

# Университет 3.0: портфельный подход к управлению технологическими исследованиями и разработками

**Дмитрий Каталевский**

Доцент, Институт бизнеса и делового администрирования<sup>а</sup>;  
директор, департамент индустриальных программ<sup>б</sup>, d.katalevsky@skoltech.ru

**Наталья Космодемьянская**

Руководитель Департамента сопровождения проектов<sup>б</sup>, n.kosmodemianskaya@skoltech.ru

**Арутюн Арутюнян**

Ведущий аналитик<sup>б</sup>, a.arutyunyan@skoltech.ru

**Клеман Фортин**

Профессор, проректор по учебной работе<sup>б</sup>, c.fortin@skoltech.ru

<sup>а</sup> Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ (РАНХиГС),  
119571, Москва, пр-т Вернадского, 82

<sup>б</sup> Сколковский институт науки и технологий, 121205, Москва, Большой бульвар, 30, к. 1

## Аннотация

Растущая роль высшего образования в современном обществе, расширение границ науки и трансформация региональных экономик требуют изменения моделей финансирования университетов за счет интеграции некоторых механизмов корпоративного управления. На этом фоне особое значение приобретает способность университетов привлекать финансирование, в том числе из частных источников путем совмещения фундаментальных и прикладных исследований. В статье проанализированы пятилетний опыт Сколковского института науки и технологий (Сколтех) и его научно-исследовательский портфель с применением теории и практики реализации «матрицы

портфеля направлений исследований» (*research domain portfolio matrix*, RDPM). RDPM предполагает рассмотрение университета как совокупности технологических исследований и разработок (ИиР) по нескольким направлениям различной зрелости. Критическим для университетов становится нахождение оптимального баланса между фундаментальными и прикладными исследованиями при принятии решений о запуске новых или корректировке существующих проектов и программ. Предлагаемый подход позволит эффективно использовать ограниченные ресурсы, определять приоритеты, отслеживать риски и контролировать результаты в кратко- и долгосрочной перспективе.

**Ключевые слова:** фундаментальные и прикладные исследования; портфель технологических ИиР; управление технологиями; промышленное финансирование; матрица портфеля направлений исследований

**Цитирование:** Katalevsky D., Kosmodemianskaya N., Arutyunyan A., Fortin C. (2022) University 3.0: A Portfolio Approach to the Technology R&D Management. *Foresight and STI Governance*, 16(2), 15–30. DOI: 10.17323/2500-2597.2022.2.15.30

# University 3.0: A Portfolio Approach to the Technology R&D Management

**Dmitry Katalevsky**

Associate Professor, Institute of Business Studies <sup>a</sup>; Associate Professor, Director for Industrial Programs <sup>b</sup>, d.katalevsky@skoltech.ru

**Natalia Kosmodemianskaya**

Head of R&D Office <sup>b</sup>, n.kosmodemianskaya@skoltech.ru

**Arutyun Arutynyan**

Leading Analyst <sup>b</sup>, a.arutyunyan@skoltech.ru

**Clement Fortin**

Professor, Associate Provost – International Affairs, Dean of Education <sup>b</sup>, c.fortin@skoltech.ru

<sup>a</sup> Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration (RANEPA), 82 Vernadsky ave., Moscow 119571, Russian Federation

<sup>b</sup> Skolkovo Institute of Science and Technology, 30 bld. 1, Bolshoi boulevard, Moscow 121205, Russian Federation

## Abstract

**M**odern universities play increasingly important role in contemporary society, advancing frontiers of science and transforming regional economies. As funding models of modern universities change, they adopt some features of a business organization. While their ability to attract funding becomes vitally important for universities, especially from private sources (industry), a balance between fundamental and applied research becomes vital. The current research investigates five years of activities of the Skolkovo Institute of Science and Technology (Skoltech) and particularly its research

portfolio. It is based on the theory and practice of the Research Domain Portfolio Matrix (RDPM) approach, which considers a university a portfolio of R&D technologies in diverse scientific areas and at various stages of technological maturity. It is of utmost importance for universities to find a balance between basic and applied research while making decisions on launching new projects/programs or modifying the existing projects/programs. The proposed RDPM approach helps to leverage limited resources, establish priorities, monitor risks, and influence outcomes in the short and long term.

**Keywords:** basic and applied research; R&D technology portfolio; technology management; industrial funding; research domain portfolio matrix

**Citation:** Katalevsky D., Kosmodemianskaya N., Arutynyan A., Fortin C. (2022) University 3.0: A Portfolio Approach to the Technology R&D Management. *Foresight and STI Governance*, 16(2), 15–30. DOI: 10.17323/2500-2597.2022.2.15.30

## Меняющаяся роль университетов в обществе

Большинство университетов реализуют фундаментальные и прикладные исследования. Фундаментальные исследования определяются как экспериментальная или теоретическая деятельность, основная цель которой состоит в получении новых знаний о причинах различных явлений и заслуживающих внимания задач без определенных планов по практическому применению этих знаний (OECD, 2002; Bentley et al., 2015). Напротив, прикладные исследования направлены преимущественно на достижение конкретных практических целей или решение частных проблем.

Роль университетов как основных центров реализации исследований обсуждается на протяжении многих десятилетий. В конце 1990-х — начале 2000-х гг. возникла концепция «университетских исследований», ориентированных преимущественно на решение промышленных задач и практическое внедрение полученных результатов, а фундаментальные университетские исследования, не имеющие конкретного прикладного измерения (Парадигма производства знаний 1), перестали рассматриваться в качестве важнейшего источника знаний (Gibbons et al., 1994). Расширение практики прямого сотрудничества университетов с промышленностью (Парадигма производства знаний 2) (Gibbons et al., 1994) предполагает переход к общественному договору нового типа и более активное участие вузов в решении практических задач (Slaughter, Leslie, 1997). В рамках подхода «Парадигма 2» университеты лишаются монополии на производство знаний, уступая место другим игрокам, таким как научно-исследовательские институты, клиники, аналитические центры и т. д. (Tijssen, Winnink, 2016). Модель «тройной спирали» взаимодействия промышленности, государства и университетов как элементов национальной инновационной системы (Etzkowitz, Leydesdorff, 2000) отводит последним более важную роль в инновационном развитии и обеспечении экономического роста. Подобный взгляд отличается от прежних подходов (Lundvall, 1988; Nelson, 1993), согласно которым инновации создают в первую очередь промышленные предприятия. В динамическом взаимодействии трех звеньев спирали место университетов как основных генераторов знаний остается уникальным. Из трех возможных конфигураций тройной спирали (Тройная спираль I, подразумевающая доминирование государства; Тройная спираль II, основывающаяся на «невмешательстве» государства) наиболее эффективной для экономики знаний представляется третья — Тройная спираль III. Общая цель состоит в том, чтобы сформировать инновационную среду, включающую университетские спиноффы, трехсторонние инициативы экономического развития на базе знаний, стратегические альянсы (крупных и малых фирм, действующих в разных областях и на разных технологических уровнях), государственные лаборатории и академические научно-исследовательские группы. Правительства нередко поощряют такие механизмы (хотя и не контролируют их) с помощью новых правил игры, а также прямой и косвенной финансовой поддержки (Etzkowitz, Leydesdorff, 2000).

Выступая в качестве «машин инноваций» (Xu et al., 2018; Rücker Schaeffer et al., 2018), университеты по всему миру претерпевают трансформацию — переход от «чистого» обучения к сочетанию образовательной и научной деятельности с выраженным практико-ориентированным компонентом последней.

Выделяют три типа исследований (Crawley et al., 2020). Исследования 1-го типа — «движимые любопытством», которое побуждает ученых искать ответы на интересующие их вопросы на границе известного, имеющие либо не имеющие прямого отношения к существующим социальным или отраслевым проблемам. Исследования 2-го типа — «вдохновленные практическими перспективами», т. е. вызовами, стоящими перед промышленностью или обществом. Наконец, исследования 3-го типа направлены на поиск прикладных решений более масштабных проблем, стоящих перед промышленностью, предприятиями, правительством и обществом. Исследования, движимые любопытством и практическими перспективами, носят более фундаментальный характер, а прикладные обычно выполняются в интересах партнеров университетов — промышленности, государства.

Актуальные научно-технологические вызовы побуждают академические учреждения переключаться на практико-ориентированные исследования (их также называют «практическими исследованиями, финансируемыми промышленностью») (Tijssen, Winnink, 2016), соответствующие Тройной спирали III (Etzkowitz, Leydesdorff, 2000). В этих условиях перед академической наукой встает задача поиска оптимального баланса между фундаментальными и прикладными исследованиями.

В работе (Bentley et al., 2015) представлены результаты комплексного анализа деятельности ученых из 15 стран. На выборке из более чем 10 000 респондентов авторы проанализировали различия в ориентации на фундаментальные либо прикладные исследования и выявили значительные расхождения в этом плане между разными странами. Так, австралийские, американские и гонконгские ученые чаще специализировались на прикладных исследованиях, тогда как скандинавские (финские, норвежские) и нидерландские — на фундаментальных. Эти различия могут объясняться спецификой систем управления наукой: «...более сильная академическая бюрократия защищает фундаментальные исследования эффективнее, чем рыночные механизмы... хотя и не во всех странах» (Bentley et al., 2015, p. 704). Другим объяснением могут служить институциональные нормы, стимулирующие коммерциализацию исследований, традиционно более слабые, например, в латиноамериканских университетах. Вместе с тем любые такие интерпретации остаются неполными и «требуют осторожного отношения в силу неполноты данных».

