

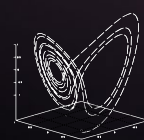


ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

октябрь
2022

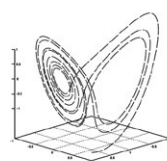
 **EduNeuro**
инфраструктурный центр «Нейронет»

 **ФОНД РАЗВИТИЯ
ФИЗТЕХ·ШКОЛ**



Технологическое образование

октябрь, 2022



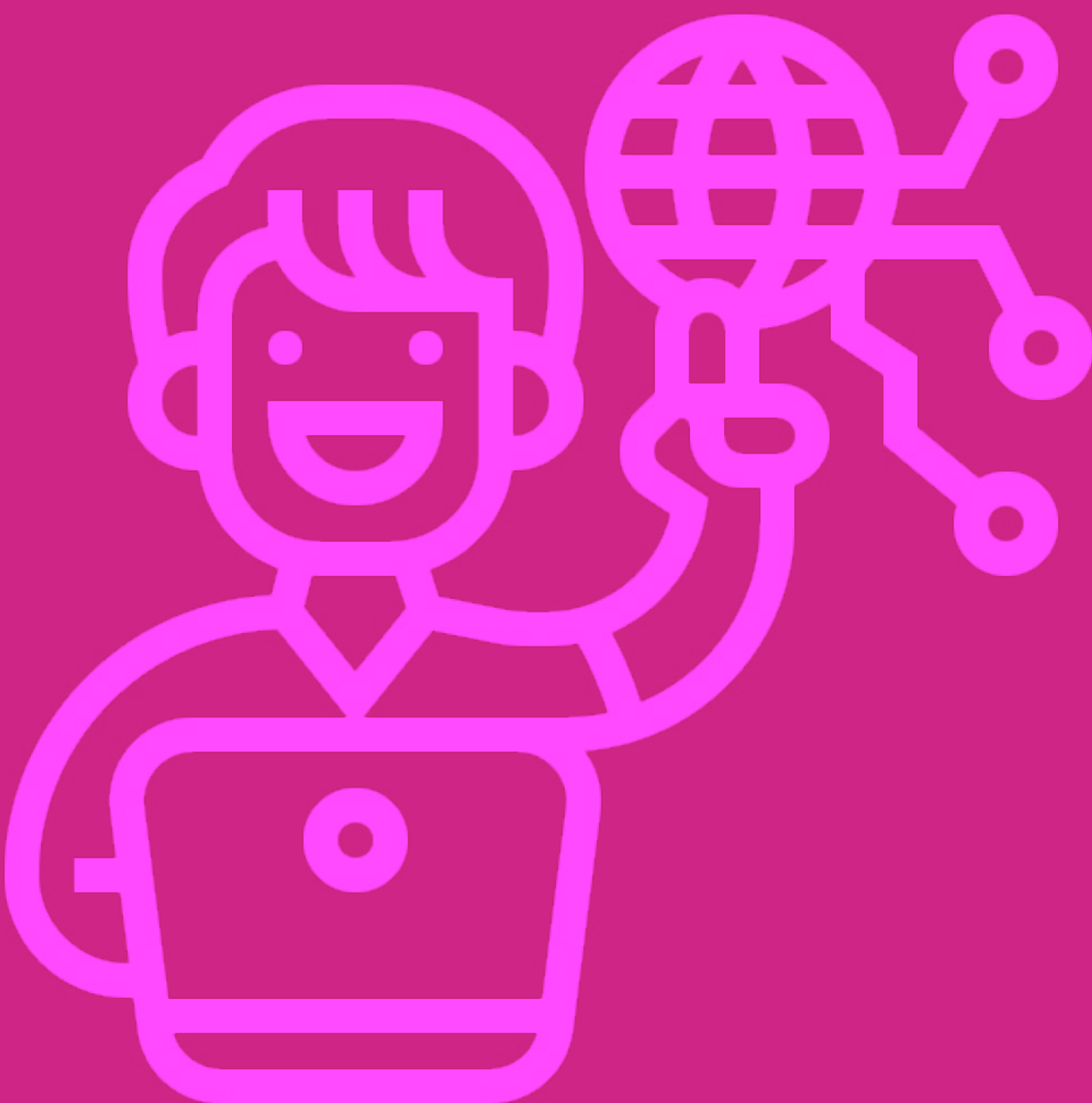
Национальная
технологическая инициатива
Пространство возможного



Оглавление

1.	Развитие технологического образования в мире	5
2.	Технологическое образование в России	18
3.	Институциональное поле технологического образования	36
4.	Роль семьи в технологическом образовании в России	42
5.	Технологическое образование в рамках трека «Школа-Вуз-Компания»	47
6.	Успешные кейсы в области технологического образования	56
7.	Ключевые методы и подходы в технологическом образовании	61
8.	Организации НТИ и их образовательные проекты	66
9.	Нормативно-правовое регулирование технологического образования	71
10.	Ключевые барьеры, препятствующие развитию технологического образования	78
11.	Общие выводы	86

Развитие технологического образования в мире



Сущность STEM-образования и связь с технологическим образованием в России

Под «технологическим образованием» в мире в различных образовательных программах может подразумеваться различное содержание. Для целей настоящего раздела целесообразно ориентироваться на позицию Международной ассоциации преподавателей технологии и инженерии (International Technology and Engineering Educators Association), объединяющей в своих рядах более 35000 педагогов из США и ряда других государств (Австралии, Канады, Китая, Кипра, Дании, Великобритании, Эстонии, Финляндии, Франции, Германии, Гонконга, Японии, Республики Корея, Нидерландов, Новой Зеландии, Филиппин, Ирландии, Сингапура, Швеции, Тайваня, Таиланда)¹. На постсоветском пространстве ассоциация представлена в Казахстане.

На официальном сайте ассоциации сделан особый акцент на STEM-образование как основное направление в современном образовании в области технологии и инженерии. Поэтому для целей настоящего раздела, посвященного развитию технологического образования в мире, мы будем ориентироваться на проблематику и тенденции в развитии STEM-образования.

Естественные науки, технология, инженерия и математика являются базой для технологических инноваций, которые приводят к развитию как одной страны, так и мира в целом. В связи с этим возникает необходимость готовить специалистов в этих областях, которые не только знают одно направление, но и могут комбинировать их. Именно на это направлено STEM-образование². Особенностью STEM-образования считается подготовка обучающихся к виду деятельности или работе, в которых успех зависит не столько от того, что человек знает, но от того, что может сделать с этим знанием. То есть ценностью признается практическая

и профессионально-техническая ориентация образования³.

В России традиционно уделяется значительное внимание **технологическому образованию**. Вместе с тем, технологическое образование не тождественно STEM-образованию. В Едином квалификационном справочнике должностей руководителей, специалистов и служащих Российской Федерации нет никаких упоминаний о STEM-специальностях⁴. Аналогичная ситуация и в Общероссийском классификаторе специальностей по образованию⁵, хотя последний в Разделе III. Направления подготовки высшего образования — бакалавриата, в Разделе IV. Направления подготовки высшего образования — магистратуры и в Разделе V. Специальности высшего образования — специалитета содержит группу специальностей «Инженерное дело, технологии и технические науки», а также «Математические и естественные науки».

Сам термин «технологическое образование», пусть и не введенный в прямом виде в двух указанных выше классификаторах, широко используется в российской науке — публикуются статьи⁶, защищаются диссертации⁷ и т.д.

Так, например, в статье Кутумовой А.А., Алексеевниной А.К., Злыгостева А.В. «Технологическое образование в двухуровневой системе подготовки педагогических кадров» дано следующее определение «технологического образования»:

«Технологическое образование — это организованный процесс обучения и воспитания, направленный на формирование технологической, экологической, экономической культуры личности обучаемых через развитие творческого технологического мышления, комплекса технологических способностей, качеств личности: социальной адаптивности, конкурентоспособности, готовности к профессиональной деятельности»⁸.

В силу определенной консервативности российского образования (как и во многих других странах), существует очевидная тенденция пытаться отвечать на вызовы /

1 International Technology and Engineering Educators Association

2 Elementary and Secondary STEM-Education // Science and Engineering Indicators

3 Технологическое образование школьников. Актуальная ситуация и пути развития. Аналитический отчет за 2018 год

4 Единый квалификационный справочник должностей руководителей, специалистов и служащих

5 Общероссийский классификатор специальностей по образованию

6 См., например, Кутумова А.А., Алексеевнина А.К., Злы-

гостев А.В., Технологическое образование в двухуровневой системе подготовки педагогических кадров // Фундаментальные исследования. — 2014. — № 9 (часть 2) — С. 414-417.

7 См., например, Каракотова, А.А. Технологическое образование в условиях реализации концепции профильного обучения — дисс. на соискание ученой степени кандидата пед. наук

8 Кутумова А.А., Алексеевнина А.К., Злыгостев А.В., Технологическое образование в двухуровневой системе подготовки педагогических кадров // Фундаментальные исследования. — 2014. — № 9 (часть 2) — С. 414-417.

требования времени в рамках сложившихся институтов, в том числе, через некоторое изменение системы технологического образования, а не в сторону большей «STEM-атизации». По некоторым оценкам, в Российской Федерации о STEM-образовании знает крайне незначительное количество представителей профессионального сообщества.

Тем не менее, практика сближения STEM-образования с технологическим образованием присутствует и в России, например, в аналитическом отчете 2018 г.⁹ «Технологическое образование школьников. Актуальная ситуация и пути развития. Аналитический отчет за 2018 год» . Помимо среза состояния технологического образования школьников в России на 2018 год, в исследовании содержится подробная характеристика сущности STEM-образования и тенденций в его развитии. В 2019 г. практика изучения технологического образования школьников в России экспертами Национальной технологической инициативы была продолжена¹⁰.

В целом, даже на терминологическом уровне в различных государственных документах существуют расхождения, затрудняющие сквозное изучение многих направлений. В частности, в государственной статистической отчетности по дополнительному образованию детей используется термин «техническое творчество».

Таким образом, под «технологическим образованием» в России в настоящей работе будет пониматься следующее:

- на уровне общего образования: учебные предметы «математика», «Информатика и ИКТ», «Физика» и «Технология».
- на уровне дополнительного образования детей и поддержки юных талантов: техническое и научно-техническое творчество.
- на уровне высшего образования (включая бакалавриат и магистратуру): группы специальностей «Инженерное дело, технологии и технические науки» и «Математические и естественные науки»;
- образовательные программы и инициативы в рамках Национальной технологической инициативы.

Безусловно, могут существовать и другие подходы к определению технологического образования. В настоящей работе предпринята попытка найти некий баланс, «золотую середину» между нормативным подходом

к анализу определенного сегмента в российском образовании (четко представленному в соответствующих образовательных стандартах и планах, но в силу этого, естественно, отличающемся консерватизмом) и многими инновациями, проникающими, прежде всего, в сектор неформального образования. Во многом, эти инновации находят свое выражение в деятельности Национальной технологической инициативы, Кружкового движения, технопарков, образовательных программах ведущих компаний и т.д.

Цель настоящей работы можно сформулировать как определение текущего состояния технологического образования в России как исходную основу для разработки стратегии его развития в последующие годы. Как было отмечено выше, страны Запада ориентируются в значительной степени на STEM-образование. **STEM расширяется как Science, Technology, Engineering, Mathematics**, то есть естественные науки, технологии, инженерия и математика. Инженерия используется в этом контексте для описания деятельности учащихся в изучении и решении важных для общества вопросов из технологической сферы. Технологии описывают все созданные человеком системы, предназначенные для решения потребностей человека. В целом, в 21 веке главенствует идея о том, что наука должна развиваться не по отдельным отраслям, а по общим темам.

