнести:

² Global R&D Report 2021. – URL: <https://www.rdworldonline.com/>

³ Данные Росстат за 2020 год. – URL: <https://rosstat.gov.ru/>

⁴ Инновация – процесс или результат процесса, в котором изобретение или идея приобретает экономическое содержание, повышая эффективность действующей системы [18].

1. Осуществление исследовательских, научных и конструкторских работ;
2. Организация среды, позволяющей молодым фирмам пройти все этапы от идеи до мелкосерийного производства;
3. Образование новых рабочих мест для высококвалифицированных кадров, эффективное использование трудового и инновационного потенциала;
4. Налаживание связей между вузами, исследовательскими институтами и промышленными предприятиями;
5. Формирование условий для появления новых источников дохода вуза или исследовательского института;
6. Создание и развитие инфраструктуры, а также объединение с другими организациями;
7. Развитие научных и технических возможностей исследовательских институтов, вузов и промышленных предприятий.

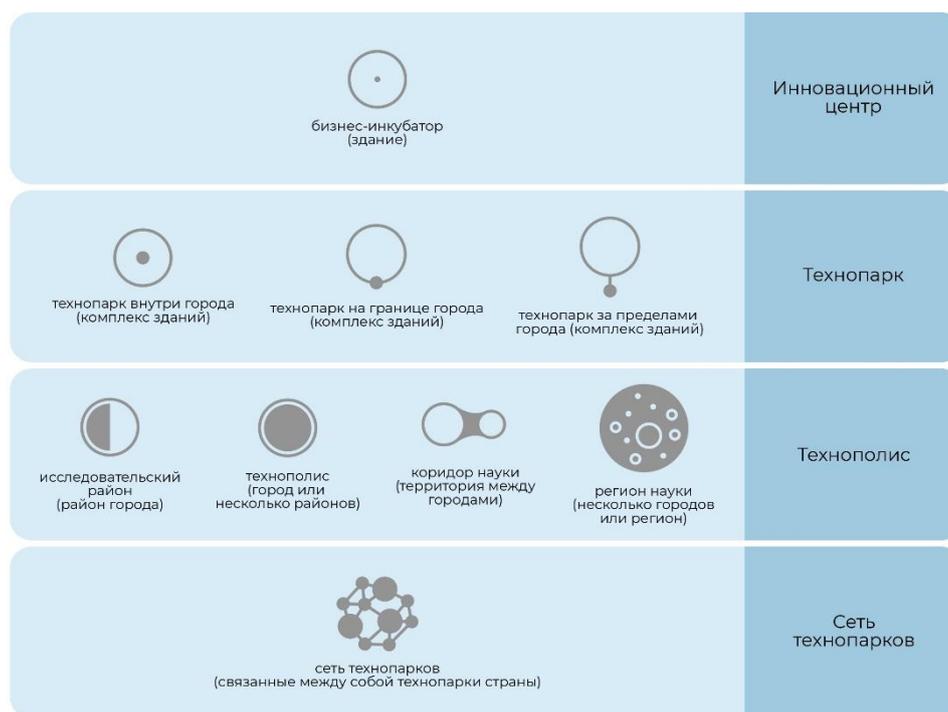


Рис. 1. Система территориально-градостроительной организации научно-инновационных комплексов

Мировой опыт проектирования и строительства технопарков можно разделить на три модели – американскую, европейскую и азиатскую.

Американская модель технопарка (рис. 2) является самой старой из трех и состоит из молодых компаний, арендующих землю, промышленные помещения, лаборатории, специализированное оборудование и прочее за сравнительно небольшую цену для научно-исследовательской деятельности и организации мелкосерийного производства. Управляющая компания технопарка стараясь совершенствовать сложившиеся условия для фирм-арендаторов, способствует организации простого (аренда помещений и оборудования, коммунальное обслуживание, охрана) и сложного сервисов (информативное, маркетинговое, аудиторское, банковское и технологическое обслуживание). Главным недостатком этой модели можно считать политику руководства предприятия, при которой не учитывается размер, отрасль, в рамках которой действовала фирма, а также путь развития фирмы.

Стэнфордский научный парк, созданный в 1951 году и расположенный на территории одноименного университета, является первым технопарком мира такой модели. Причиной

его образования и дальнейшего роста можно назвать увеличение спроса на инновационную деятельность и желание перестройки экономики.

На основании вышесказанного, можно утверждать, что американская модель является первоначальной структурой, отражающей идеи функционирования научно-инновационного процесса. Степень развития во многом зависит от качества сервиса, площади территории, технических возможностей и плотности застройки [7]. В американской модели нет возможности динамического роста из-за отсутствия элемента структуры, позволяющего возвращать новые молодые предприятия.