Особняком стоят Китай и Малайзия, научно-исследовательские традиции в которых активно трансформируются. До 1980-х гг., пока государство не начало поощрять фундаментальные исследования, китайские университеты были преимущественно ориентированы на обучение студентов. Китайские ученые традицион-

но демонстрируют высокий энтузиазм в отношении прикладных исследований в силу особенностей профессиональной этики, обязывающей их вносить свой вклад в решение общественных проблем (Mohrman, Baker, 2008). В целом, хотя участие в фундаментальных и прикладных исследованиях характеризуется ярко выраженной страновой спецификой (Bentley et al., 2015), большинство ученых занимаются обоими видами исследований. Вместе с тем специализирующиеся на фундаментальных разработках исследователи, как правило, привлекают меньше внешнего финансирования. Очевидно, баланс фундаментальных и прикладных исследований обусловлен также дисциплинарной спецификой.

Миссия университетов все чаще выходит за рамки простого обучения студентов и выполнения научных исследований, приобретая значимость для экономического развития общества в целом (Grover, 2019; Crawley et al., 2020) и способствуя активизации их предпринимательской деятельности (Schubert, Kroll, 2016). Государства начинают рассматривать университеты в более широком контексте — как ключевых игроков в современной экономике, которые способствуют социальному прогрессу и общему благу, стимулируют социальную мобильность, готовят талантливых выпускников, совершают научные открытия и предлагают новые решения. Стоит задача углубить связь университетов с обществом, с тем чтобы они уделяли социальным потребностям больше внимания, принимали более активное участие и вносили больший вклад в поиск соответствующих решений. Ожидается, что активное взаимодействие университетов с пользователями знаний приведет к совершенствованию продуктов, услуг и систем, а также появлению стабильных и высокооплачиваемых рабочих мест (Crawley et al., 2020).

Ведущие университеты оказывают колоссальное влияние на экономику. В работе (Goldstein, Renault, 2004) представлена методология оценки их вклада в региональное развитие — от реализации научных исследований и разработок (ИиР) и трансфера знаний до создания рабочих мест (стартапы и спиноффы). Однако количественная оценка этого вклада остается сложной задачей, отчасти разрешимой с помощью расчета основных затрат (прямые расходы самого университета и его сотрудников) и эффектов коммерциализации (созданные стартапы, стоимость технологий, переданных промышленности через прямые контракты и/или лицензирование). Так, анализ воздействия предпринимательской и инновационной активности Массачусетского технологического института (MIT) на экономику США показал, что за период 1950–2014 гг. выпускники института основали более 30 тыс. компаний, в которых занято около 4.6 млн чел., а ежегодная прибыль составляет примерно 1.9 трлн долл., что эквивалентно ВВП 10-й по величине экономике мира в 2015 г. (Roberts et al., 2019).

Таким образом, ведущие университеты в значительной степени формируют экономику своего города или региона благодаря спиноффам, привлечению студентов и высокообразованных специалистов, а также в каче-

стве прямых работодателей (EIU, 2020). Их долгосрочный вклад в экономическое развитие принципиально зависит от интенсивности обмена знаниями с партнерами, в том числе из промышленного и государственного секторов (Crawley et al., 2020).

### **Финансирование университетов: смена парадигмы**

Изменение роли и миссии университетов, переход от обучения и выполнения научных исследований к более активному участию в развитии общества влекут за собой неизбежную смену модели финансирования. Хотя бюджетные средства остаются базовым ресурсом для университетских исследований, в ряде недавних публикаций отмечается, что государственное финансирование университетов сокращается, а промышленное, наряду с другими формами государственно-частного партнерства, — растет. По данным Совета по международным отношениям США (US Council on Foreign Relations), несмотря на значимость ИиР для сферы инноваций, соответствующие федеральные расходы в процентах к ВВП снизились с 1.2% в 1985 г. до 0.66% — в 2016 г. (Manyika et al., 2019). В 2015 г. расходы частного сектора на ИиР впервые в истории США превысили государственные (Mervis, 2017). В России в 2015–2019 гг. государственные расходы на ИиР росли скромными темпами, достигнув 1.134 трлн руб. в абсолютном выражении, а в процентном к ВВП — не превышали 1.11% за последние десять лет, а в 2018 и 2019 гг. даже немного снизились — до 0.98 и 1.03% соответственно. В отличие от США и стран Западной Европы с преобладанием частного капитала, в России доля государства оценивается в 60–70%. Постоянное ужесточение условий финансирования заставляет университеты искать различные форматы международного сотрудничества, чтобы повысить рентабельность и привлечь дополнительные внебюджетные средства.

В зависимости от источника средств выделяют внутреннюю (базовое бюджетное финансирование) и внешнюю (государственное или частное финансирование в дополнение к регулярным ассигнованиям — проектное или грантовое) модели финансирования (Irvine et al., 1990). Базовое финансирование обеспечивает стабильность университетской системы, ее базовой инфраструктуры и зарплат научно-педагогических работников, тогда как зависимость от внешнего финансирования делает ее более волатильной. Вместе с тем университеты, получающие финансирование извне, оказываются гибче при реализации новых инициатив в сравнении с университетами базового бюджетного финансирования (Geuna, Martin, 2003).

Преимущества смешанной модели финансирования университетов пока не получили подтверждения. Так, сравнение семи европейских стран (Дании, Финляндии, Германии, Нидерландов, Норвегии, Швеции и Великобритании) и Австралии при оценке влияния моделей финансирования и финансовых стимулов на эффективность университетских систем не обнаружило прямой связи между такими стимулами и ростом

публикационной активности (Auranen, Nieminen, 2010). Напротив, в исследовании (Gulbrandsen, Smeby 2005) отмечается зависимость результативности научных исследований от промышленного финансирования. На основании опроса штатных преподавателей в Норвегии авторы установили, что те из респондентов, кто получает средства от компаний промышленного сектора, активнее вовлечены в прикладные проекты, сотрудничают с другими научными организациями и международными партнерами («режим тесного научного сотрудничества»), публикуются и демонстрируют большую предприимчивость в части оказания консультационных услуг, запуска спиноффов, регистрации патентов и т. д. (Gulbrandsen, Smeby, 2005).

Расходы многих колледжей и университетов по всему миру в какой-то момент превзошли объемы доступного финансирования, поставив администрации перед необходимостью поиска дополнительных источников (Drucker, 1997; Selingo, 2013; Lyken-Segosebe, Shepherd, 2013), например, через разработку рыночно ориентированных образовательных программ (Seers, 2007; Altbach, Knight, 2007; McDonald, 2007; Hemsley-Brown, Oplatka, 2010). Подобные программы стимулируют научные исследования в различных областях и внедрение передового корпоративного опыта в обучение студентов, их адаптацию к новым вызовам и возможностям. Рыночно ориентированные образовательные программы, разработанные для удовлетворения спроса на специальные знания и навыки работников, могут не только иметь социальные эффекты, но и помочь в решении финансовых проблем колледжей и университетов, готовых эффективно реагировать на соответствующие сигналы рынка.

### **Сбалансированный портфель научно-исследовательских проектов — ключ к привлечению финансирования университетами**

Привлечение и распределение финансирования между различными направлениями исследований остаются острым вопросом для университетов в силу ограниченности ресурсов. Среди множества работ на эту тему (Kotler, Fox, 1985; Dolence, Norris, 1994; Wells, Wells, 2011) некоторые посвящены оценке академических образовательных программ с помощью бизнес-инструментария — моделей продуктового портфеля (*product portfolio models*). Вероятно, наиболее авторитетными моделями такого рода остаются модель General Electric МакКинси (GE McKinsey) и матрица «рост/доля рынка», разработанная Boston Consulting Group (BCG). Успешно используемые в качестве инструментов стратегического анализа, в академическом контексте эти модели не получили широкого распространения. Одним из исключений выступает исследование (Wells, Wells, 2011), в котором предложена модель портфеля академических программ (Academic Program Portfolio model, APPM), по сути — адаптированная модель стратегической портфельной матрицы GE / McKinsey, широко применяемой консультантами по организации производства

(Yip, 1981). К преимуществам APPM можно отнести использование всего двух измерений — привлекательности образовательных программ и конкурентоспособности учебного заведения, — которые легко понять и измерить, а значит, и интегрировать в систему стратегического анализа и планирования университета. Тем самым формирование портфеля университетских продуктов на базе APPM может оказаться весьма плодотворным.

В недавнем исследовании (Burgher, Hamers, 2020) предложена количественная модель, которая может быть адаптирована для поддержки принятия решений при формировании и оптимизации вузовского портфеля образовательных программ. Она была апробирована на данных о деятельности ведущего частного университета США (название не раскрывается), а именно портфеля из шести магистерских программ, реализованных в 2011–2015 гг. с участием около 800 студентов. Модель предусматривает пятилетний горизонт планирования и нацелена на максимизацию совокупного дохода в течение этого периода. По итогам использования модели было предложено скорректировать три программы, одну отменить и добавлять ежегодно по три новые программы в течение следующих трех лет цикла планирования. Такой портфельный подход эффективен с точки зрения повышения финансовой отдачи академических продуктов (в частности, рыночно ориентированных образовательных программ). Его ценность состоит в дополнении качественных параметров количественными при принятии административных решений в университете в целях укрепления его потенциала и улучшения результатов деятельности.