В США 32,7% от всех должностей требуют знания STEM-дисциплин. Экономика, ориентированная на STEM, показывает высокие показатели по инновациям и занятости людей. Специалисты STEM зарабатывают в среднем больше, чем работники, не относящиеся к STEM, независимо от их уровня образования. Это приводит к увеличению трат в сфере недвижимости и услуг: развлечения и туризма. В 2017 году STEM обеспечил 69,1 процента от общего ВВП США, а ежегодные федеральные налоговые поступления составили 2,3 трлн долларов. Кроме того, знания, полученные в результате STEM-образования, приводят к созданию новых рабочих мест (например, из-за открытия новых технологических компаний) и поддержке соседних государств и регионов.

Исследователи выделяют **два подхода к объяснению STEM-образования**. В первом под ним понимается изучение любой

области, которая включена в STEM. Здесь наука, технологии, инженерия и математика рассматриваются как разные направления, формирующие общую совокупность. Так, Сандерс определяет STEM-образование как «подходы, которые направлены на преподавание и обучение в любых двух или более предметных областях STEM, и/или между предметом STEM и одним или несколькими другими школьными предметами».

Министерство образования США предлагает иное определение STEM-образования: «Образовательные программы в области науки, техники, инженерии и математики определяются как те, которые в первую очередь предназначены для поддержки или укрепления образования в области науки, техники, инженерии или математики (STEM) в уровне от начального и среднего до послевузовского образования, включая образование для взрослых».

Второй подход рассматривает STEM-образование как систему. Здесь внимание акцентируется на связях между составляющими STEM, что требует согласованную учебную программу. Меррилл предполагает, что STEM-образование — это «основанная на стандартах метадисциплина, существующая на уровне школы, где все преподаватели, особенно те, кто преподает естественно-научные дисциплины, технологии, инженерное дело и математику, придерживаются комплексного подхода к преподаванию и обучению, при котором содержание конкретной дисциплины не разделяется, а рассматривается как единое динамичное, плавное изучение».

В определении, которое чаще всего сейчас используется, STEM характеризуется как «междисциплинарный подход к обучению, в котором строгие академические концепции сочетаются с реальными уроками, поскольку учащиеся применяют науку, технологии, инженерное дело и математику в контекстах, сообществом, работой и глобальным предприятием, что позволяет развивать грамотность STEM и вместе с ней способность конкурировать в условиях новой экономики»¹¹.

У STEM-образования существует несколько основных целей: объяснение мира и решение проблем на основе знаний в области STEM, понимание особенностей всех на-

правлений STEM, готовность продолжать работу в сфере STEM¹².

STEM-образование строится на двух основных принципах: интеграция всех дисциплин (естественные науки, технологии, инженерия, математика) и наличие проектного подхода (учащиеся сами создают проекты или проводят исследования в рамках обучения).

STEM-образование возникло как ответ на следующие вызовы¹³:

- нехватка кадров в технологической сфере (особенно инженерно-технических специалистов)
- спрос на квалифицированных STEM-работников, способных творчески подходить к решению проблем и применять полученные знания на практике
- появление новых STEM-профессий, которые связаны с искусственным интеллектом, робототехникой и другими направлениями.

Для чего нужно STEM-образование?
Помимо подготовки человеческого капитала для новой экономики и решения технологических проблем, STEM-образование улучшает показатели учащихся в когнитивной и поведенческой сфере. На когнитивном уровне такое обучение развивает способность решать реальные проблемы с помощью знаний, полученных в STEM-образовании. Также интеграция дисциплин способствует пониманию связей между предметами и хорошей академической успеваемости в них. Кроме того, это формирует творческие способности и практический опыт. На поведенческом уровне STEM-образование в школах способствует желанию учащихся продолжать обучение по этому профилю в дальнейшем и искать работу в этой сфере. Обучение также повышает интерес к STEM-дисциплинам, из-за чего учащиеся начинают позитивно относиться к ним.

STEM-образование считается более универсальным и объективным, что ведет к восходящей социальной мобильности, так как дети из неблагополучных семей могут стать успешными из-за понятных критериев. В STEM-образовании культурный капитал, который формируется, в том числе, окружением, не является значимым, поэтому учащиеся самостоятельно способны дополнительно осваивать дисциплины. Помимо этого, про-

9 Технологическое образование школьников. Актуальная ситуация и пути развития. Аналитический отчет за 2018 год

10 Эксперты исследуют феномен неформального технологического образования школьников в России

11 STEM-education curriculum // Britannica
12 The Case for STEM-Education: Challenges and Opportunities // NSTA
13 Задания для практики STEM-образования: от сум-

мы частных задач и учебных дисциплин к целостному деятельностному междисциплинарному подходу // Cyberleninka

фессии, связанные с технологиями, позволяют работникам получить высокий доход и уважение.

Подходы к STEM-образованию

Хотя STEM-образование может не подходить для культуры некоторых регионов, многие страны успешно реализуют этот способ обучения. Подходы к STEM-образованию различаются в странах: они зависят от политического и социального устройства. Можно выделить четыре модели обучения: англо-американскую, европейскую, азиатскую и подход стран с развивающейся экономикой.

В англо-американской модели, включающей в себя США, Канаду, Великобританию, Ирландию, Австралию и Новую Зеландию, STEM-образование поддерживается на государственном уровне, хотя больше контроль передается субъектам (например, штатам в США). Также в развитии участвуют фонды, ассоциации преподавателей и представители бизнеса. Хотя многие отмечают снижение участия государства в STEM-образовании, многие из перечисленных стран являются важными агентами на рынке. Проблемы часто связаны с отсутствием квалифицированных преподавателей и низкой успеваемостью учащихся.

В США выделены 7 наиболее популярных образовательных программ в области STEM-образования: химическая инженерия; компьютерные науки; биомедицинские науки; математика и статистика; физика; гражданская инженерия; химия¹⁴.

В европейской модели (как Западной, так и Восточной Европе) в STEM-образовании задействованы, в основном, некоммерческие организации. Хотя существуют инициативы, исходящие от правительства и некоммерческих организаций, государство в большей степени поддерживает проекты, чем создает свои. Также там распространены международные проекты. Особенно высокие показатели в STEM-образовании отмечаются в Швейцарии, Швеции, Финляндии, Германии и Нидерландах. На это, в том числе, влияют представления о центральной роли науки в жизни человека и развитая промышленность.

Азиатская модель (Юго-Восточная и Восточная Азия: Китай, Южная Корея, Япония, Тайвань и Сингапур) подразумевает регламентацию и контроль со стороны государства. Среди населения отмечается важность

образования, в котором отдельное место занимает STEM. Правительства там поддерживают образовательные инициативы и организации по STEM. В азиатских странах особенно акцентируются на академических успехах по дисциплинам, иногда учащихся с высокими достижениями в STEM переводят в специальные школы, а также выдают им стипендии. Также важен авторитет преподавателей (особенно в Китае), которые обладают широкой базой знаний в области STEM. В целом, этот акцент приводит к повышению качества преподавания. Корея включает искусство в программу обучения, из-за чего происходит переход к системе STEAM (в аббревиатуру добавляются Arts). В Сингапуре и Тайване существуют специальные технические школы, а в Тайване — технические университеты.

В странах с развивающейся экономикой (Южная Африка, Бразилия, Аргентина) существуют попытки внедрить STEM-образование, однако первоочередной задачей является повышения уровня участия детей и подростков в базовом образовании и привлечения более квалифицированных кадров.

STEM 1.0 используется при обучении по стандарту K-12 (стандарт обучения в классах естественнонаучного профиля для школьников 5-18 лет). При такой концепции дисциплины могут преподаваться отдельно друг от друга. Для каждой дисциплины отдельно прописывается учебный план, стратегия обучения, критерии успеваемости учащихся, сильные и слабые стороны и т.п.

При концепции STEM 2.0 используются несколько курсов, которые могут быть объединены в равной мере или один курс может быть дополнен другим. Преимущественно их используют для средних школьников.

Как правило, объединяют или дополняют такие дисциплины как «Наука и техника», «Естественные науки и математика», «Технологии и инженерные разработки», «Технология и математика», «Инженерия и математика».

Концепция STEM 3.0 представляет собой еще более комплексный подход для более старших школьников, где представлены более интегрированные курсы такие как «Наука, технология и инженерия Наука, инженерия и математика», «Технология, инженерия и математика», «Математика, технология и наука» и т.п.

При STEM 4.0 происходит преподавание полной интеграции четырех дисциплин — программа в области науки, техники, инженерии и математики.

Ниже представлена сравнительная таблица подходов к технологическому и STEM-образованию в России и в мире по четырем основным параметрам:

Таблица 1. Подходы к технологическому и STEM-образованию в России и в мире

Модель/Параметр	Содержание образования	Участие государства	Социальный аспект	Степень формализации
Англо-американская	Значительная доля химии и биологии. Большое внимание — мягким навыкам	Среднее	Женщины, расовые меньшинства	Средняя
Европейская	Математика ¹⁵	Низкое	Женщины	Низкая
Азиатская	Программирование, робототехника	Среднее	Нет	Высокая
Российская	Физика, математика	Высокое	Почти нет	Средняя

Российские традиции и подходы к научно-техническому образованию

Во многом эти отличия вызваны тем, что российское научно-техническое и технологическое образование опирается на собственную историческую традицию.

Система специального технического образования в СССР включала следующие отрасли: геологическое, горное, энергетическое, металлургическое, машиностроительное, приборостроительное, радиоэлектронное, лесоинженерное, химико-технологическое, технологическое (в области производства продовольственных продуктов и товаров широкого потребления, а также бытового обслуживания), строительное, геодезическое, гидрометеорологическое, транспортное и связи¹⁶.

Разработка концепции развития научно-технического образования в постреволюционный период началась еще в 1920-1930-е гг. Тогда появились первые работы, посвященные этой проблеме. Были сформулированы основные требования к научно-техническому образованию, которое должно было быть связанным с общими и политическими знаниями, отвечать требованиям научно-технического

прогресса, основываться на соединении обучения с производительным трудом.

Создание и развитие в СССР системы профессионально-технического образования стало важной частью сталинского мобилизационно-модернизационного проекта¹⁷.

В 1940–1970-е гг. в связи с интенсивным развитием промышленности и аграрного сектора экономики широкое распространение и развитие получила система профтехобразования. Было сформулировано понятие системы производственного обучения. В 1966 г., когда XXIII съезд КПСС поставил задачу введения всеобщего среднего образования, возникла объективная необходимость создания средних профессионально-технических училищ.

В сфере научно-технического образования основной акцент был сделан на физику и математику. Занятие математикой noticeably поощрялось в школах. Олимпиады и математические конкурсы для учеников 8, 9 и 10 классов 10-летней школы проводились на городском, региональном, республиканском и национальном уровнях.

В 1960–1970-е гг. необходимость повышения качества подготовки в условиях научно-технического прогресса вылилась в создание новых образовательных программ, ориентированных, в первую очередь, «на под-

14 STEM Courses in USA // leveragidu.com

15 Education Polices in Europe // SCIENTIX Observatory Report — October, 2018

16 Техническое образование // Большая Советская Энциклопедия

17 Захаровский, Л.В. Советская модель профессионально-технического образования: актуализация опыта в современных условиях. — Екатеринбург: РГППУ, 2015.

готовку работников “сквозного” профиля, способных без особых затруднений осваивать модернизированное оборудование и новые технологические процессы¹⁸.

Сложность теоретического обучения постоянно повышалась, и к середине 1980-х гг. оно подразумевало прочное овладение учащимися основами наук, техническими, агрономическими, экономическими и другими специальными дисциплинами, раскрывающими тенденции и перспективы научно-технического и социального прогресса, выработку навыков и умений применять полученные знания на практике, особенно для создания и эксплуатации новой техники, автоматизированных производств с использованием компьютеров, роботов, микропроцессорных средств и гибких технологий. Профессиональная подготовка должна была сочетаться с общеобразовательной, уровень которой в училище должен соответствовать единому уровню общего среднего образования, установленному в стране¹⁹. Однако в сфере профессионально-технического образования в СССР обеспечить такую подготовку не получилось.