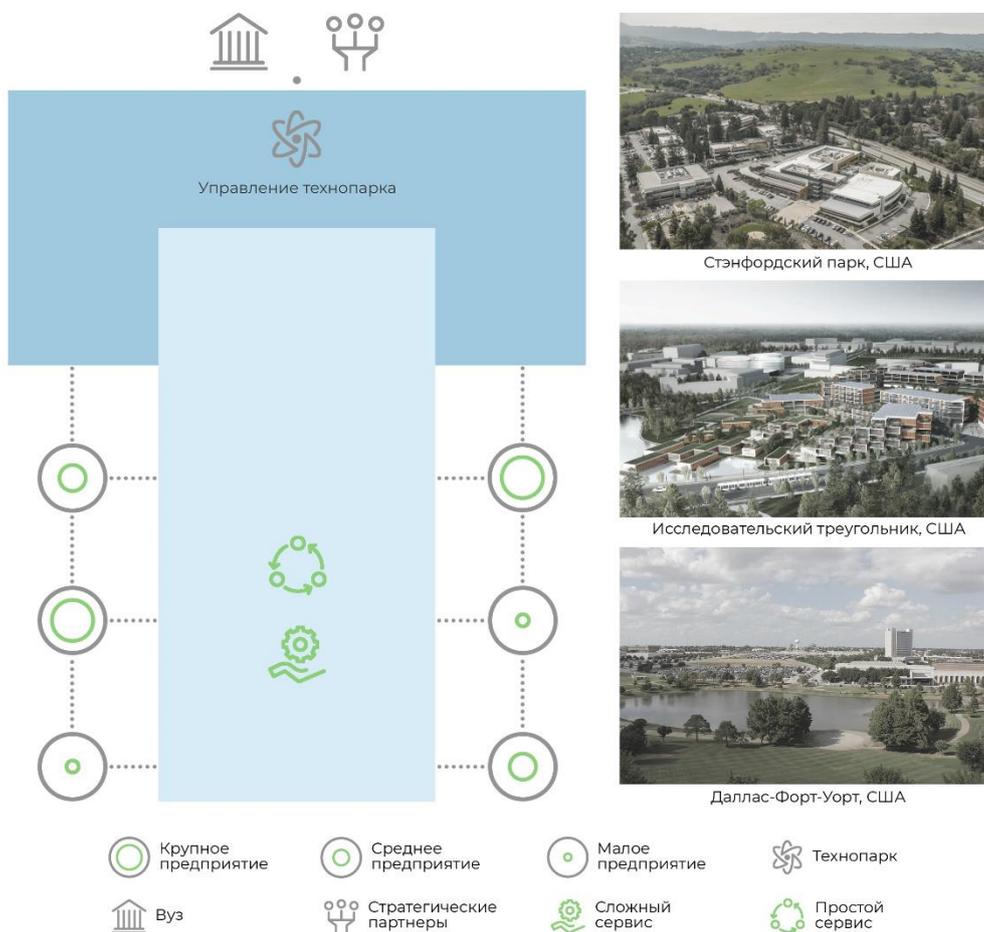


Рис. 2. Американская модель технопарка

Европейская модель (рис. 3) получила свое распространение в Западной Европе с 1980 годов. Она отличается наличием бизнес-инкубаторов, создающих особые условия, позволяющие стартапам пройти весь путь: от идеи до мелкосерийного производства, а также разделением простого и сложного сервиса, который складывается из потребностей предприятий технопарка. Европейская модель предполагает обязательное участие трех основных учредителей: вуза или научно-исследовательского центра, городской или региональной администрации и управляющей компании. Все участники процесса обеспечивают выполнение главной задачи, заключающейся в соединении предприятия, реализующего изобретения, технологии и идеи, с предпринимателями, обладающими капиталом.

В Европе 40 крупных технопарков объединены в общую сеть с центром в Брюсселе, помогающую осуществлять торговлю продукцией и технологиями между странами [9].

Европейская модель технопарка является более развитой структурой, чем американская. Благодаря включению в себя инновационных малых бизнес-инкубаторов, перерастающих

в дальнейшем в средние и крупные предприятия, европейская модель позволяет инновационному процессу обладать более гибкими связями. На сегодняшний день бизнес-инкубаторы являются неотъемлемой частью технопарковых структур, признанной во всем мире.



Рис. 3. Европейская модель технопарка

Азиатская модель (рис. 4) обобщает опыт строительства технопарков на всем восточном полушарии. Флагманом строительства технопарковых структур Азии по праву можно считать Японию. Главное отличие японской модели состоит в организации населенных пунктов – «технополисов» – с градообразующим научным сектором. Проект по созданию технополисов вступил в законную силу в 1983 году, неся в себе идею модернизации отстающих отраслей промышленности посредством вливания преобразующих инновационных технологий [7]. Финансирование при строительстве привлекается за счет средств больших корпораций, а также региональной системы налогообложения.

Ярким примером японской модели является город Цукуба, расположенный в 35 милях к северо-востоку от Токио. Этот технополис отличается от своих аналогов тем, что он нацелен не на коммерчески успешную реализацию прикладных научных исследований, а на фундаментальные исследования.

Пример японских технополисов оказал большое влияние на инновационные процессы в странах Азии: они начали строиться по всему восточному полушарию, особенно в Китае, Индии, Малайзии и Сингапуре. Азиатский опыт показал каким образом государство, беря на себя финансовую инициативу, способно реализовать масштабный и амбициозный инновационный проект.

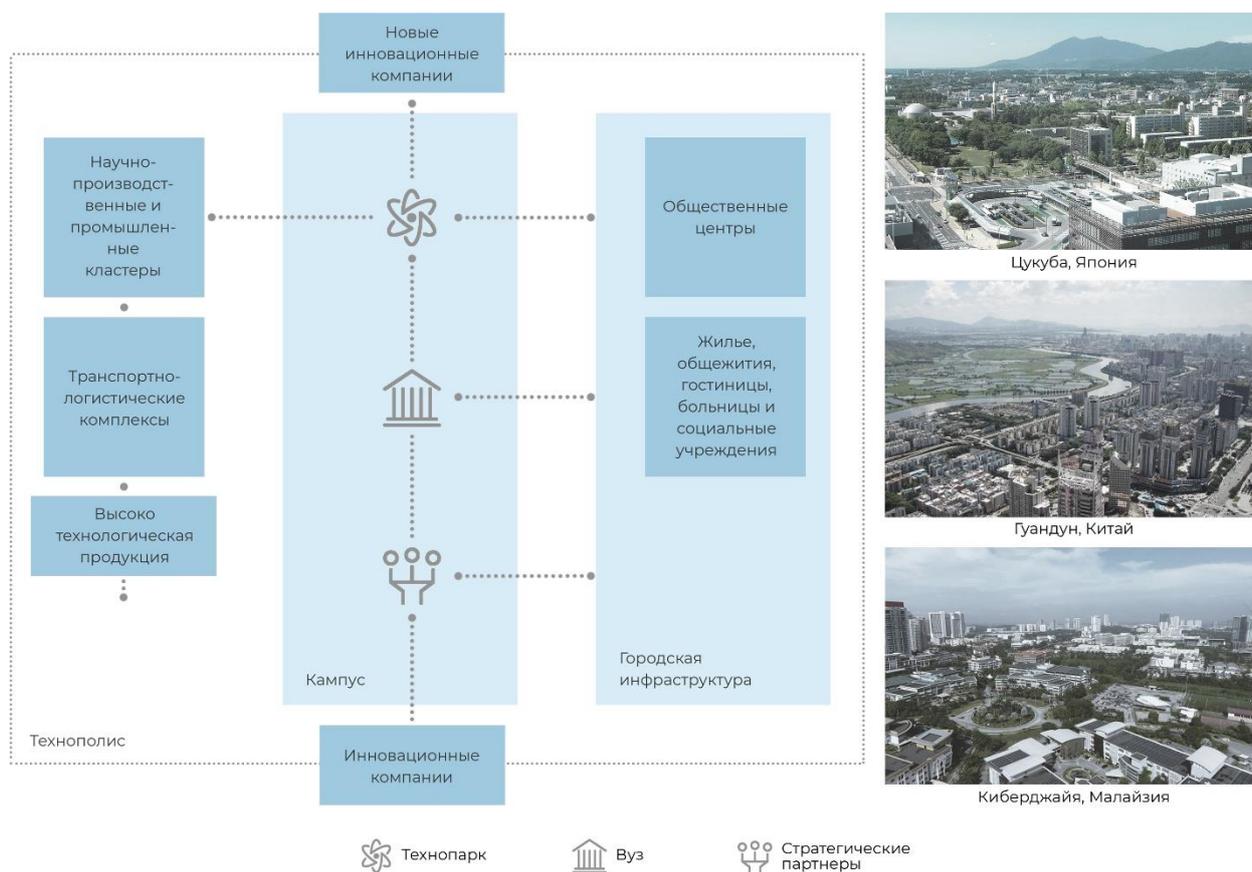


Рис. 4. Азиатская модель технопарка

Все модели технопарков доказали свою эффективность при обеспечении благоприятных условий для их функционирования. По мнению авторов, наиболее подходящей моделью для её реализации в нашей стране, является европейская модель, которая наиболее полно затрагивает весь инновационный процесс.