В исследовании (Arman, 2019) на базе матрицы оценки портфеля (Portfolio Evaluation Matrix, PEM) представлен анализ конкретной ситуации — распределения ограниченного объема ресурсов между стратегическими научно-исследовательскими инициативами Кувейтского института научных исследований (Kuwait Institute of Scientific Research, KISR). Матрица оценки портфеля представляет собой диаграмму «двумерной матрицы на основе двух критериев: потенциального эффекта того или иного решения на протяжении следующих пяти лет и способности персонала программы выполнить обещанное» (Arman, 2019, р. 154). По осям диаграммы, градуированным от 1 до 10, обозначена внутренняя оценка каждого проекта персоналом KISR. Размеры кругов отражают ожидаемую прибыль от проектов ИиР. Применение этого инструмента помогло научному центру KISR сфокусировать портфель ИиР на долгосрочных целях. Однако, по сути, эта модель предназначена для перспективного планирования на основе субъективной оценки результатов ИиР.

Идея рассматривать университет через призму *портфельной теории* представляется весьма плодотворной. Как отмечают авторы работы (Crawley et al., 2020), «исследовательским группам и университетам целесообразно иметь сбалансированный портфель, который позволит создавать знания для достижения краткосрочного, среднесрочного и долгосрочного экономического разви-

тия». Это существенный аспект анализа деятельности университета с точки зрения портфеля ИиР.

За последние 30 лет практика портфельного управления ИиР широко распространилась среди ведущих технологических компаний. Портфельное управление приобрело критическое значение, объединив ряд ключевых направлений принятия решений, каждое из которых сопряжено с проблемами: выбор и приоритизация проектов, распределение ресурсов между ними и реализация стратегии (Cooper et al., 1998).

Наша гипотеза состоит в том, что *университет имеет смысл рассматривать с точки зрения портфеля проектов ИиР различной степени зрелости и стадии реализации*. Руководство университета должно принимать решения по распределению ограниченных финансовых ресурсов между несколькими программами ИиР в разных технологических областях и разного уровня зрелости.

Современная теория инвестиционного портфеля сформулирована известным американским экономистом Гарри Марковицем (Harry Markovitz), удостоенным Нобелевской премии за вклад в экономическую науку в 1990 г. Наиболее ценной его разработкой стала концепция диверсификации портфеля, которая позволяет снизить общий риск портфельных инвестиций за счет комбинирования не связанных друг с другом активов (Mangram, 2013).

Предлагаемый нами подход состоит в применении описанного принципа к управлению научными исследованиями университета, которые можно рассматривать как портфель технологических ИиР в различных областях, находящихся на разных стадиях зрелости. Таким образом, цель настоящей статьи — *разработать простую и эффективную методологию оценки портфеля ИиР современного технологического университета для снижения сопутствующих рисков и максимизации отдачи*.

Достичь этой цели позволит следующий набор мер:

- оценка сбалансированности фундаментальных и прикладных исследований в портфеле ИиР разной технологической зрелости в различных научных областях;
- оценка результатов, полученных в каждой области исследований (приоритетные направления (*Target Domain*)), путем выявления лидеров, «среднячков» и отстающих;
- постоянный мониторинг прогресса в каждой области исследований с точки зрения научных результатов (публикаций) и создания стоимости (привлеченного внешнего финансирования).

Мы утверждаем, что успех современного университета во многом зависит от следующих факторов:

- 1) диверсификации портфеля технологических ИиР за счет как *фундаментальных*, так и *прикладных* исследований;
- 2) диверсификации портфеля технологических ИиР путем включения в него различных *не связанных друг с другом научных направлений*;

- 3) формирования сбалансированного портфеля технологических ИиР, включающего проекты и компетенции различной рыночной зрелости (оцениваемой, к примеру, с помощью «кривой технологического ажиотажа Гартнера» (*Gartner technology hype curve*)<sup>1</sup>;
- 4) обеспечения сбалансированности проектов ИиР с точки зрения сроков их реализации (кратко- и долгосрочности);
- 5) регулярного, минимум один раз в 2–3 года, выполнения аудита своего технологического портфеля для его переоценки и оптимизации;
- 6) координации своего научно-исследовательского портфеля с образовательными программами для максимизации их общественной полезности.

## Сколтех: краткая характеристика

Выдвинутая гипотеза была проверена на примере пятилетней деятельности Сколковского института науки и технологий (Сколтеха), основанного в 2011 г. Правительством РФ в партнерстве с МИТ в целях создания одного из ведущих международных научно-технологических центров. В задачи Сколтеха входят проведение передовых фундаментальных и прикладных исследований по приоритетным направлениям, стимулирование инновационной и предпринимательской деятельности и подготовка специалистов в области науки, технологий и бизнеса. В 2019 г. Сколтех вошел в первую сотню глобального рейтинга молодых университетов Nature Index Young Universities<sup>2</sup>.

Совокупный портфель грантов и контрактов Сколтеха за 2016–2020 гг. превысил 5.720 млрд руб. (77.4 млн долл.), что по итогам 2020 г. составляло примерно 13 млн руб. (0.17 млн долл.) на каждого преподавателя. С 2011 по 2021 г. преподаватели, студенты и выпускники Сколтеха основали более 116 стартапов. Вопрос о влиянии Сколтеха на экономическое развитие региона остается открытым. По оценке самого института, в 2020 г. этот вклад составил 15–18 млрд руб., что более чем втрое превышает ежегодные объемы государственного финансирования вуза.

Научная деятельность Сколтеха глубоко вписана в его образовательную программу и инновационные инициативы в рамках ключевых Приоритетных направлений развития. К таким Приоритетным направлениям, способствующим реализации миссии института через долгосрочные программы академического и технологического превосходства в приоритетных областях научно-технологического развития, относятся:

- наука о данных и искусственный интеллект (ИИ);
- науки о жизни и здравоохранение;
- передовые инженерные технологии и новые материалы;
- энергоэффективность;
- фотоника и квантовые технологии;
- нефть и газ;

<sup>1</sup> <https://www.gartner.com/en/research/methodologies/gartner-hype-cycle>, дата обращения 19.05.2022.

<sup>2</sup> <https://www.natureindex.com/supplements/nature-index-2019-young-universities>, дата обращения 19.05.2022.

- перспективные исследования (теоретическая математика и физика).

Приоритетные направления выступают инструментом достижения академического и технологического превосходства. Их программы регулярно проходят международную экспертизу для оценки полученных результатов, соответствия стратегическим целям университета и подготовки рекомендаций по их корректировке. Каждое направление сочетает фундаментальные и прикладные ИиР с преобладанием последних (исключение составляют «Перспективные исследования», сохраняющие исключительно фундаментальный характер).

По нашим оценкам, на Исследования 1-го типа — «движимые любопытством» — приходится 50–55% общего финансирования из внутренних и внешних источников, в то время как Исследования 2-го типа, «вдохновленные практическими перспективами», составляют лишь 12–15%. Остальные ресурсы (30–40%) расходуются на Исследования 3-го типа, «направленные на поиск прикладных решений».

Рассматривая университет как портфель Приоритетных направлений, можно гибко корректировать исследовательские приоритеты, выполнять передовые ИиР и двигаться в направлении новых, зарождающихся научных областей.

## Методология

Рассмотрим распределение научных результатов (публикаций) и внешнего финансирования по Приоритетным направлениям научно-исследовательской деятельности Сколтеха. Публикации и привлеченное финансирование можно разделить на фундаментальные и прикладные. В некоторых случаях сделать это довольно сложно, поэтому для простоты определим прикладные исследования как либо (1) *финансируемые промышленными компаниями*, либо (2) *те, результаты которых, с большой вероятностью, будут коммерциализированы в течение двух–трех лет*. Исследование, не соответствующее ни одному из этих критериев, считается фундаментальным.

Возможны исключения из этого правила, например, когда компании рассматривают научные исследования в долгосрочной перспективе и готовы финансировать даже фундаментальные разработки в областях, которые считают наиболее перспективными и приоритетными (квантовые технологии, новые математические методы и т. п.). Из более 850 проанализированных нами проектов лишь менее десяти реализуемых совместно с партнерами из промышленного сектора можно отнести к категории фундаментальных исследований (с результатами, потенциально пригодными для внедрения в горизонте более 5 лет).

Под научными публикациями понимаются статьи преподавателей и сотрудников Сколтеха, проиндексированные в Web of Science (WoS) и Scopus и опубликованные в журналах с высоким импакт-фактором (преимущественно Q1 и Q2). Индикатор «Научные пуб-

ликации» отражает уровень передовых фундаментальных и прикладных исследований.

К индикатору «Внешнее привлеченное финансирование» отнесены средства на финансирование ИиР, привлеченные из различных внешних источников: бюджетные, внебюджетные, полученные от промышленных предприятий, за предоставление услуг дополнительного профессионального образования, консультационных услуг и лицензирование технологий, центры коллективного пользования. Индикатор «Внешнее привлеченное финансирование» включает финансирование фундаментальных и прикладных исследований. В первом случае речь идет о поддержке фундаментальных ИиР, «движимых любопытством» и «вдохновленных практически перспективами», либо из внутренних источников Сколтеха, либо национальными и международными финансирующими организациями и фондами (например, Российским научным фондом (РНФ)). Во втором случае финансирование осуществляют отечественные и международные промышленные игроки (крупные корпорации либо средние хайтек-компании) в интересах практико-ориентированных отраслевых исследований, а также исследовательские и инновационные агентства (например, Фонд содействия малым инновационным предприятиям, Российская национальная технологическая инициатива, Министерство науки и высшего образования, Министерство промышленности и торговли — через специально разработанные механизмы поддержки прикладных ИиР).