Высшие учебные заведения, особенно университеты, являлись крупными научными центрами. Профессорско-преподавательский состав в них наряду с учебно-воспитательной работой вёл большую научную работу, в которой принимали участие и студенты. Почти во всех вузах имелись научные студенческие общества.

В послевоенный период в СССР развитие науки и техники определялось в качестве приоритетного направления. Но проблеме повышения эффективности функционирования всей научно-технической сферы уделялось внимания намного меньше, чем задачам количественного увеличения научно-технического потенциала. Целью научно-технической политики в этот период явилось резкое повышение темпов технического совершенствования во всех отраслях промышленности на базе электрификации, комплексной механизации и автоматизации производственных процессов. Произошло развертывание в широких масштабах научно-исследовательских и опытных проектно-конструкторских работ (НИОКР) по созданию высокопроизводительных станков, автоматических линий, осуществление мероприятий по технической

реконструкции действующих заводов и фабрик. Главный упор делался на массовое применение уже накопленного научно-технического опыта²⁰. В послевоенные годы в СССР начался опережающий рост численности научно-технических работников по сравнению с ростом научного сообщества в целом.

К концу 1980-х гг. техническое образование перестало реагировать на меняющиеся потребности экономики в подготовке специалистов. По многим важным научно-техническим направлениям обучение велось в недостаточных масштабах. Мало готовили специалистов по таким важнейшим в условиях научно-технической революции отраслям, как информатика, вычислительная техника, микропроцессорная и лазерная техника и т.д.²¹

Проблемы STEM-образования²²

1. Неравный доступ к STEM-образованию
Качественное STEM-образование доступно не всем учащимся. На обучение в STEM-областях влияет география страны и материальное положение. Изоляция преподавателей в сельских учреждениях (отсутствие профессиональных связей и среды для взаимодействия с другими экспертами) ведет к снижению качества образования и образовательных возможностей учащихся. Высокая стоимость STEM-обучения в некоторых школах и университетах не дает учащимся из малообеспеченных семей получать желаемое образование.

2. Предвззсудки о социальных группах
Существуют группы, которые мало представлены в STEM-образовании. Женщины, расовые и этнические меньшинства, люди с ограниченными возможностями здоровья и некоторые другие группы людей не имеют доступа к обучению или не идут в STEM из-за враждебной среды.

3. Изменения процесса получения образования
Существующая система STEM-обучения не подходит для потребностей учащихся: они начинают свое образование позже (в особенности — позже поступают в университеты). Также часто студенты фокусируются на хороших оценках и получении диплома, а не на развитии навыков и знаний STEM-области.

18 Там же.
19 Там же.
20 Бодрова, Е.В. О развитии научно-технического комплекса СССР в условиях научно-технической революции

21 Там же
22 STEM-Education for the Future // NSF

4. Неадаптированность STEM-образования для изучения взрослыми²³

Существует мало программ для изучения, повышения квалификации или переквалификации для взрослых людей.

5. Необходимость креативного мышления
Хотя STEM-образование способствует развитию творческих навыков, многие учащиеся не имеют креативного мышления, которое необходимо для решения сложных технологических проблем.

6. Отсутствие квалифицированных преподавателей

Преподаватели должны знать все дисциплины STEM для лучшей интеграции предметов, а также понимать, как обучать студентов (иметь педагогические навыки). Достаточно сложно найти такие кадры, и многие учителя не считают себя подготовленными к использованию STEM-подходов.

7. Отсутствие подходящей школьной среды²⁴
В STEM-образовании часто используются электронные материалы, лаборатории и другие ресурсы, которые являются дорогостоящими и не всегда доступными в регионах.

Тренды в технологическом образовании школьников в мире

В публикациях, посвященных STEM-образованию, выделяются следующие тренды в его развитии.

1. Переход к онлайн-образованию²⁵
За последние 2 года онлайн-обучение получило мировое признание как инновационный способ получения образования. Став неотъемлемой частью жизни в период Covid-19, онлайн-обучение позволило продолжить процесс получения образования и преподавания в условиях локдауна.

Несмотря на постепенное возвращение к классическим методам образования на фоне завершающейся пандемии, методы онлайн-обучения не теряют своей популярности и актуальности: многие из онлайн-инструментов завоевали преданность и доверие пользователей за счёт простоты использования и эффективной интеграции в образовательный процесс. Таким обра-

зом, на сегодняшний день наблюдается активное совмещение классических аудиторных занятий с рядом онлайн-элементов. К ним относятся:

Онлайн образовательные платформы. Платформы для индивидуального образования, такие как Coursera, EdApp, Google Classroom, edX, BlackboardLearn, Skillshare и т.д., находятся на пике популярности. Кроме того, с начала пандемии многие образовательные учреждения перешли на онлайн-платформы Moodle и Coursera for Campus.

Образовательные видеоролики. Такие видео-сервисы как YouTube, Netflix и TED-Ed оказались на пике популярности в 2020-2021 годах, тогда как широко использовались преподавателями для подачи образовательного материала. Существуют основания полагать, что в ближайшем времени эта тенденция продолжит существование в силу того, что видеоролики, как правило, отвечают необходимым для STEM-образования качествам — они содержат актуальную информацию, дают возможность визуального изучения материала и работы над ним в удобном для ученика темпе с помощью функций пауз и перемотки.

Социальные сети. В первую очередь, Facebook, Twitter, Instagram и Вконтакте выступают в качестве платформы для обмена информацией между STEM-преподавателями и обучающимися. Кроме того, сайты имеют ряд функций, которые возможно использовать для организации интерактивного обучения.

По данным Research and Markets, в 2021 году стоимость рынка онлайн-образования оценивалась в 269,87\$ млрд. Благодаря существующим тенденциям, в 2027 данный рынок способен достигнуть 585,48\$ млрд. в капитализации. Ключевыми игроками являются Coursera, Instructure Inc., Byju's, Adobe Inc. and Alphabet Inc — компании являются лидерами в разработке инновационных решений в сфере образования²⁶.

2. Внедрение STEM в образование с раннего возраста²⁷

В большинстве развитых стран фокус в стратегиях развития технологического образования направлен на внедрение STEM на ранних

23 Global Online Education Market (2022 to 2027) // Globenewswire
24 Integrated STEM-Education: A Systematic Review of Instructional Practices in Secondary Education // European Journal of STEM-Education
25 The Top 3 Trends You Can Expect in STEM-Education in 2021 // Solid Professor
26 The Role and Importance of Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Skills // Business Europe
27 Inspiring STEM-learning and careers with AI // Deloitte

этапах детского развития. Попытка направить больше ярких умов в высшее образование, ориентированное на STEM, должна начинаться с ранних этапов обучения.

Об этом свидетельствует ряд исследований: аналитики Deloitte считают, что решающим фактором того, будет ли студент изучать STEM-специальность в университете, является то, сформирует ли он намерение сделать это в старшей и средней школе²⁸.

По мнению специалистов BusinessEurope, детям следует начинать приобретать знания и компетенции STEM уже в дошкольном возрасте. Начиная с игровых подходов в детском саду, STEM-образование должно продолжаться на протяжении всего общего или профессионального образования. Ключевой момент двух подходов состоит в том, чтобы сделать естественные и математические предметы привлекательными для изучения²⁹.

Ярким примером реализации данной идеи является совместный проект Федерации австрийской промышленности и министерства образования Австрии «Знак одобрения STEM» в 2016 году. В рамках проекта поучаствовало более 200 детских садов и школ, являющихся моделью STEM-образования для других учебных заведений³⁰.

3. Потеря увлеченности детей STEM-образованием

Зачастую, заинтересованность учеников STEM-предметами и специальностями сокращается. В 2018 году было проведено исследование: 121 ученику средней школы была представлена образовательная программа Bitara-STEM, направленная на практическое обучение и знакомство с методами инженерного проектирования. Спустя 2 года после окончания программы среди школьников был проведён опрос, который показал, что в течение двух лет отсутствия STEM-программы, интерес к предметам в сферах STEM неуклонно падал³¹.

Таким образом, чтобы достигнуть цели создания нового поколения STEM-специалистов, должна осуществляться стабильная стратегия непрерывного и активного обучения STEM. Подходы к преподаванию и обучению в школах должны отражать более практические подходы к обучению, включая интеграцию предметов STEM в образовательный процесс.

Некоторые данные показывают, что в то время как школьники Азиатского региона улучшают средние результаты экзаменов по математике и химии, в Европе и США данный тренд не наблюдается — уровень школьных знаний по STEM-предметам стагнирует на протяжении последнего десятилетия. Американский совет по науке также указывает на то, что происходит увеличение разрыва в академических результатах между учащимися с высокой и низкой успеваемостью³².

Причиной тому прежде всего является недостаточное количество квалифицированных STEM-преподавателей, и, как следствие, невозможность уделить каждому ребёнку должное внимание и завлечь его в образовательный процесс. На решение данной проблемы направлено множество государственных и общественных инициатив. Существуют также программы, направленные на STEM-образование родителей, чтобы они в свою очередь имели возможность содействовать своим детям в учёбе и повышать их интерес к сфере STEM³².

4. Геймификация образования

Под геймификацией образования, как правило, понимается процесс включения в образовательный процесс элементов игры с целью повысить мотивацию и вовлечённость учащихся в процесс образования. Геймификация может включать в себя как непосредственное внедрение игр и видеоигр, так и методов подобных зарабатыванию «очков», командной работы, перехода на новый уровень и т.д.

В последние годы влияние геймификации образования на академические успехи учащихся стало актуальной темой исследований. Все они свидетельствуют, что существует положительная корреляция между внедрением в учебу видеоигр и успеваемостью студентов по математике. Примечательно, что под положительным влиянием оказываются учащиеся разных возрастных групп — от начальных классов до старшей школы.

В этой связи, существует запрос на укрепление дизайна игрового процесса и игровые механизмы дабы повысить успеваемость учащихся. По мнению экспертов, геймификация наиболее эффективна при внедрении в начальных школах и выступает, в первую очередь, как средство популяризации STEM среди детей³⁴.

5. Внедрение технологий виртуальной и дополненной реальности в образование

- Новейшее оборудование, поддерживающее виртуальные технологии, включает:
- Смартфоны, закрепленные на гарнитурах
- Специализированные головные дисплеи (HMD)
- Очки дополненной реальности

На повестке дня на рынке виртуальных технологий — создание менее сложного и более бюджетного оборудования.

Наравне с геймификацией, технологии AR и VR способствуют образовательному процессу посредством улучшения отношения студентов к учёбе. Исследования показали, что внедрение 3D модели с помощью VR у студентов инженерных специальностей дало лучший результат, чем классические методы подачи образовательного материала.

Таким образом, по мере снижения цен на VR и AR, внедрение данных технологий улучшает усвоение студентами информации, развивает пространственное мышления и повышает увлечения учащихся в образовательный процесс. Всё это обеспечивает конструктивный подход к обучению.

6. Увеличение использования STEM-игрушек

Под STEM-игрушками как правило понимаются конструкторы, механические игрушки и игровые наборы, ориентированные на развитие навыков и прививания интереса к программированию, инженерии и химии. Развивающие игрушки учат детей моторике, так как направлены в первую очередь на ручную работу, и подчеркивают важность обучения в игровой и интерактивной форме. Помимо прочего, они поощряют внешкольную STEM-активность.

Индустрия игрушек значительно изменилась под влиянием цифровых устройств. Дети прекращают играть в игрушки всё в более раннем возрасте, переключаясь на видеоигры и электронные девайсы. Тем не менее, родители продолжают активно приобретать STEM-игрушки с намерением подготовить своих детей к STEM-образованию.