Данные, приведенные международной организацией научных парков IASP, фиксируют, что 76% мировых технопарков тесно взаимодействуют с университетами и этот факт определяет их успешность [8]. Тогда как Ассоциация кластеров и технопарков России относит лишь 13% всех технопарков к университетской модели [19]. Такие показатели демонстрируют отставание в процентном соотношении количества университетских технопарков России относительно мировых.

На сегодняшний день российское законодательство⁵ позволяет вузам самостоятельно организовывать малые предприятия для ведения инновационной деятельности в рамках научного парка⁶. Правительство РФ осуществляет реализацию программ по формированию Национальных исследовательских университетов⁷ (на декабрь 2020 года

⁵ Проект «Вузы как центры пространства создания инноваций»: утвержден президиумом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и приоритетным проектам от 25 октября 2016 г. №9.

⁶ Федеральный закон об инновационных научно-технологических центрах и о внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ: принят Государственной Думой 21 июля 2017 года, одобрен Советом Федерации 25 июля 2017 года.

⁷ НИУ – университет, находящийся в ведении РФ и одинаково эффективно реализующий образовательные программы высшего профессионального и послевузовского профессионального образования и выполняющий фундаментальные и прикладные научные исследования по широкому спектру наук (Постановление Правительства РФ от 28.07.2008 N 568 (ред. от 03.03.2012) «О федеральной целевой программе "Научные и научно-педагогические кадры инновационной России" на 2009 – 2013 годы»).

статус НИУ присвоен 29 российским вузам), в которых должны функционировать технопарки⁸, а также по поддержке коммерциализации научных исследований студентов и преподавателей на базе российских вузов⁹.

Осуществление передачи наукоемких технологий из университетов в промышленное производство при помощи технопарков является продолжительным процессом, который состоит из следующих этапов: получение нового знания; применение его в научно-исследовательской деятельности; извлечение практической пользы; экспериментирование с последующим формированием технологического процесса; применение его на практике; организация мелкосерийного производства [11].

Этот процесс возможен благодаря трехстороннему партнерству (вуз – технопарк – производство/стратегические партнеры), которое заключается в подготовке кадров, в проведении научных исследований и в изготовлении инновационной продукции [3]. Каждая сторона выполняет свои функции, отраженные в укрупнённой организационно-функциональной модели, рассмотренной далее [16] (рис. 5).

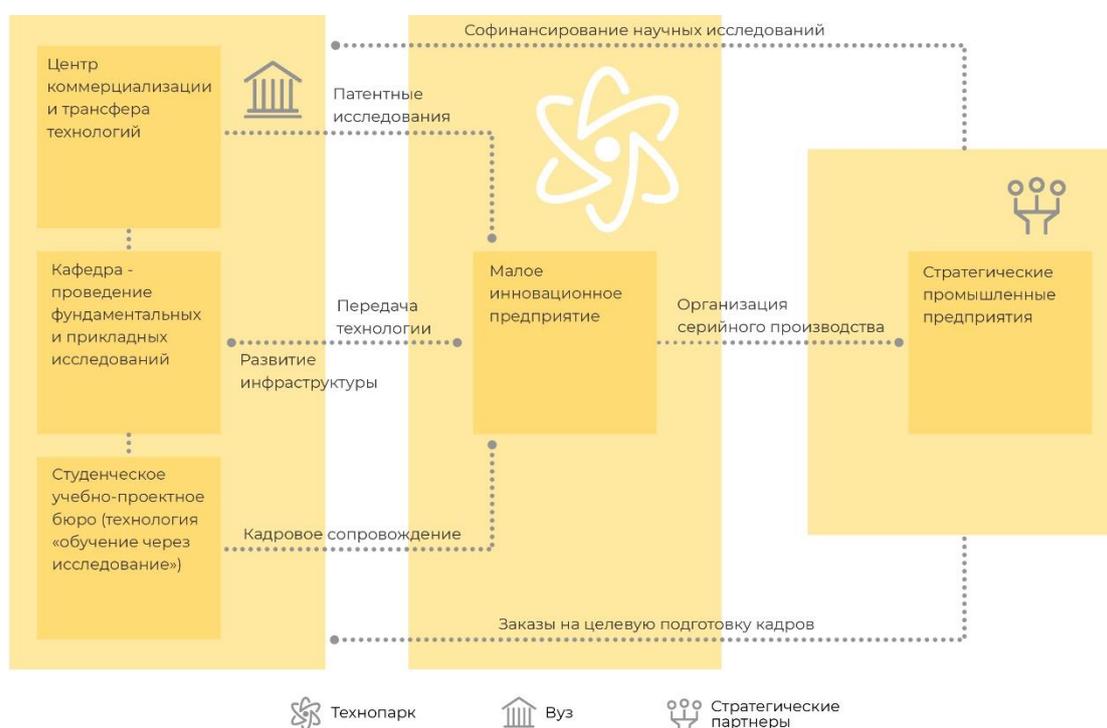


Рис. 5. Модель взаимодействия технопарка, вуза и стратегических партнеров

Вуз. В его структуре присутствуют три подразделения: 1) центр коммерциализации и трансфера технологий, который обеспечивает передачу инноваций малым предприятиям¹⁰ из сферы их разработки в сферу их практического использования [6]; 2) кафедра «фундаментальных и прикладных исследований» осуществляет передачу технологий для

⁸ Стратегия инновационного развития РФ на период до 2020 года: распоряжение от 8 декабря 2011 года №2227-р.

⁹ С 2021 года не менее 100 вузов в субъектах РФ имеют возможность получить грант от 100 млн. руб. на открытие университетских технопарков или бизнес-инкубаторов, на обновление лабораторий и программ обучения (Постановление Правительства РФ от 13 мая 2021 г. № 729 «О мерах по реализации программы стратегического академического лидерства «Приоритет-2030»).

¹⁰ Малое инновационное предприятие – субъект малого предпринимательства, осуществляющий инновационную деятельность в научно-технической сфере, в том числе разработку и внедрение технических или технологических инноваций (Постановление Правительства Москвы от 29 декабря 2009 г. № 1471-ПП «О мерах по поддержке субъектов малого и среднего предпринимательства в инновационной сфере в городе Москве на 2010–2012 гг.»).

малых предприятий; 3) студенческое учебно-проектное бюро (технология «обучение через исследование») обеспечивает кадровое сопровождение малых инновационных предприятий.