Проанализированные проекты носят как краткосрочный (год–два), так и крупномасштабный долгосрочный (три–четыре года) характер, включая совместные с компаниями промышленного сектора лаборатории по реализации многолетних исследовательских программ.

В ходе работы с данными по Приоритетным направлениям Сколтеха за 2016–2020 гг. применялись количественные и качественные методы, а также сравнительный анализ. Рассматриваемый массив данных является репрезентативным.

Данные о публикациях и привлечении внешнего финансирования за 2016–2020 гг. были сгруппированы по годам по каждому Приоритетному направлению. Для повышения точности каждое направление было проанализировано отдельно для фундаментальных и прикладных исследований.

Для качественной оценки динамики и результатов по каждому Приоритетному направлению были проанализированы и структурированы следующие данные:

1. Свыше 2500 статей, проиндексированных в WoS и Scopus в 2016–2020 гг. и процитированных более 32 000 раз. Значительная доля этих статей написана совместно с партнерами из международных и российских университетов и научных центров, включая Французский национальный центр научных исследований (Centre national de la recherche scientifique, CNRS) — 163 статьи), MIT — 140 статей), Университет Аалто (Aalto University, Финляндия) — 88 статей, Гарвардский универ-

**Рис. 1. Публикации Сколтеха в 2016–2020 гг. по Приоритетным направлениям**



**Рис. 2. Привлеченное финансирование прикладных исследований Сколтеха (2016–2020 гг.) по Приоритетным направлениям (млн долл.)**



ситет (Harvard University) — 66 статей, Японский институт физико-химических исследований RIKEN — 55 статей), Китайская академия наук (53 статьи), Сианьский Северо-западный политехнический университет (Xian Northwestern Polytechnical University, NWPUP) — 50 статей, и Университет Стоуни-Брук (Stony Brook University, США) — 46 статей.

2. Свыше 850 проектов с совокупным бюджетом 5.7 млрд руб. (77.4 млн долл.) за 2016–2020 гг., в том числе поддержанных национальными и международными научными фондами и организациями (РФФИ, РФФ, Horizon 2020), агентствами по научным исследованиям и инновациям (Министерство науки и высшего образования РФ, государственные программы РФ, в частности, в рамках Национальной технологической инициативы и поддержки цифровой экономики) и ведущими отечественными и международными компаниями (Сбербанк, Huawei, Газпромнефть, Philips, Лукойл, Bayer, Alibaba и др.).

Примененный подход выступает примером синтеза количественных и качественных моделей, которые могут быть использованы для принятия решений о портфеле проектов, направленных на достижение запланированных финансовых и нефинансовых целей университета.

## Результаты

Итоги четырех лет развития Сколтеха (2016–2020) были сопоставлены с результатами Приоритетных направлений его деятельности, выраженными в (1) публикациях в ведущих научных журналах (Q1–Q2) и в (2) привлечении внешнего финансирования — грантового и из промышленных источников.

Далее эти результаты были структурированы по основным направлениям специализации Сколтеха: наука о данных и ИИ, науки о жизни и здравоохранение, передовые инженерные технологии и новые материалы, энергоэффективность, фотоника и квантовые технологии, нефть и газ и перспективные исследования. Сопоставление результатов с инвестициями в эти области дает четкое представление о структуре портфеля университета (рис. 1) и позволяет разработать оптимальную стратегию дальнейшего развития.

Основной массив публикаций ученых из Сколтеха приходится на направления «Наука о данных и ИИ», «Энергоэффективность» и «Науки о жизни». Наименьшее число публикаций (36) относятся к созданному сравнительно недавно, в 2017 г., направлению «Перспективные исследования». С учетом относительной молодости Сколтеха стабильный рост числа публикаций свидетельствует о положительной динамике исследовательской активности сотрудников.

Прикладные исследования составляют важную часть деятельности Сколтеха. Рис. 2 отражает существенный рост объема финансирования, привлеченного на такие исследования в 2016–2020 гг. Наиболее промышленно ориентированными направлениями вуза остаются «Наука о данных и ИИ» и «Нефть и газ». «Перспективные исследования» в силу их фундаментального характера вообще не привлекли индустриального финансирования. Минимальное привлечение внешнего финансирования ресурсов продемонстрировали «Науки о жизни», а также «Фотоника и квантовые материалы», наиболее удачным для которых стал 2019 г. В целом диаграмма демонстрирует неуклонный рост привлеченного финансирования прикладных исследований из года в год практически по всем направлениям.



**Рис. 3. Привлеченное финансирование фундаментальных исследований Сколтеха (2016–2020 гг.) по приоритетным направлениям (млн долл.)**



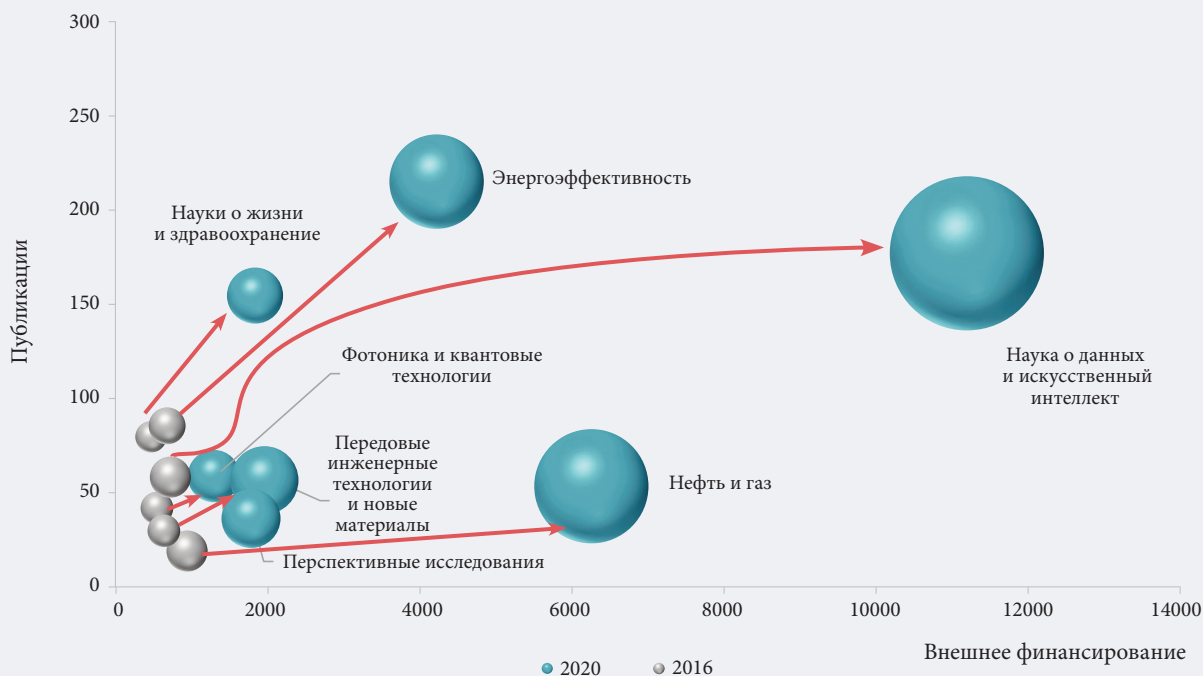
Источник: составлено авторами на основе ежегодных отчетов Сколтеха.

Диаграмма, приведенная на рис. 3, показывает сходную динамику применительно к фундаментальным исследованиям. В 2020 г. больше всего грантов привлекли «Наука о данных и ИИ» и «Энергоэффективность». «Перспективные исследования» ориентированы исключительно на грантовое финансирование, а «Нефть и газ» и «Передовые инженерные технологии и новые материалы» носят выражено прикладной характер.

С точки зрения числа публикаций и объема привлеченного внешнего финансирования наиболее сбалансированным направлением является «Наука о данных и ИИ», которая показывает хорошие результаты в обеих областях (рис. 4–5). Наиболее промышленно ориентированным остается «Нефть и газ», при этом показывая незначительное количество публикаций. Обратное соотношение демонстрирует «Энергоэффективность». Объемы внешнего финансирования направлений «Наука о данных и ИИ» и «Нефть и газ» в 2016–2020 гг. резко возросли.

С 2016 по 2020 гг. «Наука о данных и ИИ» и «Нефть и газ» стали гораздо более промышленно-ориентированными. На рис. 5 представлены изменения, произошедшие в 2019–2020 гг. Оба используемых индикатора с очевидностью улучшились в случае

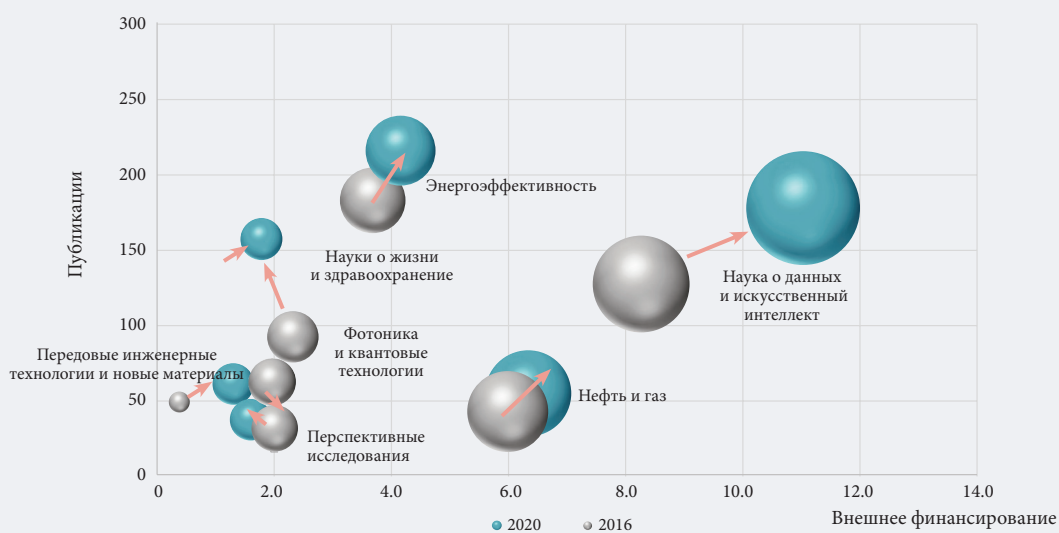
**Рис. 4. Динамика публикационной активности и совокупного внешнего финансирования научных исследований в Сколтехе в 2016–2020 гг. (млн долл.)**



Примечание. Результативность научных исследований оценивается на основе данных о публикационной активности в журналах Q1–Q2 (число таких публикаций отмечено по оси Y); размер внешнего финансирования рассчитывается как объем средств, привлеченных на фундаментальные и прикладные исследования (ось X, млн долл.).