Умные игрушки были внедрены в образовательный процесс во Вьетнаме. Исследования

показывают, что учащиеся 5–8 классов с математическим уклоном положительно отнеслись к STEM-конструкторам в процессе учёбы. Они способствовали обучению более практико-ориентированным и осмысленным способом. Кроме того, процент активно участвующих в учебном процессе детей увеличился³⁵.

Доказано, что пространственные способности поддаются тренировке, существует связь между моторными навыками и умственными способностями. Кроме того, решение пространственных задач и упражнения с использованием пространственных материалов повышают академические способности у обоих полов³⁶.

По данным Research and Markets, группа 8–12 лет считается самым быстрорастущим сегментом до 2025 года, на сегодняшний день он составляет порядка 31% от всего рынка. Именно в этом возрасте родители стараются развить любовь детей к сфере STEM. Отмечается доминирование электронных и технологических продуктов. Таким образом, ожидается, что к 2025 году этот сегмент превысит 3 миллиарда долларов. Наибольшую популярность STEM-игрушки обрели в Азии, особенно в Китае, Европе, Северной Америке и странах Персидского залива³⁷.

7. Рост дефицита STEM-учителей

На протяжении многих лет отслеживается общий рост дефицита учителей. Особенно эта тенденция касается STEM-учителей — динамичная сфера требует регулярного повышения квалификации и навыков, что требует существенных финансовых и временных вложений. Этот негативный тренд особенно остро прослеживается в исследованиях, посвященных STEM-образованию в Европе и США.

В странах ЕС ощущается нехватка STEM-преподавателей на всех этапах образования. На сегодняшний день большее внимание уделяется не инвестициям в подготовку новых учителей, а улучшению профессионального развития уже работающих учителей STEM. Для решения нехватки кадров реализуется национальные и международные инициативы. Одной из них является проект «Наука на сцене Европы». Она объединяет более 100.000 учителей STEM из 32 стран и направлена на улучшение преподавания естественных наук.

28 Strengthening STE(A)M education in the EU // The EU’s Assembly of Regional and Local Representatives

29 Students’ interest towards STEM: a longitudinal study // Research in Science & Technological Education

30 Elementary and Secondary STEM-Education // Science and Engineering Indicators

31 10 trends and predictions for STEM-education // Robotlab

32 How to inspire the next generation of women in STEM // EY

33 The Role and Importance of Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Skills // Business Europe

34 Virtual Technologies Trends in Education // EURASIA Journal of Mathematics Science and Technology Education

35 10 trends and predictions for STEM-education // Robotlab

36 Strengthening STE(A)M education in the EU // The EU’s Assembly of Regional and Local Representatives

37 The Role and Importance of Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Skills // Business Europe

В США основной проблемой является тот факт, что в силу нехватки времени американские учителя тратят значительно меньше времени на профессиональное развитие и сотрудничество с коллегами в сфере STEM-образования, чем их зарубежные коллеги. Таким образом, существует необходимость поддерживать учителей различными формами мотивации. Например³⁸:

- Создание неформальных объединений учителей с целью обмена опытом. Это могут быть как привычные нам коалиции учителей и профсоюзы, так и неформальные сети (Science on Stage Europe, eTwinning)
- Награждение инициативных учителей, которые вводят инновационные подходы к преподаванию и обучению, и готовы делиться своим опытом («Учитель года»)³⁹.

8. Фокус внимания на проблемы устойчивого развития

Все экономические, общественные и образовательные процессы 21-ого века рассматриваются в контексте целей устойчивого развития. Они играют первостепенную роль для ведущих стран и организаций, так как общество будущего будет полагаться на идеи заботы о природе и человеческом благополучии. Именно достижения в сфере науки, технологий, инженерии и математики являются двигателями прогресса, уменьшают антропогенный след на экологию и предоставляют возможность гармоничного развития в последующие годы.

Кроме того, образование считается центральным элементом устойчивого развития. Это послужило появлению понятия «образование в интересах устойчивого развития» — подход к образованию как способу обеспечить человеческое благополучие и решить глобальные проблемы.

Целью Десятилетия образования в интересах устойчивого развития Организации Объединенных Наций (2005-2014 гг.), является интеграция принципов, ценностей и практик устойчивого развития во все аспекты образования и обучения. Эти образовательные усилия будут способствовать изменениям в нашей повседневной жизни и создадут более устойчивое будущее с точки зрения экологической целостности, экономического разви-

тия и справедливого общества для будущих поколений⁴⁰.

9. Фокус на технологической стороне STEM-образования

Направления, связанные с ИТ, блокчейном, нейротехнологиями и машинным обучением являются самыми востребованными в сфере STEM. Обуславливается это тем, что в условиях цифровизации экономики, владение вышеперечисленными технологиями будет определять конкурентоспособность как отдельных личностей, так и компаний, и целых государств.

По отчёту Ассамблеи региональных и местных представительств ЕС, потребность в STEM-специалистах, в частности инженерах, неуклонно растёт, следовательно, именно STEM-предметы должны быть более распространены на разных уровнях образования и обучения. Европейский центр развития профессионального обучения оценил, что к 2025 году занятость в технологических секторах вырастет на 6,5% по сравнению с 2013 годом.

Примечательно, что данный тренд отчетливо прослеживается во всех регионах мира. Таким образом, всё больше государственных программ сфокусированы на расширение использования технологий во время учёбы и повышения цифровой грамотности среди учащихся.

Основные игроки и программы в области технологического образования школьников в мире: такие страны, как США, Великобритания, Австралия, Китай, Тайвань и Корея, занимаются разработкой учебных программ K-12 STEM, где школьники обучаются STEM-дисциплинам от детского сада до окончания школы. Одними из самых активных стран в STEM-образовании считаются:

США

В США развитие STEM-образования началось в середине 20-го века во время технологического противостояния с Советским Союзом. Некоторые исследователи отмечают, что в основе американского STEM-образования лежит опыт Российской Империи и Советского Союза по подготовке инженерных кадров со школы. Также в стране действует Комитет при Научно-технологическом совете, который координирует программы STEM-об-

разования, и Комиссия по науке, инженерному делу и общественной политике Академии наук США, занимающаяся разработкой мероприятий для развития STEM-образования.

Великобритания

В Великобритании существуют преимущественно негосударственные компании по STEM-образованию: STEMNET координирует взаимодействие в рамках STEM-деятельности и обеспечивает реализацию основных школьных программ, а EngineeringUK обеспечивает реализацию Программы инженеров будущего, направленную на развитие инженерной карьеры студентов⁴².

Австралия

В Австралии действует национальная учебная программа по естественным наукам (состоит из трех компонентов: понимание науки, навыки научного исследования и наука как деятельность человека) (ACARA, 2010). Программа направлена на предоставление возможности развить научные знания и навыки обоснованного принятия решений, а также содействует развитию карьеры в научной сфере. Также программа подчеркивает значимость научной грамотности для каждого гражданина и приоритет математики. Австралийская академия наук спонсирует разработку начальных и средних учебных программ, целью которых является развитие научной грамотности. Также страна использует STEM-образование для технологического решения политических и экономических проблем⁴³.

Индия

В Индии Правительство направляет ресурсы на развитие STEM-образования с середины 20-го века и выделяет естественные науки и математику как факторы, важные для экономического развития страны, поэтому выделяют их как неотъемлемую часть учебной программы школьного образования. Благодаря этому в Индии за последнее время была создана обширная научно-техническая инфраструктура. Согласно исследованиям, более ¾ студентов, выбравших научных трек, сделали это из-за интереса к науке, а не из-за возможностей трудоустройства⁴⁴.

Малайзия

Малайзия также уделяет внимание росту научной грамотности и вводит обязательное изучение естественных наук в начальной школе. Согласно исследованию PISA, 57% учащихся владеют научной грамотностью, а 41% — математической грамотностью⁴⁵.

Бельгия

В Бельгии в средней школе, кроме обязательных дисциплин по естественным наукам и математике, существует также интегрированная STEM-дисциплина по выбору. Также в стране разработаны специальные учебные стандарты, которые регламентируют STEM-практики. Кроме того, с каждым годом в Бельгии наблюдается все больше школ, которые используют STEM-инициативы и внедряют интегрированные дисциплины: например, общую дисциплину по естественным наукам и географии. Помимо этого, в Бельгии уделяют внимание коммуникации между учителями и школьной администрацией, повышая вовлеченность участников программ⁴⁶.

Бразилия

В Бразилии большое внимание уделяется практическому получению знаний, а лабораторий в школах часто бывает больше, чем классным комнат. В средней школе у учащихся есть три оси: общее образование, научно-техническое и гуманитарное, а также внеклассные мероприятия. В ходе научно-технического блока учащиеся изучают математику, физику, информатику, химию и биологию, а в рамках внеклассных мероприятий могут посещать научный клуб, кружки по робототехнике, программированию и т.п.

STEM-философия используется в школах Бразилии с 2010-х годов, в ходе нее был выработан формат работы, при котором учебные курсы сформированы в следующем соотношении: 40% теоретических занятий; 40% практических занятий; 20% проектов, а также внеклассные занятия⁴⁷.

Китай

Внедрение STEM-образования происходило в Китае с 2001 года, а в 2016 году достигло своей кульминации.

С 2016 года во многих регионах Китая стали появляться программные документы, где подчеркивалось внедрение STEM-обучения в школах. В 2017 году Китайский Националь-

38 STEM-Education in Secondary Schools: Teachers' Perspective towards Sustainable Development // MDPI

STEM-Education // MDPI

40 Strengthening STE(A)M education in the EU // The EU's Assembly of Regional and Local Representatives

39 Assessing Teacher's Attitude, Knowledge, and Application (AKA) on STEM: An Effort to Foster the Sustainable Development of

41 Анализ опыта США и Великобритании в развитии STEM-образования // Cyberleninka

42 Там же

43 Perspectives on Australian, Indian and Malaysian approaches to STEM-education // International Journal of Educational Development

44 Perspectives on Australian, Indian and Malaysian approaches

to STEM-education // International Journal of Educational Development

45 Ibid

46 Teaching STEM in the Secondary School: Helping Teachers Meet The Challenge (pp.237-265)

47 Teaching STEM in the Secondary School: Helping Teachers Meet The Challenge (pp.237-265)

ный институт педагогических наук выпустил «Белую книгу по STEM-образованию в Китае за 2017 год», согласно которой STEM-образование соответствует экономической стратегии развития Китая, а также стратегии по развитию талантов. Также в 2017 году такие университеты, как Пекинский университет и Университет Цинхуа открыли прием в Maker и STEM-education.

При этом отмечают, что в Китайских школах достаточно слабо развита практическая составляющая занятий, но правительство ставит своей целью развитие у учащихся навыков решения реальных проблем с помощью комплексного STEM-подхода. Китай выделяет следующие задачи STEM-образования:

- образование должно быть включено в национальную стратегию подготовки инновационных талантов
- STEM-образование — это программа обучения на протяжении всей жизни
- STEM-образование должно охватывать различные дисциплины и сегменты
- STEM-образование — это средство для развития всесторонних качеств всех учащихся
- STEM-образование — это образовательная инновационная практика, охватывающая все общество
- STEM-образование может принести пользу всем учащимся, особенно учащимся особых групп⁴⁸.

Израиль

В Израиле с 1995 года в средней школе действует интегрированная программа по науке и технике.

Также с 2011 году в стране реализуется программа повышения квалификации «Научно-технические резервы» для 7-12 классов, которая направлена на увеличение числа школьников, показавших высокие результаты по STEM-дисциплинам в средней школе. Однако интегративных элементов STEM-дисциплин в программе нет, а преподаются только математика, физика и компьютерные науки. Помимо этого, Израиль содействует инновациям преподавания STEM в начальной и средней школе.

Рынок STEM-образования

Федеральное Правительство США ежегодно

тратят около 3 миллиардов долларов на образовательные программы STEM, а частные компании, поддерживающие STEM, выделяют около 1 миллиарда долларов в год⁴⁹. В 2022 году предлагаемый бюджет на развитие STEM-образования составляет 5 миллиардов долларов⁵⁰.