Технопарк. Малое инновационное предприятие, находящееся в структуре бизнес-инкубатора технопарка, обеспечивает вузу развитие инфраструктуры для проведения фундаментальных и прикладных исследований, а также организует мелкосерийное производство при поддержке крупных предприятий.

Стратегические партнеры. Крупные предприятия, софинансирующие научные исследования университета, который в свою очередь способен удовлетворить потребность в подготовке высококвалифицированных кадров внутри вуза с использованием стратегии «образование – разработка» [20].

В этой модели все стадии и формы сотрудничества закреплены индивидуальными договорами, в рамках которых вуз получает заказы на научные исследования, а технопарк – результаты интеллектуальной деятельности и высококвалифицированные кадры для внедрения и сопровождения проектов [12]. Параллельное финансирование, которым отличается организационно-функциональная модель, упрощает инновационный процесс путем материальной поддержки обеих сторон – передающей технологию (вуз) и внедряющей ее (технопарк).

В странах с высоким уровнем экономического развития университеты являются двигателями проектов научного парка, тогда как в России модель технопарка с привязкой к вузу непопулярна. По этой причине в отечественном законодательстве отсутствует понятие «университетский технопарк». Большинство российских научных парков, привязанных к вузу, не имеют цели построить коммерчески выгодную структуру (что можно определить, как главную цель технопарка), а являются структурными подразделениями университетов, в которых студенты и преподаватели занимаются практической работой.

При проектировании научных парков как в России, так и за рубежом необходимо учитывать, что не существует двух похожих друг на друга моделей, так как каждый парк должен иметь свою продуманную концепцию [1]. Это можно заметить на примере структур площадей некоторых университетских технопарков России, в которых не прослеживается четкой функционально-организационной системы. По этой причине на начальном этапе проектирования очень сложно определить подходящий состав физической инфраструктуры, который зависит от месторасположения, основных целей, финансовых ресурсов и спроса на здания и сооружения [1].

Проект технопарка следует воспринимать как «живой» организм, который постоянно подвержен изменению своей структуры при правильном его функционировании. В рамках магистерской диссертации¹¹ делается попытка создать универсальную архитектурно-организационную модель, подходящую под любой университетский технопарк. Для этого следует обратиться к британскому опыту, а именно к книге «Технопарки: организация и управление», написанной коллективом английских исследователей [1], в которой предложен «идеальный» состав технопарка (рис. 6). По мнению авторов, он состоит из: бизнес-инкубатора с малыми инновационными предприятиями в количестве 75 штук по 5–7 человек; 20 средних высокотехнологичных фирм, которые преодолели стадию инкубации, по 20–25 человек; 2–3 «якорных» предприятий¹²; производственных помещений; лабораторий; складов [14]. Эта «идеальная» модель научного парка, описанная авторами книги, соответствует европейской модели, которая представляет

¹¹ Магистерская диссертация «Методы проектирования университетских технопарков в структуре города». Автор Пономарев М.В., научный рук. Савельева Л.В.

¹² «Якорное» предприятие – обычно мощная фирма, располагающаяся на территории научного парка, которая не имеет льгот и может находиться на занимаемых ею площадях длительное время (21–50 и более лет), а также позволяет парку или инкубатору, особенно на первом этапе деятельности, решать финансовые проблемы [1].

собой комбинацию бизнес-инкубатора и технопарка, связанных единой инфраструктурной цепью [4] и обеспечивает условия непрерывности инновационной деятельности [5]. Она рассчитана на преобразование фундаментальной науки в технологии, производство и реализацию конечных продуктов на свободном рынке [15].

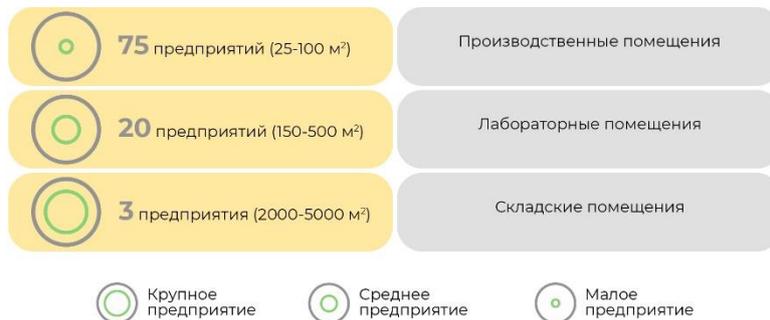


Рис. 6. «Идеальная модель» технопарка по Д. Аллену, Д. Берру, Т. Броджерсту

Земельные участки, на которых должны располагаться российские технопарки, могут относиться к категории земель промышленности и (или) земель поселений, на которых допускается размещение промышленных объектов¹³. При проектировании научных парков в необходимо учитывать сложившиеся принципы функционального зонирования промышленных районов (рис. 7), относительно обособленных от города, в которых располагаются предприятия III–V классов по санитарной классификации¹⁴, а также компании непромышленного профиля, образующие с селитебной зоной однородную организационную структуру [2]. Территорию промышленного района можно разделить на 5 функциональных зон: 1) санитарно-защитная (занимает 5% от общей территории промышленного района); 2) зона общественных центров (20%); 3) зона основных предприятий (60%); 4) зона общеузловых объектов (5%); 5) зона складов и транспорта (10%) [2]. Схема зонирования промышленного района, расположенного внутри селитебной территории, обычно концентрическая с расположением 1–5 зон от внешних границ к центру [2]. Такое расположение также должно отвечать основным принципам проектирования генеральных планов промышленных районов: разделение территории по функциям, изоляция грузовых и людских путей, модульность планировки и застройки, возможность расширения предприятия по мере его развития, а также обеспечение очередности строительства и определенной архитектурной законченности на каждом его этапе [2].



Рис. 7. Схема функционального зонирования территории промышленного района

¹³ ГОСТ Р 56425 – 2015 Технопарки. Требования / официальное издание. Москва: Стандартинформ, 2015.

¹⁴ СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 "Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов" (с изменениями на 25 апреля 2014 года).

Если объединить две модели: британский «идеальный научный парк» и отечественные принципы функционального зонирования промышленного района, а также учесть мировые тенденции и проблемы технопаркового строительства в России, можно выявить архитектурно-организационную структуру, подходящую под любой университетский технопарк (рис. 8).