Источник: составлено авторами на основе ежегодных отчетов Сколтеха.

Рис. 5. Динамика публикационной активности и привлечения внешнего финансирования Сколтеха в 2016–2020 гг. (млн долл.)



Примечание. Результативность научных исследований оценивается на основе данных о публикационной активности в журналах Q1–Q2 (число таких публикаций отмечено по оси Y); привлечение внешнего финансирования рассчитывается как объем привлеченных средств (ось X, млн долл.); размеры шаров отражают совокупный объем внешнего финансирования; стрелки показывают вектор движения в 2019–2020 гг.).

Источник: составлено авторами на основе ежегодных отчетов Сколтеха.

«Энергоэффективности», повысив сбалансированность этого направления. Если по «Нефти и газу» число публикаций выросло, то в направлениях «Науки о жизни» и «Фотоника и квантовые материалы» несколько снизилось, однако, увеличился объем привлеченного финансирования. «Наука о данных и ИИ» и «Инженерные технологии и новые материалы» с поправкой на масштаб демонстрируют сходную динамику.

## Обсуждение

В одном из первых исследований моделей академического портфеля (*Academic Portfolio Model*, АРМ) (Kotler, Fox, 1985) авторы предложили применить ее к стратегическому анализу академических программ университета на базе трех критериев оценки: (1) значение программы для миссии университета; (2) ее академическое качество (глубина, строгость и уровень преподавания); (3) рыночный спрос на программу.

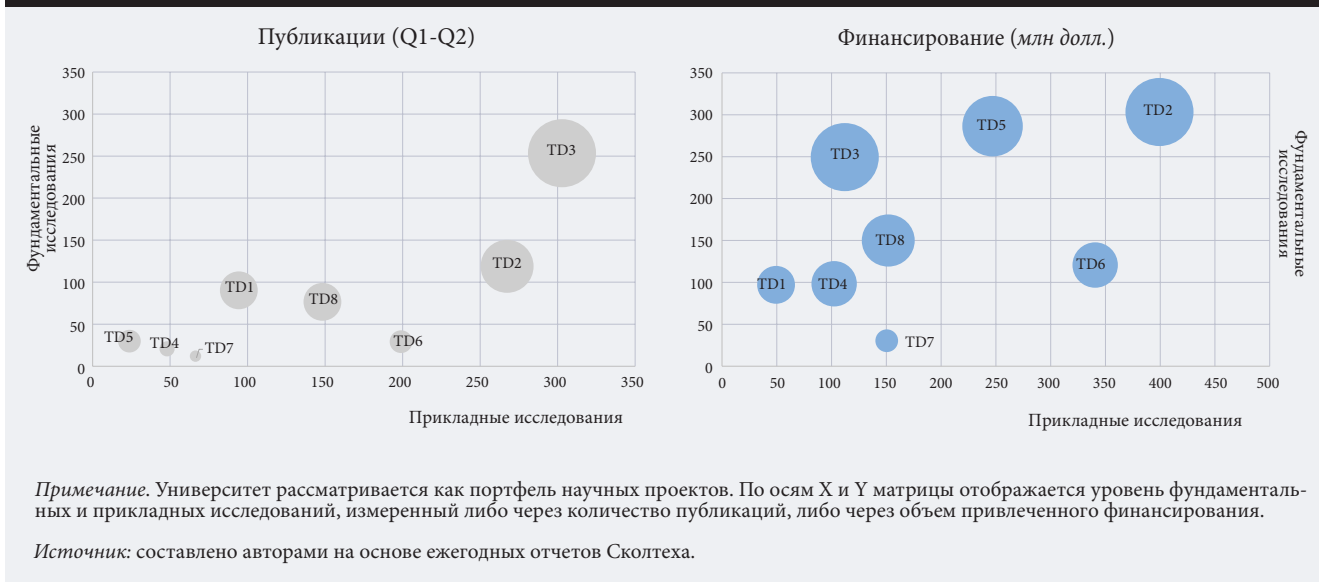
Исследователи (Wells, Wells, 2011) предложили использовать портфельный подход к академическим программам университета (*Academic Program Portfolio Model*, АРРМ). Суть подхода АРРМ состоит в оценке университетских академических программ с помощью параметров рыночной (отраслевой) привлекательности и потенциала программы вуза (аналога конкурентоспособности). Данный инструмент представляет собой адаптированную версию матрицы продуктового портфеля GE / McKinsey. Отраслевая привлекательность программы и потенциал университета по ее реализации представляют собой критерии, которые измеряются по пятибалльной шкале и сводятся в портфельную матри-

цу. Анализ можно выполнять как на межфакультетском уровне (сравнение профессорско-преподавательского состава вуза или его научных направлений), так и между программами конкретного факультета (например, анализ учебных программ медицинского факультета). АРРМ позволяет оценить стратегическую направленность конкретных академических программ по отношению как друг к другу, так и ко всему вузу. Руководители оценивают несколько учебных программ одновременно в терминах их стратегической направленности, распределения ресурсов, финансовой отдачи и важности для университета (Wells, Wells, 2011).

В отличие от такого, преимущественно качественного, подхода, количественные методы позволяют получать фактические данные для принятия решений о разработке и продвижении академических программ. В работе (Labib et al., 2014) предложены структура для разработки стратегии университета на основе методологии операционных исследований (*operational research*), а также количественный инструмент поддержки принятия решений, направленный на оптимизацию рыночно ориентированных портфелей академических программ (Burgher, Hamers, 2020).

Предложенный нами и представленный в работе (Burgher, Hamers, 2020) подходы ориентированы на оптимизацию финансовых и нефинансовых аспектов университетских портфелей технологических ИиР и рыночно ориентированных учебных программ. В основе обоих подходов лежит идея поддержания баланса между указанными аспектами для достижения стратегических целей университетов, обеспечения финансовой стабильности и удовлетворения рыночного спроса на их услуги.

**Рис. 6. Подход на основе матрицы портфеля исследовательских направлений (RDPM), классифицирующий приоритетные направления исследований гипотетического университета на фундаментальные или прикладные**

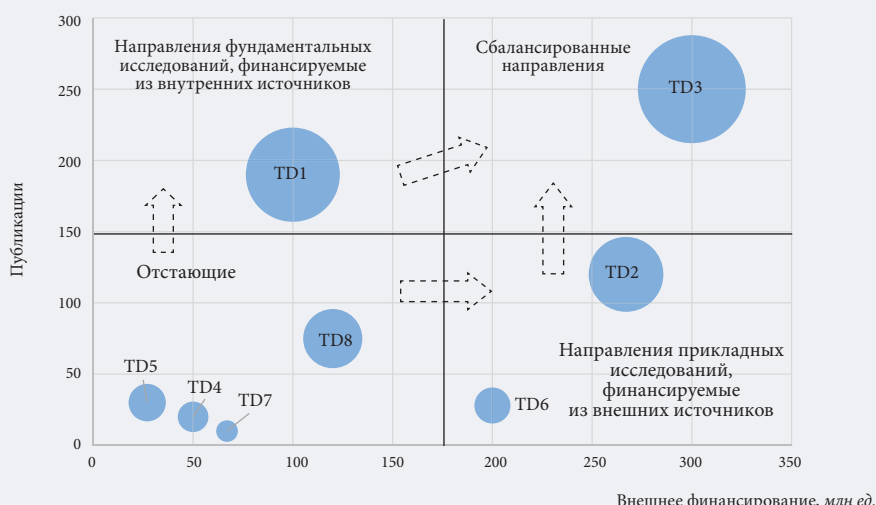


В исследовании (Burgher, Hamers, 2020) представлены методы количественной параметризации качественных характеристик рыночно ориентированных учебных программ на базе модели стратегического планирования в секторе высшего образования через оптимизацию академических портфелей. Результатами применения модели служат график реализации и план оптимизации таких программ и портфелей. Предлагаемый нами подход — матрица портфеля исследовательских направлений (*Research Domain Portfolio Matrix, RDPM*) отличается от инструментов, предложенных в работах (Wells, Wells, 2011; Burgher, Hamers, 2020) и подобных по нескольким параметрам.

1. Применение как качественных, так и количественных методов, из которых последние позволяют верифицировать факты и оценивать стратегию университета на основе результатов освоения выделенных финансовых ресурсов. Данный аспект имеет значение, поскольку тенденция перехода к рыночно-ориентированным академическим программам усиливается ввиду финансовых ограничений, с которыми сталкивается академическое сообщество.