Также в США количество дипломов по специальностям STEM с 2014 по 2019 год выросло более, чем на 15% в период с 2014 по 2019 год. В 2019 году сертификат получило почти 8 тысяч студентов⁵¹.

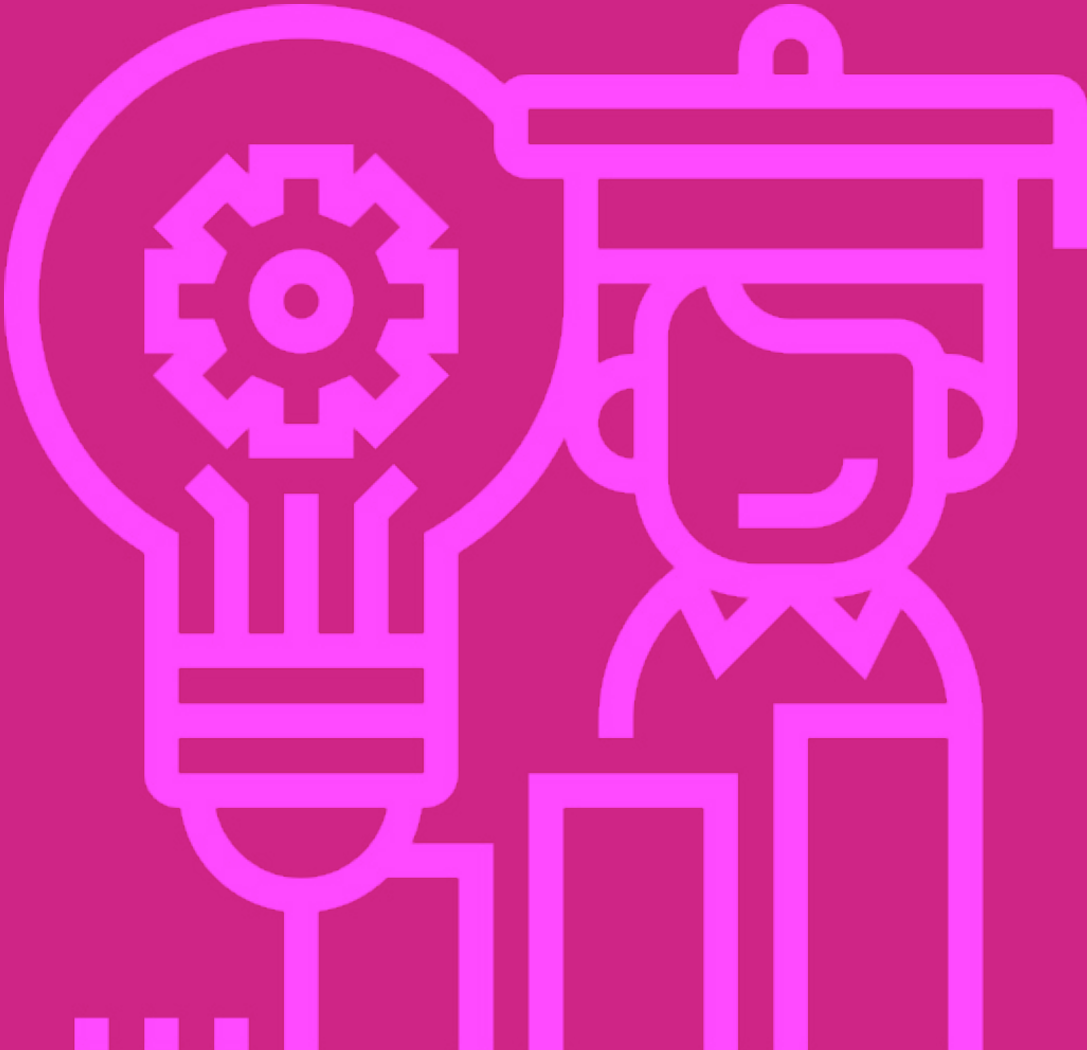
С 2022 до 2025 года прогнозируется рост специалистов STEM на 8%, что намного выше среднего прогноза роста на 3% для всех профессий. (Европейская комиссия, 2015)⁵².

48 Teaching STEM in the Secondary School: Helping Teachers Meet The Challenge (pp.237-265)
49 Effects of STEM-Education Seminars on Teachers in the Schools of North Cyprus // EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education

50 Biden's 2022 Education Budget Prioritizes STEM, Students of Color // Best Colleges
51 2021 STEM-Education Report Card // Washington State STEM-Education Innovation Alliance
52 Towards the ATS STEM Conceptual Framework // ATS-STEM

2

Технологическое образование в России



Иллюстр. Елизавета Плещинская

Описание направлений рынка технологического образования

Таблица 2. Основные технологии и продукты, представленные на рынке технологического / STEM-образования

Технология/продукт	Описание	Объем рынка в России (2021, млрд. руб.)	Емкость мирового рынка (2021, млрд. USD)
Онлайн-образование ⁵³	Услуги дистанционного (электронного) обучения, которые позволяют в режиме реального времени получать необходимую информацию.	40-45 ⁵⁴	269,8-280,4 ⁵⁵
Образовательные технологии (EdTech)	Технологии, которые имеют достаточно широкий спектр. В данную категорию можно отнести формат микро-обучения (новая информация поступает маленькими порциями, затем регулярно повторяется); технологии, улучшающие офлайн-обучение (интерактивные доски) и др.	53,3-56 ^{57, 58}	106,5-254,8 ⁵⁹
VR/AR/MR технологии ⁶⁰	Технологии полного и частичного погружения в виртуальный мир позволили улучшить понимание учебного материала и привлечь больше интереса к образовательному процессу. Погружаясь в определенную среду исследования, обучающимся стало легче воспринимать материал. В образовательных целях возможно применение VR-очков для детального рассмотрения важных тем, упрощения понимания (например, в разборе анатомии).	1,4 (2020)	20,9-28 ⁶¹

53 Онлайн-обучение (e-learning) // kogio
54 Онлайн-образование (рынок России) // TAdviser
55 Global Online Education Market // ResearchAndMarkets
56 EdTech. Объясняем простыми словами // СФ
57 Edtech-прогноз // EDtechs
58 Онлайн-образование (рынок России) // TAdviser
59 Education Technology Market Size // GVR
60 Виртуальная реальность в образовании // ВШЭ
61 Augmented reality (AR), virtual reality (VR), and mixed reality (MR) market size // statista

Технология/продукт	Описание	Объем рынка в России (2021, млрд. руб.)	Емкость мирового рынка (2021, млрд. USD)
Образовательные школьные программы ⁶²	Ряд технологий, которые основаны на особенности развития мозга ребенка школьного возраста. Они направлены на оптимизацию и индивидуализацию образовательного процесса посредством цифровых и компьютерных технологий.	21,5 (2020) ⁶³	16,5 ⁶⁴
Образовательные ПО и приложения ⁶⁵	Технологии, которые представляют собой персонализированное комплексное решение для обучения. Позволяют поддерживать онлайн-обучение (в частности самообучение), также делают образовательный процесс более доступным.	н/а	10,9-11,9 ⁶⁶
Игровое обучение ⁶⁷	Нестандартный подход к образовательному процессу, основанный на применении видеоигр. Сюда также можно отнести образовательные приложения, которые разбивают всю информацию курса на игровые модули (геймифицированные микроуроки).	н/а	7,1-11 ^{68, 69}

Охват технологического образования по направлениям

Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования (утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 декабря 2010 г. N 1897, с изменениями и дополнениями), который представляет собой совокупность требований, обязательных при реализации основной образовательной программы основного общего образования, предполагает, что в учебный план входят (среди прочего) следующие обязательные предметные области и учебные предметы, связанные с технологическим

образованием:

- математика и информатика (математика, алгебра, геометрия, информатика);
- естественно-научные предметы (физика, биология, химия);
- технология (технология).

В рамках общеобразовательных школ реализация технологического образования происходит в рамках Концепции преподавания предметной области «Технология» в образовательных организациях Российской Федерации, реализующих основные общеобразовательные программы, утвержденной на коллегии Министерства просвещения Российской Федерации 30 декабря 2018 года.

Разработаны Методические рекомендации по реализации Концепции преподавания предметной области «Технология» от 24 дека-

62 Основные направления когнитивных исследований в сфере образования // Черникова И.В.
63 Предварительный анализ в рамках направления «Нейронет»
64 Предварительный анализ в рамках направления «Нейронет»
65 Образовательные приложения и как они работают // kiiky
66 Digital Education Market Size // GVR
67 Microlearning Blog // EdApp LMS
68 The game-based learning market size // Globe Newswire
69 Game-Based Learning Market // Cision

бря 2018 года № ПК-1вн, а также примерная рабочая программа по технологии.

Разработан и утвержден План мероприятий по реализации Концепции преподавания предметной области «Технология» в образовательных организациях Российской Федерации, реализующих основные общеобразовательные программы на 2020-2024 гг., утвержденный Приказом Министерства Просвещения Российской Федерации от 18 февраля 2020 г. №52⁷⁰.

В рамках среднего специального образования ресурс Учеба.ру предлагает **9598 программ, реализуемых 2678 техническими и технологическими колледжами России** (на 04.07.2022)⁷¹. Стоимость обучения составляет от 1700 рублей в год (Саратовский филиал Самарского государственного университета путей сообщения) до 194850 рублей в год (Донской промышленно-технический колледж (ПУ № 8) имени Б.Н. Слюсаря). Минимальное количество бюджетных мест — 5 (Пермский институт (филиал) Российского экономического университета имени Г.В. Плеханова; Черемховский горнотехнический колледж им. М.И. Щадова; Алатырский технологический колледж; Краснодарский филиал Российского экономического университета имени Г.В. Плеханова), максимальное число бюджетных мест — 65000 (Иркутский аграрный техникум).

Ресурс Studika.ru позволяет ограничить выборку только технологическими колледжами, коих на ресурсе насчитывается 785 (1142 вместе с техническими колледжами)⁷². Кроме этого, ресурс предлагает 792 технологических техникума (1016 вместе с техническими) и 111 технологических училищ (132 вместе с техническими). Итого — 2290 колледжей, училищ и техникумов в области техники и технологии.

Общее количество колледжей в России, согласно Studika.ru, составляет — 1898 колледжей, общее количество техникумов — 1215, а общее количество училищ — 241 училище.

Системы высшего образования рассмотрена в разделе по институциональному полю технологического образования.

Важным элементом в современном технологическом образовании является дополни-

тельное образование, представленное, в том числе, и неформальным образованием.

Согласно данным статистики в 2017 году в России по дополнительным общеобразовательным программам технической направленности занималось чуть более 1,9 млн. детей в возрасте 3–17 лет, в том числе 1,17 млн. детей в возрасте от 10 до 17 лет. В возрасте от 10 до 17 лет включительно программами технической направленности было охвачено порядка 10% детей⁷³.

По итогам 2021 г., согласно статистическому отчету государственных и муниципальных организаций Российской Федерации, в учреждениях дополнительного образования детей занимались 10,06 млн. обучающихся. Из них почти 80% — в городах. С учетом того, что на 01 января 2022 г. в России проживало более 25,9 млн. человек в возрасте от 3 до 17 лет⁷⁵, то учреждения дополнительного образования детей охватывают около 40% целевой аудитории.

В учреждениях дополнительного образования детей технического творчества занимались около 957 тыс. детей, то есть, около 9,5% от охваченных этими учреждениями образования. Это третье место по охвату после учреждений художественного творчества (4,407 млн. человек) и спортивного (2,053 млн. человек).