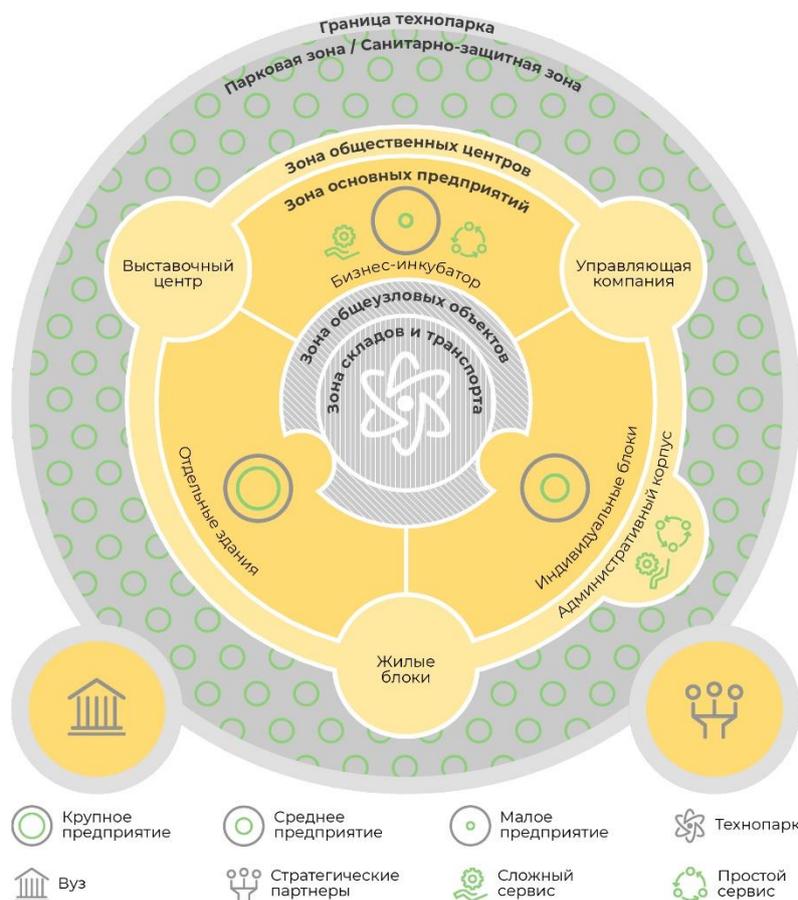


Рис. 8. Универсальная архитектурно-организационная структура университетского технопарка

Представленная модель состоит из 5 зон:

1. парковая зона / санитарно-защитная, которая занимает 50% территории технопарка;
2. зона общественных центров составляет 10% технопарка и содержит в своем составе арендное жилье, административные корпуса (включают в себя управляющую компанию, простой и сложный сервис) и выставочные центры;
3. зона основных производств занимает 30% территории и включает в себя бизнес-инкубатор, в котором расположено 75 малых фирм; индивидуальные блоки с 20 средними компаниями; отдельные здания с 3 крупными «якорными» предприятиями;
4. зона общеузловых объектов, составляющая 4% технопарка и содержащая в себе энергетические и подсобно-вспомогательные объекты, а также зону стройиндустрии;
5. зона складов и транспорта, занимающая 6% территории.

В рамках магистерской диссертации при проектировании университетского технопарка, связанного с НИЯУ МИФИ¹⁵, было принято решение использовать эволюционные алгоритмы, позволяющие при помощи заданных правил выбрать оптимальную модель из множества решений. Такой способ моделирования дает возможность автоматизированного поиска оптимального расположения выявленных ранее функциональных зон и их связей, а также наиболее выгодное размещение зданий на территории научного парка. В качестве наиболее доступной платформы для цифрового проектирования была выбрана связка программ Rhino и Grasshopper. Эволюционный алгоритм здесь представляет собой ряд, связанных между собой инструментов, которые осуществляют поиск наилучшего решения при помощи заданных параметров и ограничений, функционируя аналогично механизмам естественного отбора в природе [17], для ряда последовательных задач, описанных ниже.

Функциональное зонирование, которое способно обеспечить эффективное использование территории технопарка. Благодаря цифровому моделированию появляется возможность сгенерировать множество подходящих под заданные условия вариантов и определить наилучший из них.

В программе Grasshopper функциональное зонирование территории можно разработать при помощи плагинов TermiteNest и Galapagos, чья связка является наиболее доступной и простой. Алгоритм считывает информацию из Excel-таблицы, которая содержит в себе данные о взаимосвязи функциональных зон, а также их площади. Для корректного результата необходимо выставить ограничения для территории застройки (зоны: с особыми условиями использования территории муниципального образования, действия опасных природных или техногенных процессов, действия публичных сервитутов, особо охраняемых природных территорий)¹⁶, сформировав замкнутую кривую. При оценке территории технопарка по размещению общественных и технических пространств, требуется выставить точки аттрактора, благодаря которым происходит правильная ориентация функциональных зон. Поскольку замкнутая кривая может быть сложной формы, для более корректной работы инструмента необходимо найти максимальное суммарное значение площадей, вычисленных программой, используя инструмент эволюционного моделирования Galapagos. На рисунке 9 представлен пример функционального зонирования проекта университетского технопарка НИЯУ МИФИ, выполненного с помощью эволюционного алгоритма, описанного выше.

При *ориентации зданий*, для обеспечения комфортных условий нахождения людей внутри здания и на его территории эволюционные алгоритмы, просчитывая все возможные решения, способны определить максимально выгодное их расположение в соответствующих функциональных зонах, с учетом наибольшей инсоляции и наименьшей ветровой нагрузки.

В рамках магистерской диссертации, для обеспечения комфортных климатических условий при размещении и ориентации зданий, была использована связка плагинов Ladybug, Butterfly и Opossum, являющихся частью программы Grasshopper. Используя выполненное ранее функциональное зонирование территории, здания с базовой геометрией¹⁷ свободно перемещались и вращались на плоскости внутри определенной зоны. Были заданы условия для обеспечения максимальной инсоляции, используя Ladybug, и минимальной ветровой нагрузки на здание, применяя Butterfly, которые были предложены

¹⁵ Актуальность выбранного научно-исследовательского университета подтверждается постановлением Правительства РФ №1779 «О создании инновационного научно-технологического центра "Парк атомных и медицинских технологий"» от 20 октября 2021 года.

URL: <http://government.ru/news/43596/>

¹⁶ Об утверждении Методических рекомендаций по разработке проектов генеральных планов поселений и городских округов министерство регионального развития российской федерации приказ от 26 мая 2011 года N 244.

¹⁷ Геометрия зданий и состав помещений малых, средних и крупных предприятий рассмотрены в рамках магистерской диссертации.

для компонента эволюционного моделирования – плагина Opossum, определившего расположение застройки на территории университетского технопарка. На рисунке 10 представлен пример ориентирования зданий в проекте университетского технопарка НИЯУ МИФИ, выполненного с помощью эволюционного алгоритма, описанного выше.