2. Акцент на поиске оптимального баланса между фундаментальными и прикладными исследованиями, поскольку оба эти направления важны и ни одним из них не следует пренебрегать.

**Рис. 7. Матрица портфеля исследовательских направлений: лидеры и отстающие**



*Примечание.* Пунктирные стрелки показывают желательную траекторию развития Приоритетных направлений исследований (Target Domains, TD).

*Источник:* составлено авторами на основе ежегодных отчетов Сколтеха.

3. Выраженный фокус на отслеживании динамики научных достижений во времени (рис. 4–5), а не на статичных измерениях, характерных для матриц продуктовых портфелей (как, например, подход APPM, предложенный в работе (Wells, Wells, 2011)).

В рамках подхода RDPM приоритетные направления университетских исследований структурируются в зависимости от их фундаментального или прикладного характера, а сам университет рассматривается как портфель научных проектов. По осям X и Y матрицы отображается уровень фундаментальных и прикладных исследований, измеренный через число публикаций либо объем привлеченного финансирования соответственно (на рис. 6–7 для иллюстрации представлен гипотетический портфель университетских исследований). Подход был применен для классификации более 850 проектов, реализованных Сколтехом в 2016–2020 гг.

По аналогии с балансовым отчетом предприятия, который дает представление о текущем составе корпоративного портфеля, подход RDPM помогает получить целостное представление о состоянии университетских исследований. Он позволяет наглядно визуализировать ведущих участников исследований в различных областях для измерения, с одной стороны, научной видимости и влияния университета, а с другой — его полезности для промышленности и жизни общества. Кроме того, применение RDPM в динамике (временной охват в несколько лет) позволяет отслеживать прогресс по целевым направлениям, обеспечивая большую надежность оценок (1) научной «окупаемости» инвестиций (в виде качественных публикаций в журналах Q1–Q2) и (2) финансовой отдачи (финансирование за счет государственных грантов либо средств промышленного заказчика). Руководство университета может «наградить лидеров» и «наказать отстающих», например, направив излишки финансирования в исследования с наибольшей научной или производственной отдачей в кратко/среднесрочной перспективе (см. рис. 7). Таким образом, RDPM служит простым и эффективным инструментом балансировки научного портфеля путем определения и корректировки приоритетов текущих и будущих университетских исследований, особенно чувствительных для руководства вуза в условиях ограниченных ресурсов.

Хотя Сколтех в целом обеспечивает хороший баланс фундаментальных и прикладных исследований, сами такого рода оценки находятся в компетенции руководства университета, придерживающегося принципа управления на основе коллегиальных решений. Вопросы стратегии находятся в компетенции Попечительского совета, который регулярно (раз в полгода) оценивает результаты деятельности Сколтеха, рассматривая новые стратегические инициативы и утверждая изменения в общей стратегии. Приоритетные направления исследований в свою очередь находятся в ведении соответствующих центров, а непосредственно тематики исследований в значительной мере определяются профессорами. Не реже трех раз в год программы центров пересма-

триваются, в том числе с помощью Международного консультативного комитета, определяющего международную научную повестку Сколтеха. По большинству Приоритетных направлений также действуют отраслевые советы с участием представителей руководства ведущих российских и международных компаний. Отраслевые советы совместно с Департаментом промышленных программ при вице-президенте по сотрудничеству с промышленностью помогают задавать направления прикладных технологических исследований.

В момент создания Сколтеха в 2011 г. Попечительский совет поставил достаточно амбициозную задачу довести долю внешнего финансирования ресурсов (т. е. средств компаний или грантов/субсидий отечественных и международных финансирующих организаций) в консолидированном бюджете университета как минимум до 30%. Этот индикатор был отнесен к ключевым показателям эффективности (КПЭ) Сколтеха, и в 2020 г. доля внешнего финансирования достигла 29.6%<sup>3</sup>. Эффективное распределение ресурсов между Приоритетными направлениями в первые годы работы (2013–2016), в частности, по таким прикладным направлениям, как «Нефть и газ» и «Наука о данных и ИИ», помогло привлечь промышленное финансирование и вывести на рынок передовые технологии. Вложения Сколтеха в заделы таких направлений, как «Науки о жизни и здравоохранение», «Передовые инженерные технологии и новые материалы», «Энергоэффективность», «Фотоника и квантовые технологии», позволили быстро занять лидирующее положение в отечественной науке.

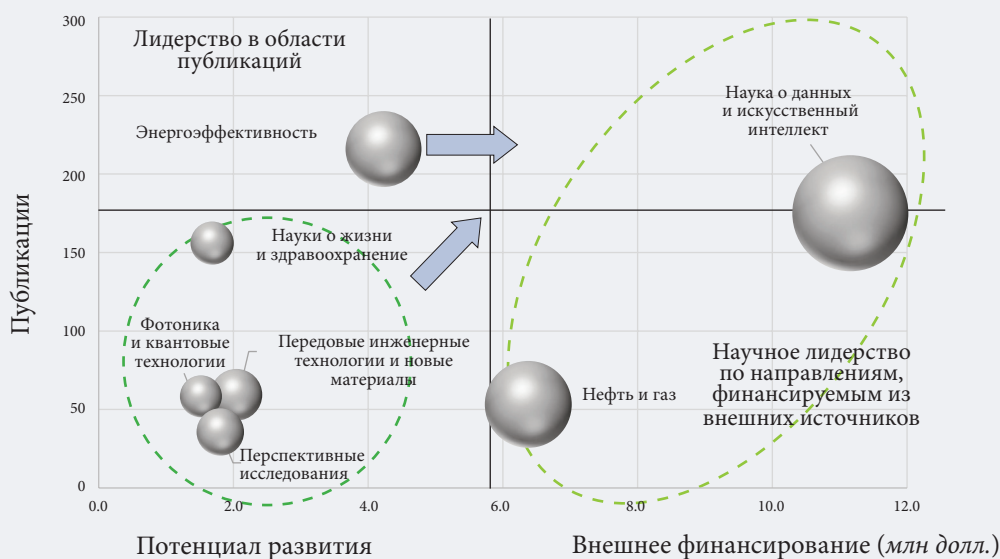
К успешным примерам фундаментальных исследований Сколтеха можно отнести новые методы геномной инженерии, телекоммуникационные технологии нового поколения (6G), перспективные катодные материалы с высокой плотностью энергии, исследования в области фотоники, новые математические методы и т. д. Недавно были реализованы такие прикладные научные проекты, как разработка телекоммуникационного программного обеспечения (ПО) 5G Open RAN, использование технологий ИИ для решения различных промышленных и медицинских задач, технология производства легких перфорированных сот из алюминиевой фольги, новые технологии разведки и добычи трудноизвлекаемых углеводородов. Некоторые из этих решений были впоследствии коммерциализированы ведущими российскими компаниями, например подразделением СБЕРа СберМед. ИИ, специализирующимся на создании медицинского ПО, производителем космической техники (сотовые технологии), ведущими нефтегазовыми компаниями и др.

Учитывая сказанное и результаты анализа деятельности Сколтеха в 2016–2020 гг., можно предположить следующее:

1. Успешные прикладные научные проекты помогают с каждым годом наращивать внешнее финансирование, привлекать новых промышленных партнеров и выводить на рынок передовые технологии. Возникает положительный цикл обратной связи, когда успешные

<sup>3</sup> <https://www.skoltech.ru/app/data/uploads/2019/10/Skoltech-Annual-Report-2020.pdf>, дата обращения 19.05.2022.

**Рис. 8. Приоритетные направления исследований Сколтеха: стратегия будущего развития (по данным за 2021 г.)**



*Примечание.* Результативность исследований оценивается на основе данных о публикационной активности в журналах Q1–Q2 (число таких публикаций отмечено по оси Y); совокупное внешнее финансирование рассчитывается на базе средств, полученных для финансирования как фундаментальных, так и прикладных исследований (ось X, млн долл.); размеры шаров отражают совокупный объем внешнего финансирования; стрелки показывают потенциальные направления стратегического развития.

*Источник:* составлено авторами на основе ежегодных отчетов Сколтеха.

результаты прикладных исследований используются для формирования новых партнерств и привлечения финансирования, что обеспечивает получение новых высоких результатов. Такая положительная обратная связь служит важным фактором роста академических университетов, особенно в период сокращения государственной поддержки и ограничения финансирования фундаментальных исследований.

2. По ряду Приоритетных направлений за последние несколько лет удалось добиться значительного прогресса как в фундаментальных, так и в прикладных исследованиях, тогда как по другим направлениям быстрого роста не произошло. Динамика результатов по Приоритетным направлениям за последние 3–4 года представляется надежным ориентиром при принятии стратегических решений о перераспределении ресурсов в условиях ограниченного их объема.

3. Необходимо продолжить исследования для выявления препятствий, затрудняющих развитие Приоритетных направлений, по которым не удалось добиться ожидаемого прогресса.

Подход RDPM исходит из того, что анализ научно-исследовательского портфеля университета эффективен для принятия администрацией стратегических решений. Этот инструмент дает достоверное общее представление о полученных результатах и может быть полезен для выявления стратегических направлений исследований и (пере)распределения ресурсов.