Динамика этого показателя в 2017 г. представлена в следующей таблице:

70 Об утверждении Плана мероприятий по реализации Концепции преподавания предметной области «Технология» в образовательных организациях Российской Федерации, реализующих основные общеобразовательные программы на 2020-2024 гг., утвержденная Приказом Министерства Просвещения Российской Федерации от 18 февраля 2020 г. №52 // Министерство Просвещения Российской Федерации

71 Технические и технологические колледжи России // Учеба.ру

72 Технологические колледжи России // Studika.ru

73 Технологическое образование школьников. Актуальная ситуация и пути развития. Аналитический отчет за 2018 год.

74 Сведения по форме федерального статистического наблюдения № 1-ДО (сводная) «Сведения об учреждениях дополнительного образования детей» за 2021 год

75 Численность населения Российской Федерации по полу и возрасту на 1 января 2022 года

Таблица 3. Динамика численности детей, обучающихся в государственных учреждениях дополнительного образования детей технического творчества в 2017-2021 гг.:

Год	Процент	Общая численность вовлеченных детей (тыс.)	Численность участников объединений и научных сообществ технического творчества (тыс.)
2017	6,0	10634	633
2018	6,6	10210	670
2019	7,8	9884	769
2020	9,0	9676	867
2021	9,5	9676	957

Приведенная таблица подтверждает отмеченные в других разделах настоящей работы тенденции о постепенном росте интереса к дополнительному образованию в области технического творчества / технологии.

Схожие, но с некоторыми особенностями тенденции демонстрирует и негосударственный сектор дополнительного образования детей, что видно в следующей таблице:

Таблица 4. Динамика численности детей, обучающихся в негосударственных учреждениях дополнительного образования детей технического творчества в 2017-2021 гг.:

Год	Процент	Общая численность вовлеченных детей (тыс.)	Численность участников объединений и научных сообществ технического творчества (тыс.)
2017	10,5	107395	11260
2018	12,7	149237	18929
2019	11,4	152232	17397
2020	12,4	150355	18697
2021	13,2	162426	21514

Как видно из представленной таблицы, негосударственные организации в сфере дополнительного образования детей не могут составить серьезную конкуренцию по охвату аналогичным государственным учреждениям образования.

Одновременно интерес именно к техническому творчеству в негосударственных учреждениях выше по сравнению к интересу к другим направлениям дополнительного образования, чем в государственных учреждениях.

В системе дополнительного образования в области технического / научно-технического творчества необходимо отметить деятельность **Фонда развития Физтех-школ**. Миссия Фонда — создать в России на базе Физтех-лица им. П.Л. Капицы образовательную систему по подготовке глобально конкурентоспособных лидеров, патриотов своей страны, которые хотят сделать Россию местом, где хочется жить, работать и растить детей⁷⁶. Фонд развития Физтех-школ — фонд развития и тиражирования “системы Физтеха” для среднего образования, как примера практической реализации инновационной модели школьного и дополнительного образования в рамках территориального кластера ФИЗТЕХ XXI.

Кластер ФИЗТЕХ XXI — это проект по созданию вокруг МФТИ технополиса мирового уровня, который позволит объединить усилия российской науки и бизнеса. Стратегической целью проекта ФИЗТЕХ XXI является создание на базе МФТИ научно-образовательного кластера для подготовки технологических лидеров, считающих Россию своим домом, принимающих на себя ответственность за ее судьбу.

Фонд развития Физтех-школ транслирует лучший образовательный опыт, применяемый в Московском физико-техническом институте (МФТИ) и в Физтех-лицее им П.Л. Капицы.

Фонд работает с проектами создания и поддержки классов естественнонаучной направленности (Классы ФИЗТЕХ XXI), развивает кружковое движение в России и СНГ (проект «Наука в регионы»), проводит курсы повышения квалификации для учителей, выпускает методические материалы, видеолекции для подготовки к ЕГЭ, ОГЭ, углубленного изучения преимущественно технических дисциплин⁷⁷.

76 Фонд развития Физтех-школ // Фонд развития Физтех-школ
77 Фонд развития Физтех-школ // Фонд развития Физтех-школ

Всего Фонд развития физтех-школ реализует 9 наиболее крупных проектов:

- EduНейро. Инфраструктурный центр «Нейронет»
- Наука в регионы
- Образовательная программа «Робофутбол»
- Старт в инновации
- Классы Физтех XXI
- Курсы повышения квалификации
- Физтех-начало
- Создание образовательного контента
- Финал ICPC

Например, результатами программы «Наука в регионы» стали более 20 образовательных проектов, реализуемых Фондом развития Физтех-школ, которые охватили 50 регионов с более, чем 15 тыс. участников.

Еще одним важным элементом системы является **сеть детских технопарков «Кванториум»**⁷⁸. Детский технопарк «Кванториум» определяется как уникальная среда для ускоренного развития ребенка по актуальным научно-исследовательским и инженерно-техническим направлениям, оснащенная высокотехнологичным оборудованием. В рамках «Кванториума» детей обучают универсальным навыкам и предметным компетенциям через решение реальных кейсов от промышленных партнеров по ключевым проблемам развития науки и техники и привитие 4K-компетенций (креативности, коммуникативности, критического мышления, умения работать в команде).

«Кванториум» — это школа мышления, основная цель которой — воспитать поколение детей, способных обеспечить технологический прорыв в России.

В настоящее время в «Кванториуме» работает 13 направлений (квантумов): это автоквантум, аэроквантум, биоквантум, геоквантум, космоквантум, наноквантум, промдизайнквантум, промробоквантум, энерджиквантум, IT-квантум, VR/AR-квантум, data-квантум и хайтек.

Еще одним важным элементом являются ЦМИТы — Центры молодежного инновационного творчества. В России в последние годы набирает силу движение творческих лабораторий, фаблабов, ЦМИТ. Все центры разноплановые, часть из них создаются на общественных началах, как клубы, часть — при вузах, как часть инновационной инфраструктуры.

78 Кванториум // Кванториум

Большинство ЦМИТ организовано инициативными группами, которые ставят целью популяризацию научно-технического творчества. И большая часть из них были основаны в последние 3-4 года, это может означать, что начинается новый тренд — тренд создания подобных научно-технических лабораторий⁷⁹.

Необходимо отметить, что развитие российского рынка технологического образования отстает от темпов роста мирового рынка, уступая в уровне своего развития. Одновременно есть и положительно влияющие на развитие этого рынка факторы. На развитие сегментов российского рынка технологического образования в первую очередь влияют:

- активное развитие Национальной технологической инициативы (подробно об этом см. в соответствующем разделе);
- введение существенных льгот для специалистов в IT-сфере (что позволяет привлекать квалифицированных специалистов, начинать и развивать инновационные проекты, стимулирует общественный интерес к техническому и технологическому образованию и т.д.);
- запуск образовательных онлайн / дистанционных проектов;
- инициативы российских вузов (Московский физико-технический институт, МГТУ им. Н.Э. Баумана, МГУ им. М.В. Ломоносова, НИУ «Высшая школа экономики», НИТУ «МИСиС» и др.).

Национальная технологическая инициатива (НТИ), оказывает существенное влияние на развитие технологического образования в Российской Федерации. Инициатива объединила представителей бизнеса и экспертных сообществ в целях развития сегмента. Некоторые компании, входящие в НТИ, уже заняли лидирующие позиции на рынке технологического образования, в том числе, внедряя в образовательный процесс и многие элементы STEM-образования.

Льготы для специалистов IT-сферы способствуют развитию сегмента, увеличению числа занятых в данной сфере. Льготы 2022 г. в Российской Федерации затронули:

79 МИТ — это Центр молодежного инновационного творчества // Решение-Верное.РФ
80 Указ Президента Российской Федерации от 02.03.2022 № 83 «О мерах по обеспечению ускоренного развития отрасли информационных технологий в Российской Федерации» // Президент России
81 См., например,: Какие льготы IT-компаниям дают и как их

снижение налога на прибыль (с 3% до 0%); снижение страховых взносов за сотрудников до 7,6%; мораторий на проведение плановых проверок до 2024 г.; отсрочка от армии для сотрудников IT-компаний до 27 лет, вовлеченных в разработку ПО. Помимо этого, ряд дополнительных льгот анонсирован на сайте Минцифры⁸⁰.

Практики рынка отмечают, что данные льготы оказывают положительный эффект на прибыль компании, а также ее возможности по трудоустройству нужных специалистов, хотя и жалуются на запутанную и не в полной степени понятную процедуру их оформления⁸¹.

Такая поддержка IT-сектора положительно скажется на развитии рынка технологического и нейро-образования. В частности, на разработке образовательных ПО и приложений.

Спектр образовательных **онлайн / дистанционных проектов** достаточно широкий. Он затрагивает школьное, высшее и дополнительное образование. Сюда можно отнести инициативы МФТИ, ВШЭ, МГУ, проект «Открытое образование» и другие, о которых подробнее изложено в следующих разделах. Несмотря на то, что онлайн / дистанционные проекты включают себя все образовательные направления, их развитие оказывает существенное влияние и на технологическое образование. Как минимум, устойчивый рост спроса на такие проекты, на онлайн / дистанционное обучение стимулирует приток и инвестиций, и специалистов в соответствующие секторы, повышает интерес к получению технологического образования⁸². Более того, некоторые исследования за пределами России показывают, что переход к дистанционному обучению способствовал большим успехам в освоении STEM-дисциплин⁸³. В том числе, это и вносит свой вклад в преодоление растущего отставания школьной программы от радикальных технологических изменений.

В российских вузах также представлены образовательные программы, связанные со сферами STEM-образования. Получить данное образование можно в НИУ «Высшая школа экономики», Москов-

получить
82 Курочкина, А.А., Семенов, Ю.Е. Влияние современных технологий на развитие системы образования // Вестник БГУ
83 Tahani Salman Alangari. Online STEM education during COVID-19 period: A systematic review of perceptions in higher education // EURASIA J Math Sci Tech Ed, 2022 — Volume 18 Issue 5, Article No: em2105

ском физико-техническом институте, НИТУ «МИСиС», Казанском Федеральном Университете и др⁸⁴. Университеты оснащены современными лабораториями, которые позволяют сделать образовательные программы более практико-ориентированными.

Онлайн-платформы также предлагают ряд курсов, направленных на изучение дисциплин, относящихся к STEM-образованию, или смежных дисциплин. На российском рынке это Skillbox («Разработчик VR»), Нетология («Искусственный интеллект») и др.

Высшая школа экономики и Центр стратегических разработок подготовили экспертный доклад «12 решений для нового образования». Над его созданием работала аналитическая группа, обсуждавшая стратегии социально-экономического развития России до 2024 года и с перспективой до 2035 года⁸⁵. Предполагалось, что данные меры будут способны повысить темпы роста ВВП на 4%⁸⁶.

В докладе представлены 12 проектов, три из которых имеют отношение к технологическому образованию:

- **Школа цифрового века**
В рамках этого проекта предполагается, что цифровые технологии помогают подбирать траекторию обучения для каждого ученика, повысить объективность в оценивании и радикально снизить нагрузку на учителя, а вложение всего 2 тысяч рублей в год в пересчете на каждого школьника страны позволит перейти к современной цифровой школе.
- **Новое технологическое образование**
Авторы постулируют, что в большинстве школ предмет «Технология» преподают так же, как несколько десятилетий назад. Колледжи не располагают необходимым оборудованием. Систему образования необходимо привести в соответствие реальному рынку труда. Они рассчитывают, что реализация этого проекта приведет к повышению числа школьников с высокими результатами в области технологической, компьютерной и информационной грамотности до 40%, а также росту «стоимости» выпускников программ прикладного бакалавриата на рынке труда.
- **Вузы как центры инноваций**
Мировой опыт показывает, что именно университеты становятся опорой технологического и инновационного разви-

тия регионов и государств. Ожидается, что не менее 10% выпускников вузов станут инновационными предпринимателями или участниками инновационных проектов, реализуемых в регионах Российской Федерации.