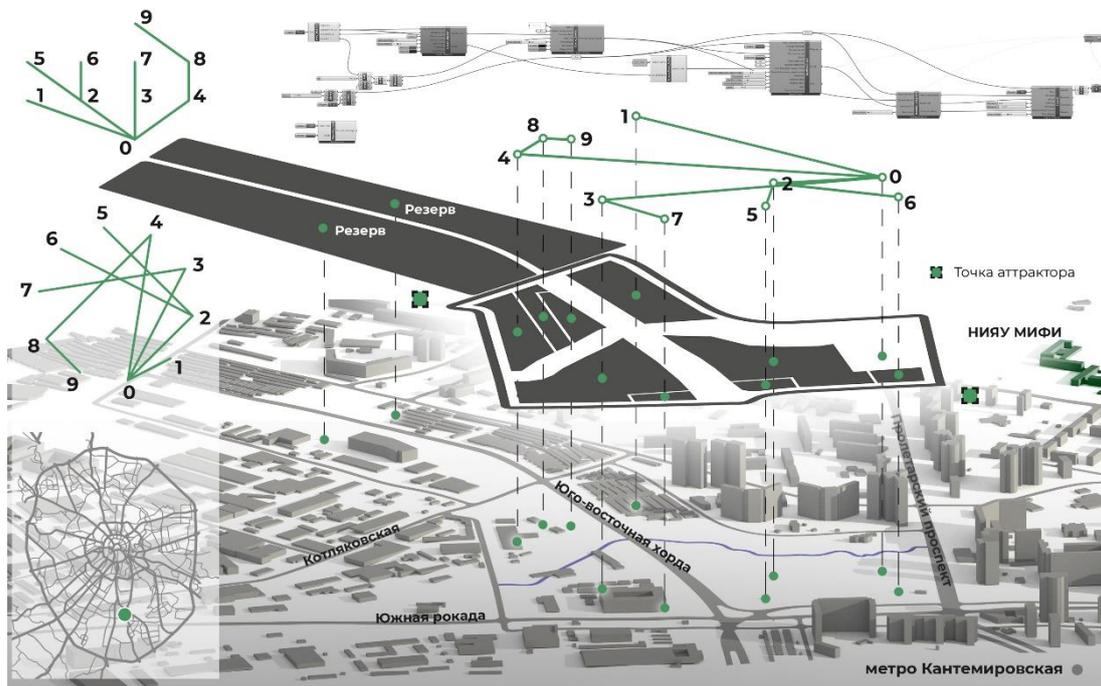


Рис. 9. Функциональное зонирование университетского технопарка, связанного с НИЯУ МИФИ. Условное обозначение зон: 0 – парковая / санитарно-защитная; 1 – жилой квартал; 2 – малые предприятия; 3 – средние предприятия; 4 – крупные предприятия; 5 – управляющая компания; 6 – выставочный центр; 7 – административный корпус; 8 – общеузловые объекты; 9 – склады и транспорт

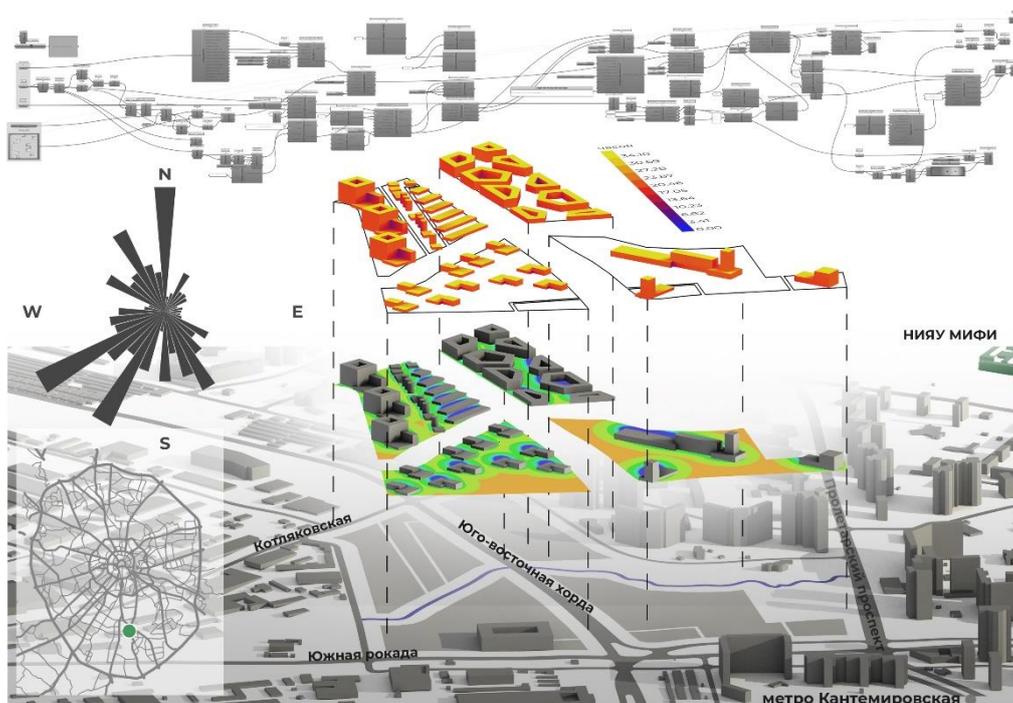


Рис. 10. Ориентация зданий университетского технопарка, связанного с НИЯУ МИФИ

Геометрия зданий, при условии плотного расположения и повышенной этажности строений, сложно адаптируема. Эти свойства городской среды требуют обеспечения не только комфортных климатических условий, но и видимости здания, как внутреннего, так и внешнего. В процессе проектирования для решения этой задачи уточняются индивидуальные параметры геометрической формы отдельного здания с учетом климатических условий, таких как инсоляция, ветровая нагрузка, солнечная радиация и т.д., используя плагины, описанные выше (Ladybug и Butterfly). Помимо этого, с помощью анализа на основе сформированного программного комплекса можно обеспечить видимость внутри зданий или городских сетей, используя инструмент Isovist, анализирующий объем зримого пространства. Оптимизация алгоритма осуществляется за счет описанных ранее плагинов, использующих эволюционные процессы – Opossum или Galapagos, а также инструментов, эксплуатирующих аналогичные механизмы – Discover и Biomorpher. В рамках магистерской диссертации эта задача рассмотрена теоретически, поскольку при проектировании университетского технопарка, связанного с НИЯУ МИФИ, застройка обладает минимальной плотностью и высотностью.

В дальнейшем разработанную универсальную архитектурно-организационную структуру и этапы цифрового проектирования университетского технопарка можно применять при проектировании технопарков по всей территории Российской Федерации, что позволит повысить уровень развития инновационной деятельности до мирового.