На рис. 8–9 представлена информация о возможных стратегических шагах по каждому из целевых направлений Сколтеха (на основе данных за 2021 г.). Системное представление типичных «самоподдерживающихся» циклов роста университета, определяющих

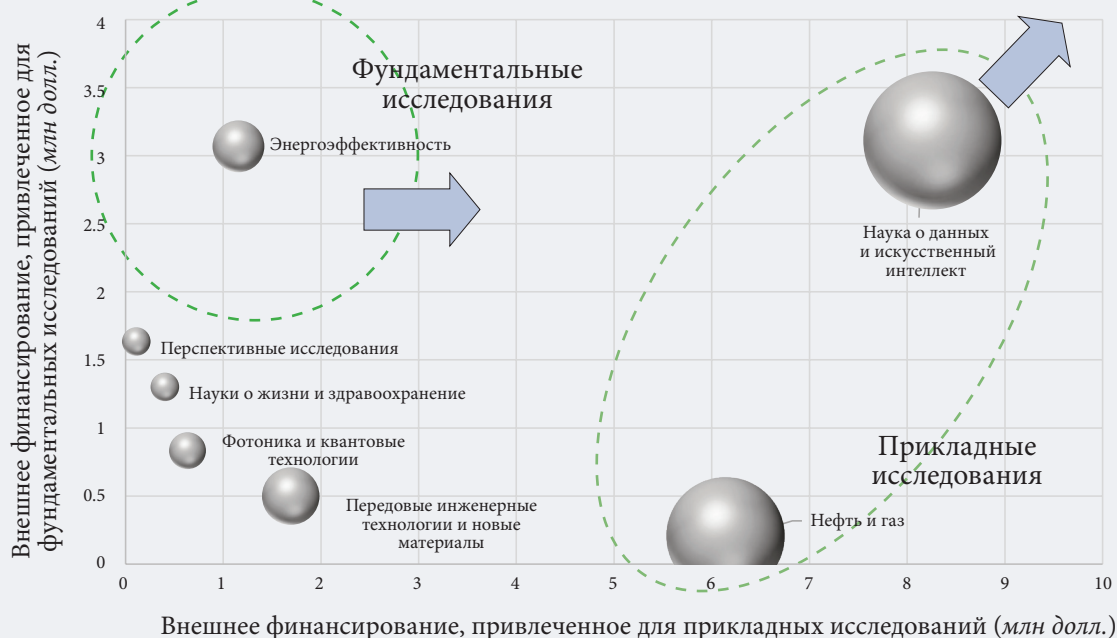
его долгосрочное развитие, представлено на рис. 10. Привлеченные в университет ведущие ученые международного уровня реализуют передовые исследования, результатом которых становятся публикации в журналах Q1–Q2 и прорывные научные проекты. Укрепление научной репутации университета (что делает его более заметным как внутри страны, так и на международной арене) облегчает привлечение внешнего финансирования для реализации прикладных проектов. Внешнее финансирование также способствует подготовке качественных публикаций и реализации инновационных проектов, дополнительно усиливая репутацию университета. Сформированные таким образом мощные самоподдерживающиеся циклы возрастающей отдачи выступают катализаторами роста университета, феномен которых хорошо описан в научной литературе применительно к быстрорастущим компаниям (Achi et al., 1995; Katalovsky, 2007).

## Выводы

В настоящей статье предпринята попытка развить теоретический и практический потенциал матрицы портфеля исследовательских направлений (RDPM), предполагающей анализ университетского портфеля технологических ИиР в различных областях и на разных стадиях зрелости. Данный подход базируется на представлении о том, что при принятии решений о запуске новых или корректировке существующих проектов и программ университетам необходимо найти оптимальный баланс между фундаментальными и прикладными исследованиями.

Подход RDPM к анализу исследовательского портфеля университета предполагает оценку результатов

**Рис. 9. Приоритетные направления фундаментальных и прикладных исследований Сколтеха (по данным за 2020 г.)**



Примечание: внешнее финансирование фундаментальных исследований (по оси Y, млн долл.); внешнее финансирование прикладных исследований (по оси X, млн долл.); размеры шаров отражают совокупный объем внешнего финансирования; желтые стрелки показывают потенциальные направления стратегического развития.

Источник: составлено авторами на основе ежегодных отчетов Сколтеха.

ИиР (публикаций в журналах и объема привлеченного внешнего финансирования фундаментальных и прикладных исследований) в рамках конкретных Приоритетных направлений при структурировании университетского портфеля и разработке эффективной стратегии будущего развития и инвестиций. В отличие от других моделей на основе матрицы портфеля ИиР, в RDPM оцениваются реальные результаты по каждому приоритетному направлению с точки зрения качества исследований (выраженного в числе публикаций), так и их практической полезности (привлечение внешнего финансирования фундаментальных и прикладных проектов).

В ходе анализа публикационной активности и объема привлеченного финансирования ключевых исследовательских направлений Сколтеха оценивалась также динамика их развития за период 2016–2020 гг. Полученные результаты позволили прийти к нескольким важным выводам.

*Во-первых*, первоначальные инвестиции Сколтеха в инфраструктуру и приглашение ведущих международных специалистов для работы по Приоритетным направлениям «Нефть и газ» и «Наука о данных и ИИ» позволили наладить эффективное сотрудничество с промышленностью и привлечь значительные объемы финансирования. В настоящее время эти направления пользуются наибольшей поддержкой со стороны промышленного сектора и продолжают активно развиваться, даже несмотря на перераспределение внутренних

ресурсов Сколтеха в рамках диверсификации университетского портфеля ИиР. Ожидается поддержка отечественным и международным бизнесом перспективных научно-исследовательских проектов в таких областях, как различные сферы применения ИИ, технологии 5G и 6G, моделирование технологий гидроразрыва пласта для добычи нефти и газа, сокращение выбросов углекислого газа и т. д., в рамках долгосрочных программ сотрудничества.

*Во-вторых*, некоторые Приоритетные направления, прежде всего «Энергоэффективность», «Науки о жизни и здравоохранение», «Фотоника и квантовые технологии», интегрируют прикладные и фундаментальные исследования с преобладанием последних. Хотя уровень финансирования прикладных ИиР здесь ниже, чем по направлениям «Нефть и газ» и «Наука о данных и ИИ», они сыграли важную роль в формировании потока качественных публикаций, внося весомый вклад в укрепление научной репутации Сколтеха. Так, менее чем за десятилетие с момента своего основания Сколтех вошел в первую сотню рейтинга молодых университетов Nature Index 2019 г. Дальнейшие шаги лежат в плоскости активизации промышленно ориентированных исследований в таких областях, как квантовые алгоритмы, терагерцевая и радиочастотная фотоника и наноматериалы (целевое направление «Фотоника и квантовые технологии»), катодные материалы, литий-ионные батареи, преобразование энергии и диверсифицированные энергетические системы (целевое направление «Энергоэффективность»).

**Рис. 10. Системное представление о самоподдерживающемся цикле научно-исследовательской работы, способствующей укреплению репутации университета и привлечению внешнего финансирования**



В-третьих, потенциал некоторых направлений, в частности «Передовых инженерных технологий и новых материалов», еще предстоит реализовать. То же относится к целевому направлению «Перспективные исследования (теоретическая математика и физика)», сохраняющему фундаментальный характер. Весьма важными для Сколтеха могут оказаться «Передовые инженерные технологии и новые материалы», потенциально способные запустить инновационный цикл во всех технологических областях. Как можно видеть на рис. 6 и 7, их развитие пока находится на начальном этапе ввиду отсутствия критической массы ведущих специалистов по разработке продуктов, системной и цифровой инженерии — важнейших областях дизайна и системотехники и ключевых компетенций для ИиР в сфере передовых инженерных технологий.

В-четвертых, Сколтех занимает прочные позиции среди технологических университетов России и удерживает лидерство по ряду направлений исследований, включая ИИ, материалы для хранения энергии, добычу углеводородов и др. Сохранить эти позиции позволит дальнейшее привлечение ведущих международных ученых для работы по перспективным фундаментальным и прикладным направлениям. Кроме того, следует активизировать работу по раннему выявлению перспективной интеллектуальной собственности (ИС) — от раскрытия идей до патентования результатов исследований, «движимых любопытством». Портфельную матрицу RDPМ можно дополнить измерением «ИС/патентные заявки» по вертикальной оси с указанием объемов ИС, созданных за тот или иной период времени. По результатам такого анализа можно будет предложить новые пути развития.

В целом предлагаемый подход позволяет четко выстраивать научно-исследовательские приоритеты, поддерживать лидеров и решать, какие направления ИиР требуют корректировки (см. рис. 9). Регулярный аудит стратегии развития Приоритетных направлений должен основываться на результатах анализа соответствующих технологических портфелей. Подобную процедуру следует выполнять не реже одного раза в три года.

Для более эффективного распределения финансовых ресурсов целесообразно учитывать особенности конкретной научной области, рыночную зрелость технологий и потенциальную отдачу для университета, экономики и общества в кратко- и долгосрочной перспективе, а также значение исследований для образовательных программ. Оптимально распределить ограниченное финансирование между направлениями с наилучшим соотношением риска/доходности помогает теория инвестиционного портфеля. Поиск стратегий и разработка математических моделей, позволяющих количественно оценить риск и отдачу от финансирования конкретных научных направлений, требуют дальнейших исследований.

Важным шагом в развитии подхода RDPМ может стать разработка на его основе общей модели университетского портфеля технологических ИиР. Массив данных, собранных в ходе анализа пятилетнего периода деятельности Сколтеха, представляется репрезентативным для дальнейшего изучения. При этом модель нуждается в доработке по результатам сравнения с подходами к выбору и финансированию проектов/программ ИиР в других российских и зарубежных университетах. Такая математическая модель должна включать альтернативные решения, учитывать специфику научных направлений, имеющиеся ограничения и т. д.