Авторы проекта следующим образом охарактеризовали проблему в области технологического образования в России.

Основной причиной низких технологических компетенций населения и низкой популярности соответствующих направлений среди хорошо успевающих школьников и студентов является растущее отставание школьной программы от радикальных технологических изменений. В большинстве школ уроки технологии не менялись десятилетиями. В дополнительном образовании всего 7% детей участвует в программах технологической направленности. Технологические компетенции, предлагаемые системой профессионального образования, не соответствуют требованиям актуального рынка труда (даже на региональном уровне). Форматы технологического образования в СПО и вузах также устарели — длинные негибкие программы неадекватны быстро меняющимся технологиям.

На рынок труда профессий, связанных с эксплуатацией технологий, по мнению авторов доклада, фактически осуществляется негативный отбор. Особенно ярко это видно, если сравнивать образовательные системы и экономику России и, например, Германии или, в целом, Северной Европы. Создаваемая ситуация совершенно неприемлема в контексте задач экономического подъема строительства, промышленности и сельского хозяйства и других основанных на технологиях отраслей.

Ёмкость направлений рынков коммерческого образования. Темпы роста направлений

Коммерческое высшее образование — сегмент рынка высшего образования, в котором обучение студента производится на коммерческой основе, то есть за вознаграждение, и не связано с финансированием из бюджета. Коммерческое высшее образование можно получить как в частных высших учебных

заведениях, так и в государственных и муниципальных вузах на платных отделениях. Система платных отделений широко развита в государственных вузах и присутствует практически во всех учебных заведениях России, поскольку она компенсирует несоответствие численности бюджетных мест и численности желающих пройти обучение.

В 2020 г. в России насчитывалось 1,25 тыс. учреждений коммерческого высшего образования, что было на 26,1% ниже уровня 2016 г. Ежегодно отмечалось сокращение числа организаций в отрасли на 2,7-16,5%. Большинство из образовательных организаций, оказывающих услуги коммерческого высшего образования, относятся к государственной и муниципальной форме собственности в среднем 70,4% всех организаций в отрасли в 2016-2020 гг.

Среди самостоятельных учреждений коммерческого высшего образования также преобладают государственные и муниципальные организации – 69,8% от общей численности учреждений в стране. При этом среди государственных и муниципальных образовательных учреждений высшего образования большая часть находится в ведении федеральных органов исполнительной власти — в 2020 г. 492 учреждения, или 91,1% показателя.

Большинство образовательных организаций коммерческого высшего образования в России расположены в Москве — 11,8% от всех учреждений отрасли, или 148 организаций.

В 2016-2020 гг. наблюдалось ежегодное снижение натурального объема рынка коммерческого высшего образования в России. За пятилетний период показатель сократился на 24,6% до 2,18 млрд академических часов. Наибольшее снижение показателя наблюдалось в 2020 г. (-10,9% к уровню предыдущего года) и было связано как с продолжающейся тенденцией сокращения объем рынка, так и с вынужденной самоизоляцией и переходом на дистанционное обучение из-за пандемии коронавирусной инфекции⁸⁷.

В 2021 г. уровень учебной нагрузки вновь приблизился к уровню, который был характерен для рынка до пандемии, поскольку снимались карантинные меры. В 2021 г. произошло в целом восстановление натурального объема рынка после резкого падения годом ранее, тем не менее показатель был ниже значения 2019 г. на 3,8%. Однако коррективы, ко-

торые внесла пандемия в рынок, сохранятся и в будущем периоде, оказывая существенное влияние на динамику рынка в 2022-2025 гг. По прогнозам BusinesStat, падение реальных доходов населения в связи с неблагоприятными экономическими последствиями пандемии коронавируса ограничит численность семей, которые могут позволить своим детям проходить обучение в вузе на платной основе.

В целом, за последние годы доля студентов-платников в России составляла около 49% от числа всех студентов⁸⁸.

Набор 2021 г. зафиксировал тенденцию роста бюджетных мест, роста числа студентов бюджетников. Как отмечают авторы мониторинга «Качество приема в российские вузы: 2021», «Мы наблюдаем новый для российской системы высшего образования феномен. Репутация ведущих нестоличных университетов настолько сильно выросла за последние годы, что, даже увеличив бюджетный прием на десятки процентов, большинство этих университетов сумело удержать и даже увеличить как качество приема, так и численность платных студентов»⁸⁹.

2021 год характеризовался возвратом к свободному ценообразованию на рынке высшего образования (в 2020 году все вузы по просьбе Президента России заморозили цены, оставив их на уровне 2019 года). Динамика цен в основном находилась внутри корректировки на инфляцию (рост на 4% за два года), отдельные примеры более высокого роста объясняются, как правило, переходом абитуриентов на более дорогие платные программы и приведением вузами цен в соответствие с увеличившимся финансовым обеспечением соответствующих бюджетных программ. Осторожное поведение вузов совершенно понятно — 7-летний тренд сокращения реальных доходов населения не мог обусловить другие стратегии ценообразования.

При этом «средний чек», который российские семьи заплатили за первый курс, заметно вырос — на 10% за один год, на 17% с 2019 г. Это обусловлено переориентацией платежеспособного спроса на вузы и программы более высокого качества (и, соответственно, более дорогие). Потребитель высшего образования с каждым годом готов платить больше за высокое качество образования и высокую репутацию вуза, все реже — экономить на высшем образовании. Правда, насколько устойчива эта тенден-

84 Предварительный анализ в рамках направления «Нейронет»
85 Экспертный доклад «12 решений для нового образования»
// ВШЭ

86 Новое технологическое образование // ВШЭ

87 Анализ рынка коммерческого высшего образования в России в 2017-2021 гг., прогноз на 2022-2026 гг. Перспективы рынка в условиях санкций. — М, 2022.

88 В Минобрнауки назвали долю студентов-платников в России // Москва 24
89 Качество приема в российские вузы: 2021 // ВШЭ

ция, — вопрос открытый.

Средняя стоимость по направлениям, на которые платный прием состоялся, в 2021 г. составила 159 507 рублей⁹⁰. Средневзвешенная стоимость по направлениям, на которые платный прием состоялся, в 2021 г. составила 192 418 рублей. Спрос абитуриентов перемещается на направления с более высоким качеством образования (как они их видят), фактор цены перестает играть определяющую роль. Этот процесс резко усилился в 2020 и 2021 гг. Если для 2019 г. средневзвешенная стоимость платного образования превышала номинальную среднюю на 8%, то в 2020 г. — на 13%, а в 2021 г. — на 21%.

Смена стратегий абитуриентов ведет к смене стратегий вузов, которые начинают в том числе делать ставку на более дорогие, капиталоемкие направления платного образования или на обеспечение более высокого качества (что тоже отражается в стоимости).

Всего в 2021 г. зачислено на платную форму обучения в российские вузы 173300 человек. Таким образом, поступления от первокурсников-платников составили в грубом приближении около 33 млрд. рублей. С осторожной экстраполяцией на 4 годы бакалавриата можно грубо оценить рынок коммерческого высшего образования в России в 120-130 млрд. рублей (без учета экспорта образовательных услуг).

Частное школьное образование оказывает значительное меньшее влияние на емкость рынка образовательных услуг в России, в том числе, и на емкость рынка технологического образования.

Доля частных школ в общем числе общеобразовательных организаций за 1995-2018 гг. увеличилась в 2,4 раза: с 0,8% до 1,9%⁹¹. Однако такой долевой рост во многом объясняется не только увеличением числа частных школ, но и сокращением сети государственных общеобразовательных организаций. Численность обучающихся в частных школах также выросла за прошедший период. В 1995 г. здесь обучались всего 45,8 тыс. детей, а к 2018 г. их стало больше в 2,7 раза — 123,7 тыс. человек. При этом их доля в общей численности российских школьников остается очень незначительной — 0,77%. Большая часть таких частных школ позиционируют себя как гимназии, около 20% являются школами с углубленным изучением

отдельных предметов.

Снижение реально располагаемых денежных доходов населения сказывается на сокращении возможностей граждан приобретать те или иные товары и услуги, в том числе образовательные. Начиная с 2013 г. индекс физического объема платных услуг населению по системе образования снижается.

Ресурс Smapse Education предлагает 191 частную школу в 2022 г.⁹² Самая дорогая программа — 180 тыс. рублей в месяц, самая дешевая — от 5500 рублей в месяц. Абсолютное большинство школ, индексированных этим ресурсом, расположены в Москве и Санкт-Петербурге. В целом по России, в Москве и Московской области расположены 30% всех частных школ. В целом по стране половина всех негосударственных общеобразовательных организаций находятся в семи (8%) субъектах Российской Федерации.

Однако в частных школах осваивают углубленно преимущественно предметы гуманитарного цикла, доля таких учеников гораздо выше, чем в государственных школах. Естественнонаучный профиль выбрали только 3,7% учеников (по сравнению с 8,6% в государственных), математический — 2,7% (по сравнению с 16,1% в государственных).

Основные игроки на рынке технологического образования в России

Основных игроков на рынке технологического образования в России мы предлагаем выделить по итогам вступительной кампании 2021 г. Ниже представлены ТОП-10 вузов по рейтингу качества бюджетного приема (на основании мониторинга «Качество приема в российские вузы: 2021»):

90 Там же

91 Частные школы России: состояние, тенденции и перспективы развития // ВШЭ

92 Лучшие частные школы в России. Список, описание, рейтинг, цены на обучение 2022 // SMAPSE Education

Таблица 5. Рейтинг качества бюджетного приема: ТОП-10 вузов с набором более 300 чел., 2020-2021 гг.

Место в рейтинге	Название вуза	Наличие технологического образования
1	Московский физико-технический институт	+
2	Московский государственный институт международных отношений	-
3	Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», г. Москва	Частично
4	Университет ИТМО, г. Санкт-Петербург	+
5	Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», филиал, г. Санкт-Петербург	Частично
6	Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ, г. Москва	Частично
7	Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Москва	+
8	Санкт-Петербургский государственный университет	Частично
9	Финансовый университет при Правительстве РФ, г. Москва	-
10	Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова	Частично

Приведенная таблица показывает, что среди ТОП-10 вузов по качеству бюджетного набора в 2021 г., пусть и с небольшим перевесом (три чисто «технологических» против двух «гуманитарных»), лидируют вузы технического и технологического профиля.

Среди же ТОП-5 вузов из тех, которые зачислили больше 100 человек, но менее 300, то это Московская высшая школа социальных и экономических наук, Государственный институт русского языка им. А.С. Пушкина, г. Москва (123 чел., 92,7 балла), Нижегородский государственный лингвистический университет им. Н.А. Добролюбова (124 чел., 89,9 балла), Всероссийская академия внешней торговли, г. Москва (230 чел., 89,7 балла); Российский государственный университет правосудия, г. Москва (111 чел., 86,8 балла); Всероссийский государственный университет юстиции (РПА Минюста России), г. Москва (110 и 86). Все они имеют гуманитарный профиль. Более того, как отмечают авторы мониторинга, то наиболее сильные абитуриенты, сравнимые по уровню подготовки (количеству баллов) с теми, кто поступал в ТОП-10 вузов по рейтингу качества бюджетного приема с набором

от 300 человек, поступают преимущественно на гуманитарные специальности: лингвистика и иностранные языки, журналистика и литературное творчество, реклама и связи с общественностью, филология (очень часто), дизайн и международные отношения, юриспруденция. 2021 год зафиксировал тенденцию роста популярности технических и технологических специальностей среди наиболее подготовленных абитуриентов и в регионах.

Необходимо посмотреть и на игроков в секторе коммерческого высшего образования.

Всего 44 вуза с совокупным приемом больше 300 чел. (11%) имеют платный прием высокого качества (70 баллов и выше). При этом они приняли 39 тысяч платных студентов — 23%. Среди этих вузов — все региональные кампусы НИУ ВШЭ (имеющие статус филиалов), и три негосударственных вуза.