Подводя итог, необходимо сделать несколько основных выводов:

1. Изучены исторически сложившиеся архитектурно-планировочные типологические модели технопарков. Выявлены градостроительные формы технопарковых структур: бизнес-инкубатор, технопарк внутри, на границе и за пределами города; исследовательский район; технополис; коридор науки; регион науки; сеть технопарков.
2. Выделены три эволюционные схемы строительства технопарков: американская, представляющая собой набор фирм, разных по размеру и сфере деятельности, а также сервисных центров; европейская, отличающаяся наличием инкубаторов, а также разделением на простой и сложный сервисы; азиатская, предполагающая строительство научного города – технополиса.
3. Определены внутренние процессы функционирования технопарка, а также взаимодействие управляющей компании с другими участниками инновационного процесса, с НИУ и стратегическими партнерами, внутри данной организации. Разработана схема формирования деятельности технопарка.
4. Изучен российский опыт зонирования промышленных районов и опыт проектирования британских технопарков. Определен оптимальный состав функциональных зон научного парка, связанного с университетом: парковая (50%), общественных центров (10%), основных предприятий (30%), общеузловых объектов (5%), складов и транспорта (5%).
5. Определены этапы цифрового проектирования университетского технопарка: функциональное зонирование, учитывающее связь зон между собой, их площадь и приоритетное расположение внутри территории; ориентация зданий, учитывающая климатические условия – инсоляцию и ветровую нагрузку; геометрия зданий, уточняющая индивидуальные климатические особенности и видимость внутри помещений или месторасположение городских коммунальных сетей. Для автоматизации поиска оптимального проектного решения и выполнения поставленных задач были использованы цифровые инструменты эволюционного алгоритма моделирования, а именно плагины программы Grasshopper: Opossum, Galapagos, Discover и Biomorpher.

Источники иллюстраций

Рис. 1 – Авторское изображение, основанное на схеме [10, С. 23].

Рис. 2, 3, 4 – Авторские изображения.

Рис. 5 – Авторское изображение, основанное на схеме [16, С. 12].

Рис. 6 – Авторское изображение.

Рис. 7 – Авторское изображение, основанное на схеме [2, С. 38].

Рис. 8, 9, 10 – Авторские изображения.

Список источников

1. Аллен Д. Технопарки: организация и управление / Д. Аллен, Д. Берр, Т. Бродхерст, С. Брэйлсфорд; Пер. с англ. А.А. Сенина под науч. ред. В.Е. Шукшунова; Ассоц. науч. парков Великобритании, Ассоц. «Технопарк», Россия. Москва: МЭИ, 1997. 163 с.
2. Архитектурное проектирование промышленных предприятий: Учебник для вузов / С.В. Демидов, А.С. Фисенко, В.А. Мыслин и др.; под ред. С.В. Демидова и А.А. Хрусталева. Москва: Стройиздат, 1984. 392 с.
3. Атоян В. Университеты в современном обществе / В. Атоян, Н. Казакова // Практика модернизации. 2005. №4. С. 3–9.
4. Бессонов И.С. Развитие университетских технопарков как элементов комплексной поддержки инновационного малого бизнеса // Вестник СГЭУ. 2013. №10 (108). С. 81–88.
5. Богомолова И. В. Контроль и внутренний аудит инновационной деятельности в университетских технопарках: специальность 08.00.12: дис. кандидат экономических наук. Екатеринбург, 2010. 241 с.
6. Зангеева С.Б. Технопарки и технополисы как основа национальной инновационной системы / С.Б. Зангеева, С.А. Филин // Инновации. 2004. № 6. С. 29–35.
7. Иванова О.Е. Критический анализ зарубежного опыта создания технопарковых структур // Вестник НГИЭИ. 2018. №2 (81). С. 97–110.
8. Кортон В.С. Зарубежные университетские технопарки: аналитический обзор / В.С. Кортон, Е.О. Лехова, А.М. Соломатин // Университетское управление: практика и анализ. 2007. №3. С. 63–71.
9. Лазарев В.С., Демещик Т.А. История и зарубежный опыт создания и деятельности технопарков и бизнес инкубаторов (инновационных центров) / В.С. Лазарев, Т.А. Демещик // Развитие инновационной инфраструктуры республики. Республиканский семинар: Сборник докладов Респ. науч.-практ. семинара «Опыт создания и перспективы развития инновационной инфраструктуры республики». Минск: Государственный комитет по науке и технике, 2004. С. 1–15.
10. Лилуева О.В. Архитектурное формирование технопарков на базе наукоградов: специальность 05.23.21: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата архитектуры. Нижний Новгород: МУП ИРГ «НижегородгражданНИИпроект», 2011.
11. Неборский Е.В. Модели интеграции образования, науки и бизнеса в университетах США, Европы и Японии // Проблемы современного образования. 2011. №1. С. 48–59.

12. Нурутдинова А.Р. Предпосылки формирования и развития инновационной структуры на базе университета // Социально-гуманитарный вестник юга России. 2012. № 6 (26). С. 46–52.
13. Пушина К.А. Управление участием студенческой молодежи в становлении технопарков в инновационной инфраструктуре региона / К.А. Пушина, В.Х. Трибушная // Общество, государство, личность: проблемы взаимодействия в условиях рыноч. экон.: Материалы X межвуз. Науч.-практич. конф. (23.04.2009). Казань: НОУ ВПО «Академия управления «ТИСБИ», 2009. С. 188–190.
14. Ревзин Г.И. Блокада иннограда // Коммерсантъ Власть. 2011. №21. С. 50–54. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/1638044> (дата обращения: 14.06.2021).
15. Ревзин Г.И. Фактория «Сколково» // Журнал о «Сколково» и городской среде. 2011. №0. С. 10–11.
16. Русяева Т.Л. Оптимизация взаимодействия технопарка и вуза на основе рейтинговых критериев при создании инноваций: специальность 08.00.05: дис. кандидат экономических наук. Санкт-Петербург, 2007. 192 с.
17. Салех М.С. Внедрение цифровых методов на различных этапах архитектурного проектирования // Architecture and Modern Information Technologies. 2021. №1(54). С. 268–278. URL: https://marhi.ru/AMIT/2021/1kvart21/PDF/18_saleh.pdf DOI: 10.24412/1998-4839-2021-1-268-278 (дата обращения: 02.03.2021).
18. Твисс Б. Управление научно-техническими нововведениями: пер. с англ. К. Пузыня. Москва: Экономика, 1999. 276 с.
19. Технопарки России: ежегодный обзор / М.М. Бухарова, Л.В. Данилов, Е.А. Кашинова, Е.И. Кравченко, М.А. Лабудин, М.А. Махаева, А.Г. Шипугин, А.В. Шпиленко // Ассоциация развития кластеров и технопарков России. Том 6. Москва: АКИТ РФ, 2020. 110 с.
20. Харитонов П. Т. Молодежный технопарк – центр по подготовке инновационных специалистов для работы в сфере техники и технологий // Интеграция образования. 2010. №1. С. 12–15.
21. Bell D. The coming of Post-Industrial society. London: Heinemann Educational, 1974. 507 p.
22. May Ch. The Information Society: A Sceptual view. USA: Polity Press, 2002. 190 p.