В ходе дальнейших исследований представляется целесообразным изучить возможности применения теории инвестиционного портфеля Марковица к управлению университетским портфелем технологических ИиР, что позволило бы максимизировать потенциал этого подхода и снизить связанные с ним риски. Необходимо также сформировать новый набор инструментов на основе ключевых положений теории инвестиционного портфеля.

Подход RDPМ служит эффективным инструментом распределения ограниченных ресурсов, приоритизации, отслеживания рисков и контроля результатов в кратко- и долгосрочной перспективе. С точки зрения руководства университетов RDPМ облегчает выполнение стратегического анализа и оптимизацию использования портфеля технологических ИиР для достижения стратегических целей вуза, обеспечения финансовой стабильности, удовлетворения рыночного спроса и создания общественного блага.

*Дмитрий Каталевский осуществлял общее руководство исследованием, разработал его дизайн, совместно с Натальей Космодемьянской сформулировал оригинальную идею, выполнил аналитические расчеты, сделал выводы и подготовил рукопись. Арутюнян Ассистировал в сборе данных и отвечал за графическое представление информации. Клеман Фортин просмотрел статью и внес ряд полезных рекомендаций.*

## Библиография

- Achi Z., Doman A., Sibony O., Sinha J., Witt S. (1995) The paradox of fast growth tigers. *The McKinsey Quarterly*, 3, 4–17.
- Altbach P.G., Knight J. (2007) The Internationalization of Higher Education: Motivations and Realities. *Journal of Studies in International Education*, 11(3–4), 290–305. <https://doi.org/10.1177%2F1028315307303542>
- Arman H. (2019) A Practical Strategic Planning Approach for R&D Organisations. In: *R&D Management in the Knowledge Era. Innovation, Technology, and Knowledge Management* (eds. T. Daim, M. Dabić, N. Başoğlu, J. Lavoie, B. Galli), Cham: Springer, pp. 145–159. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-15409-7\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-030-15409-7_5)
- Auranen O., Nieminen M. (2010) University research funding and publication performance — An international comparison. *Research Policy*, 39(6), 822–834. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2010.03.003>
- Bentley P., Gulbrandsen M., Kyvik S. (2015) The relationship between basic and applied research in universities. *Higher Education*, 70(4), 689–709. <https://doi.org/10.1007/s10734-015-9861-2>
- Burgher J., Hamers H. (2020) A quantitative optimization framework for market-driven academic program portfolios. *International Journal of Educational Management*, 34(1), 1–17. <https://doi.org/10.1108/IJEM-03-2018-0099>
- Cooper R.G., Edgett S.J., Kleinschmidt E.J. (1998) Best practices for managing R&D portfolios. *Research Technology Management*, 41(4), 20–33. <https://www.jstor.org/stable/24131706>
- Crawley E., Hegarty J., Edström K., Garcia Sanchez J.C. (2020) *Universities as Engines of Economic Development*, Cham: Springer.
- Dolence M.G., Norris D.M. (1994) Using Key Performance Indicators to Drive Strategic Decision Making. *New Directions for Institutional Research*, 82, 63–80. <https://doi.org/10.3991/ijim.v13i04.10547>
- Drucker P. (1997) *Seeing things as they really are* (Interview with R. Lenzner & S.S. Johnson). *Forbes*, 03.10.1997. <http://www.forbes.com/forbes/1997/0310/5905122a.html>, дата обращения 17.02.2022.
- EIU (2020) *New Schools of Thought. Innovative Models for Delivering Higher Education*, London, New York, Hong Kong: Economist Intelligence Unit.
- Etzkowitz H., Leydesdorff L. (2000) The dynamics of innovation: From National Systems and “Mode 2” to a Triple Helix of university–industry–government relations. *Research Policy*, 29(2), 109–123. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(99\)00055-4](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(99)00055-4)
- Geuna A., Martin B.R. (2003) University research evaluation and funding: An international comparison. *Minerva*, 41(4), 277–304. <https://doi.org/10.1023/B:MINE.0000005155.70870.bd>
- Gibbons M., Limoges C., Nowotny H., Schwartzman S., Scott P., Trow M. (1994) *The new production of knowledge: The dynamics of science and research in contemporary societies*, London: Sage.
- Goldstein H., Renault C. (2004) Contributions of universities to regional economic development: A quasi-experimental approach. *Regional Studies*, 38(7), 733–746. <https://doi.org/10.1080/0034340042000265232>
- Grover R. (2019) The Relationship between Science and Technology and Evolution in Methods of Knowledge Production. *Indian Journal of History of Science*, 54(1). <http://dx.doi.org/10.16943/ijhs/2019/v54i1/49597>
- Gulbrandsen M., Smeby J.-C. (2005) Industry funding and university professors’ research performance. *Research Policy*, 34(6), 932–950. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2005.05.004>
- Hemsley-Brown J., Oplatka I. (2010) Market orientation in universities. *The International Journal of Educational Management*, 24(3), 204–220. <https://doi.org/10.1108/09513541011031565>
- Irvine J., Martin B.R., Isard P.A. (1990) *Investing in the Future*, Cheltenham, UK: Edward Elgar.
- Katalevsky D.Y. (2007) Management of organization growth based on a system-dynamic approach. *Moscow University Bulletin*, Series 21, 4, 64–79 (in Russian).
- Kotler P., Fox K.F. (1985) *Strategic Marketing for Educational Institutions*, Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, Inc.
- Labib A., Read M., Gladstone-Millar C., Tonge R., Smith D. (2014) Formulation of higher education institutional strategy using operational research approaches. *Studies in Higher Education*, 39(5), 885–904. <http://doi.org/10.1080/03075079.2012.754868>
- Lundvall B.-Å. (1988) Innovation as an Interactive Process: From User-producer Interaction to the National System of Innovation. In: *Technical Change and Economic Theory* (eds. G. Dosi, C. Freeman, R. Nelson, G. Silverberg, L. Soete), London, New York: Pinter, pp. 61–83.
- Lyken-Segosebe D., Shepherd J.C. (2013) *Higher Education Leadership and Policy Studies Peabody College of Education and Human Development*, Nashville, TN: Vanderbilt University.
- Mangram M.E. (2013) A simplified perspective of the Markowitz portfolio theory. *Global Journal of Business Research*, 7(1), 59–70.
- Manyika J., McRaven W.H., Segal A. (2019) *Innovation and National Security: Keeping Our Edge*, New York: Council on Foreign Relations.
- McDonald R.E. (2007) An Investigation of Innovation in Nonprofit Organizations: The Role of Organizational Mission. *Nonprofit and Voluntary Sector Quarterly*, 36(2), 256–281. <https://doi.org/10.1177%2F0899764006295996>
- Mervis J. (2017) Data Check: U.S. Government Share of Basic Research Funding Falls Below 50%. *Science*, March 9. DOI: 10.1126/science.aal0890
- Mohrman K., Ma W., Baker D. (2008) The research university in transition: The emerging global model. *Higher Education Policy*, 21(1), 5–27. <https://doi.org/10.1057/palgrave.hep.8300175>
- Nelson R.R. (1993) *National Innovation Systems: A Comparative Analysis*, New York, Oxford: Oxford University Press.
- OECD (2002) *Frascati Manual Proposed Standard Practice for Surveys on Research and Experimental Development*, Paris: OECD.
- Roberts E.B., Murray F., Kim J.D. (2019) Entrepreneurship and Innovation at MIT: Continuing Global Growth and Impact — An Updated Report. *Foundations and Trends in Entrepreneurship*, 15(1), 1–55. DOI: 10.1561/03000000093
- Rücker Schaeffer P., Fischer B., Queiroz S. (2018) Beyond Education: The Role of Research Universities in Innovation Ecosystems. *Foresight and STI Governance*, 12(2), 50–61. DOI: 10.17323/2500-2597.2018.2.50.61
- Schubert T., Kroll H. (2016) Universities’ effects on regional GDP and unemployment: The case of Germany. *Papers in Regional Science*, 95(3), 467–489. DOI: 10.1111/pirs.12150
- Seers A. (2007) Management education in the emerging knowledge economy: Going beyond “Those who can, do; those who can’t, teach. *Academy of Management Learning and Education*, 6(4), 558–567. <https://doi.org/10.5465/amle.2007.27694955>
- Selingo J. (2013) *College (Un)Bound: The Future of Higher Education and What It Means for Students*, Las Vegas, NV: Amazon Publishing.
- Slaughter S., Leslie L.L. (1997) *Academic capitalism: Politics, policies, and the entrepreneurial university*, Baltimore: The Johns Hopkins University Press.
- Tijssen R.J.W., Winnink J. (2016) Twenty-first century macro-trends in the institutional fabric of science: Bibliometric monitoring and analysis. *Scientometrics*, 109, 2181–2194. <https://doi.org/10.1007/s11192-016-2041-z>
- Wells R., Wells C. (2011) Academic program portfolio model for universities: Guiding strategic decisions and resource allocations. *Research in Higher Education Journal*, 11(1). <https://www.aabri.com/manuscripts/11745.pdf>, accessed 18.01.2021.
- Xu G., Wu Y., Minshall T., Zhou Y. (2018) Exploring innovation ecosystems across science, technology, and business: A case of 3D printing in China. *Technological Forecasting and Social Change*, 136, 208–221. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.06.030>
- Yip G.S. (1981) *Market Selection and Direction: Role of Product Portfolio Planning*, Boston: Harvard Business School Publishing.