References

1. Allen D., Burr D., Broadhurst T., Brailsford S. *Tehnoparki: organizacija i upravljenje* [Technoparks: organization and management. Trans. from English Senin A. A. under scientific. ed. Shukshunova V. E.; Assoc. scientific parks of Great Britain, Assoc. Technopark, Russia]. Moscow, MPEI, 1997, 163 p.
2. Demidov S.V., Fisenko A.S., Myslin V.A., etc. *Arhitekturnoe proektirovanie promyshlennyh predpriyatij: Uchebnik dlja vuzov* [Architectural design of industrial enterprises: Textbook for universities. Ed. Demidov S.V. and Khrustalev A.A.]. Moscow, 1984, 392 p.
3. Atoyan V., Kazakova N. *Universitety v sovremenom obshhestve* [Universities in modern society]. Practice of modernization, 2005, no. 4, pp. 3–9.

4. Bessonov I.S. *Razvitie universitetskikh tehnoparkov kak jelementov kompleksnoj podderzhki innovacionnogo malogo biznesa* [Development of university technoparks as elements of comprehensive support for innovative small business]. Bulletin of SSEU, 2013, no. 10(108), pp. 81–88.
5. Bogomolova I.V. *Kontrol i vnutrennij audit innovacionnoj dejatel'nosti v universitetskikh tehnoparkah* [Control and internal audit of innovation activity in university technology parks. (Cand. Dis.)]. Yekaterinburg, 2010, 241 p.
6. Zangeeva S.B., Filin S.A. *Tehnoparki i tehnopolisy kak osnova nacional'noj innovacionnoj sistemy* [Technology parks and technology polises as the basis of the national innovation system]. Innovations, 2004, no. 6, pp. 29–35.
7. Ivanova O.E. *Kriticheskij analiz zarubezhnogo opyta sozdaniya tehnoparkovykh struktur* [Critical analysis of foreign experience in the creation of technology parks structures]. Bulletin of NGIEI, 2018, no. 2(81), pp. 97–110.
8. Kortov V.S., Lekhova E.O., Solomatin A. M. *Zarubezhnye universitetskie tehnoparki: analiticheskij obzor* [Foreign university technology parks: an analytical review]. University management: practice and analysis, 2007, no. 3, pp. 63–71.
9. Lazarev V.S., Demeshchik T.A. *Istorija i zarubezhnyj opyt sozdaniya i dejatel'nosti tehnoparkov i biznes inkubatorov (innovacionnykh centrov)* [History and foreign experience of creation and operation of technology parks and business incubators (innovation centers). Development of the republic's innovation infrastructure. Republican seminar: Collection of reports of the Rep. scientific-practical seminar "Experience of creation and development prospects of innovative infrastructure of the republic"]. Minsk, 2004, pp. 1–15.
10. Lilueva O.V. *Arhitekturnoe formirovanie tehnoparkov na baze nauogradov* [Architectural formation of technology parks on the basis of science cities (Cand. Dis. Thesis)]. Nizhny Novgorod, 2011.
11. Neborskiy E.V. *Modeli integracii obrazovanija, nauki i biznesa v universitetah SShA, Evropy i Japonii* [Models of integration of education, science and business in the universities of the USA, Europe and Japan]. Problems of modern education, 2011, no. 1, pp. 48–59.
12. Nurutdinova A.R. Prerequisites for the formation and development of an innovative structure on the basis of the university. Social and Humanitarian Bulletin of the South of Russia, 2012, no. 6 (26), 46-52 pp.
13. Pushina K.A., Tribushnaya V.Kh. *Upravlenie uchastiem studencheskoj molodezhi v stanovlenii tehnoparkov v innovacionnoj infrastrukture regiona* [Management of student youth participation in the formation of technology parks in the innovative infrastructure of the region. Society, state, personality: problems of interaction in market conditions. econom.: Materials of the X interuniversity. Scientific and practical conf. (23.04.2009)]. Kazan, 2009, pp. 188–190.
14. Revzin G.I. *Blokada innograda* [Blockade of the innovation city]. Kommersant Power, 2011, no. 21, pp. 50–54. Available at: <https://www.kommersant.ru/doc/1638044>
15. Revzin G.I. *Faktorija «Skolkovo»* [Factory "Skolkovo"]. Journal of "Skolkovo" and the urban environment, 2011, no. 0, pp. 10–11.
16. Rusyaeva T.L. *Optimizacija vzaimodejstvija tehnoparka i vuza na osnove rejtingovykh kriteriev pri sozdanii innovacij* [Optimization of interaction between a technology park and a university based on rating criteria when creating innovations (Cand. Dis.)]. St. Petersburg, 2007, 192 p.

17. Salekh M.S. Implementation of digital methods at various stages of architectural design. *Architecture and Modern Information Technologies*, 2021, no. 1(54), pp. 268–278. Available at: https://marhi.ru/AMIT/2021/1kvart21/PDF/18_saleh.pdf DOI: 10.24412 / 1998-4839-2021-1-268-278.
18. Twiss B. [Management of scientific and technical innovations: trans. from English Puzynya K.]. Moscow, 1999, 276 p.
19. Bukharova M.M., Danilov L.V., Kashinova E.A., Kravchenko E.I., Labudin M.A., Makhaeva M.A., Shipugin A.G., Shpilenko A.V. *Tehnoparki Rossii: ezhegodnyj obzor* [Technology parks of Russia: an annual review]. Association for the Development of Clusters and Technology Park of Russia, vol. 6, Moscow, 2020, 110 p.
20. Kharitonov P.T. *Molodezhnyj tehnopark – centr po podgotovke innovacionnyh specialistov dlja raboty v sfere tehniki i tehnologij* [Youth technology park – a center for the training of innovative specialists for work in the field of technology and technology]. Integration of education, 2010, no. 1, pp. 12–15.
21. Bell D. *The coming of Post-Industrial society*. London, Heinemann Educational, 1974, 507 p.
22. May Ch. *The Information Society: A Sceptual view*. USA, Polity Press, 2002, 190 p.

ДАНИЕ ОБ АВТОРАХ

Пономарев Михаил Владиславович

Магистрант кафедры «Информационные технологии в архитектуре», Московский архитектурный институт (государственная академия), Москва, Россия
sender5972@mail.ru

Савельева Лариса Владимировна

Кандидат архитектуры, доцент кафедры «Информационные технологии в архитектуре», Московский архитектурный институт (государственная академия), Москва, Россия;
 Член Союза московских архитекторов
savelievalarisa@yandex.ru

DATA ABOUT THE AUTHORS

Ponomarev Mikhail V.

Master Student at the Department of «Information Technology in Architecture», Moscow Architectural Institute (State Academy), Moscow, Russia
sender5972@mail.ru

Savelieva Larisa V.

PhD in Architecture, Associate Professor at the Department of «Information Technology in Architecture», Moscow Architectural Institute (State Academy), Moscow, Russia;
 Member of the Union of Moscow Architects
savelievalarisa@yandex.ru