ТОП-10 вузов по качеству приема на платное обучение в 2021 г. представлены в следующей таблице:

Таблица 6. Рейтинг качества платного приема ТОП-10 вузов с набором более 300 чел., 2020-2021 гг.

Место в рейтинге	Название вуза	Наличие технологического образования
1	Московский физико-технический институт	+
2	Московский государственный институт международных отношений	-
3	Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», г. Москва	Частично
4	Нац. исследовательский университет «Высшая школа экономики», филиал, г. Санкт-Петербург	Частично
5	Московская высшая школа социальных и экономических наук	-
6	Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Москва	+
7	Санкт-Петербургский государственный университет	Частично
8	Университет ИТМО, г. Санкт-Петербург	+
9	Всероссийская академия внешней торговли, г. Москва	-
10	Нац. исследовательский университет «Высшая школа экономики», филиал, г. Нижний Новгород	Частично

Несмотря на некоторую разницу в рейтингах, в целом, по платному высшему образованию отмечены те же тенденции, что для бесплатного, а также основные игроки на этом рынке.

Наиболее перспективные сегменты рынка технологического образования

На данный момент **наибольшее развитие демонстрирует индустрия онлайн-образования**. По оценкам ResearchAndMarkets (январь 2022) к 2025 году рынок «онлайн-образования» достигнет 319,17 млрд. USD, а к 2027 — 585,48 млрд. USD (прогнозируемый среднегодовой темп роста составляет 13,8%). В 2021 году россияне в возрасте от 18 до 64 лет потратили на дополнительное онлайн-образование в общей сложности 226 млрд. рублей (в 2019 году — лишь 19 млрд. рублей), тогда как расходы на очное обучение по этому же направлению составили 214 млрд рублей (121 млрд. рублей по итогам 2019-го).

Тем не менее, развитие событий в 2022 г. внесло свои коррективы в развитие технологического образования в России, особенно онлайн-образования.

Бурный рост рынка онлайн-образования, наблюдавшийся в России в последние годы, в 2022 г. сменился резким спадом. По данным РБК, продажи на рынке онлайн-образования в марте упали на 20–40%. По итогам всего года эксперты ждут при благоприятном сценарии нулевой прирост, при худшем — сильное снижение. Особенно просел спрос на освоение новых хобби⁹³.

28 апреля 2022 года стало известно о том, что российские разработчики создали платформу онлайн-образования, которая станет более развитым аналогом приостановивших работу в стране зарубежных сервисов (Coursera и edX). Система позволит пользователям выстраивать персональные образовательные траектории развития и будет поддерживать функции сетевого взаимодействия организаций⁹⁴.

Следующим важным сегментом рынка технологического образования является EdTech. EdTech предполагает применение компьютерных технологий и устройств

93 Рынок онлайн-образования упадет на 35–40% по итогам 2022 года // РБК

94 Университет 20.35: Российская образовательная платформа // TADVISER

для упрощения, оптимизации и увеличения эффективности образовательного процесса. EdTech получил наибольшее развитие в период пандемии.

На сегодняшний день ожидается, что среднегодовой темп роста рынка составит 15,5-16,5%. Ожидается, что он достигнет 605,4 млрд. USD к 2027 году. Глобальный рынок «EdTech» прирастет более чем на 130% в течение 2022-2027гг. Переход образования от традиционных к интерактивным и цифровым форматам благоприятно отразился на рынке онлайн-образования вследствие нового креативного подхода к предоставлению образования и новых навыков.

Достаточно сильное развитие EdTech получил не только на мировом рынке, но и в Российской Федерации. Размер рынка за 2021 год насчитывал 73 млрд. руб. (годовой рост — 69,7%).

Выручка топ-100 участников рынка в 2021 году составила 73 млрд. рублей, что на 70% выше, чем в 2020 году. Объем суммарной выручки крупнейших EdTech-компаний России в IV квартале составил 25,9 млрд. рублей, что на 69,5% больше, чем за аналогичный период прошлого года⁹⁵.

По итогам 2021 года объем рынка EdTech в России составил 80 млрд руб. До 2022 г. показатель рос на 15–20% в год, а в период карантина весной 2020 года достигал 25–50%. Также 70% роста общей выручки за год — это меньше, чем в 2020 году, когда на фоне пандемии он составил 113%. Компании связывали это, прежде всего, с насыщением рынка.

Все участники рынка единодушны во мнении **о негативном влиянии геополитических событий на рынок**. Если в январе компании прогнозировали рост в 50–70% относительно 2021 года (то есть до размеров около 120 млрд. рублей), то сейчас большая часть (67%) опрошенных уверены, что роста не будет вообще. Из них треть считает, что рынок останется на уровне 2021 года, остальные прогнозируют падение не менее чем на 50%. В заметный рост — до 50% относительно 2021 года — верит лишь 15% опрошенных участников рынка.

95 Что ждет российский EdTech в 2022 году и кто стал лидером рынка в 2021-м // РБК

96 Образование 4.0: как новые тренды EdTech создают школы

Тренды развития технологического образования в России

Эксперты в области технологического образования выделяют тренды⁹⁶:

- более высокий спрос в профессиональной сфере не только на высокую квалификацию, но и на то, чтобы соискатель был проактивным и обладал всевозможными «мягкими навыками»;
- сервисы, платформы и приложения помогают минимизировать рутину в работе педагога и освободить время для более важных задач: уделить каждому ребенку больше внимания, помочь с выбором профессии и предметов для сдачи государственных экзаменов, а также сформировать гибкое мышление;
- развитие P2P-платформ, основанных на экономике шеринга, то есть совместного потребления, и существуют во многих сферах;
- менее высокая степень адаптивности формального образования. Новое десятилетие вряд ли принесет существенные изменения в сфере интеграции пиринговых платформ в школьное образование, поскольку границы традиционной системы достаточно жесткие. Однако подобные сервисы станут «отражением» внешкольной активности ребенка, с их помощью дополнительный импульс получают неформальные дополнительное обучение;
- обучение в формате игр. Среди сервисов, нацеленных на обучение в игровом формате, можно отметить «Школакола»⁹⁷ или «Кодвардс»⁹⁸;
- искусственный интеллект для персонализированного и адаптивного обучения. Искусственный интеллект помогает освободить время на то, чтобы уделять больше персонального внимания и помогать детям тогда, когда это требуется. Сервисы для персонализированного и адаптивного обучения берут на себя всю рутину — проводить тесты, проверять их и выставлять оценки. Если ребенок ошибется, сервис даст объяснение и предложит другой вариант задания такого же типа. Это эффективно решает проблему ликвидации пробелов в знаниях, а систе-

будущего // Хайтек

97 Школакола // Школакола.ру

98 Кодвардс // Кодвардс.ру

ма мотивации влияет на школьников;

- вовлечение с помощью AR/VR и иммерсивных технологий. По мере развития AR/VR технологий растут и их возможности, которые можно применить в образовании. Одно из преимуществ — виртуальная и дополненная реальности фокусируют внимание детей на предмете, а также помогают связать знания с эмоциями, благодаря чему материал запоминается на долгое время. Такие сервисы имеют сильные стороны в сфере обучения детей с особенностями развития.
- умные школы: интеграция технологий в классные комнаты.

Темпы развития EdTech-проектов убеждают, что будущем доступной реально-стью могут стать интерактивные лекции, на которых преподаватель сможет в реальном времени демонстрировать движущиеся объемные объекты, моментально получать результаты тестов и общую статистику по классу, а также адаптировать учебный план с помощью рекомендаций искусственного интеллекта.

Жизненный цикл
ключевых продуктов
рынка коммерческого
технологического
образования

Основные продукты на рынке коммерческого технологического образования (оборудование для технологического образования и курсы в области технологического образования для школьников и детей) находятся на стадии зрелости.

- Это объясняется целым рядом факторов:
- Большим количеством игроков на рынке
- Умеренными темпами роста рынка
- Большим разнообразием продуктов и услуг
- Длительностью существования рынка
- Наличием устойчивого спроса
- Наличием устойчивой целевой аудитории
- Наличием сложившихся сегментов рынка

Так как на этом этапе высока вероятность повторного технологического совершенствования услуг образования и развитие технологии, то на текущей стадии цикла для коммерческого технологического об-

разования в России характерно внедрение **дистанционного обучения** или продуктов со значительным элементом удаленного обучения. Развитию этого направления, как и устойчивому росту спроса на него, способствовала пандемия коронавируса. До весны 2022 г. в этом сегменте рынка активно действовали иностранные компании, преимущественно Coursera, агрегировавшие, в том числе, и продукты российских вузов в области технологического образования.

Участники рынка
технологического
образования в России

По данным российских властей за 2021 г., больше всего студентов училось на направлении «инженерное дело, технологии и технические науки»: 1,3 миллиона человек. 1,1 миллиона получали образование в сфере правоведения, социологии, истории и философии. На третьем месте — медицинские науки: 477 тысяч студентов⁹⁹.

Общая численность студентов в России составляла 4,044 млн. человек, то есть, на **«инженерное дело, технологии и технические науки» приходится 32,5% рынка высшего образования в России**¹⁰⁰.

Необходимо отметить, что о доле рынка, которую занимает тот или иной вуз, следует судить с определенной оговоркой: российская система высшего образования ориентируется на бюджетные ассигнования, формирование цифр набора имеет рыночный характер только в определенной степени.

99 Количество студентов в России // Адукар

100 Численность студентов // Минобрнауки

Таблица 7. Крупнейшие вузы России

N п/п	Название	Численность студентов	Доля от общего числа студентов
1	Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова	Ок. 38000	0,95%
10	Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина	Ок. 57 тыс.	1,40%
6	Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»	Ок. 47,5 тыс.	1,19%
5	Санкт-Петербургский государственный университет	Ок. 20 тыс	0,50%
4	Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана	Ок. 19000	0,48%
3	Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»	Ок. 15000	0,38%
8	Национальный исследовательский Томский политехнический университет	Ок. 11,5 тыс.	0,27%
7	Московский государственный институт международных отношений (университет) МИД РФ	Ок. 10 тыс.	0,25%
9	Новосибирский национальный исследовательский государственный университет	Ок. 8,2 тыс.	0,20%
2	Московский физико-технический институт	7600	0,19%
	Итого	233,8	5,85%

Таким образом, в 5 специализированных технических вузах обучается около 62 тыс. студентов, менее 5% от обучающихся на направлении «инженерное дело, технологии и технические науки» и около 1,5% от всех студентов в России.

В настоящее время наблюдается тенденция к росту приему на бюджетные отделения и, соответственно, снижение и абсолютного количества, и доли студентов, обучающихся на условиях оплаты.

Также наблюдается серьезный территориальный дисбаланс в распределении студентов.

Из 4 млн. российских студентов, 1,3 млн. в 2021 г. обучались в Центральном федеральном округе, преимущественно, в Москве¹⁰¹ (760 тыс. человек).

С целью определения основных игроков в сфере высшего образования в России среди технических вузов целесообразно обратиться к наиболее значимым рейтингам, разработанным в стране.

Так, ресурс «Образование в России» предлагает рейтинг, куда входят 706 вузов, из них технических — 121 (17,14%)¹⁰². ТОП-10 технических вузов в этом рейтинге представлены в следующей таблице:

Таблица 8: ТОП-10 технических вузов России по версии «Образование в России»

Место	Вуз	Место в общем рейтинге
1	МФТИ, Московский физико-технический институт	9
2	СПбПУ, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого	10
3	НИТУ, Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»	14

101 Численность студентов // Минобрнауки

102 Рейтинг вузов // Образование в России

Место	Вуз	Место в общем рейтинге
4	МГТУ им. Н. Э. Баумана, Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана	16
5	Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева	17
6	НГТУ, Новосибирский государственный технический университет	63
7	СПбГЭТУ «ЛЭТИ», Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ»	109
8	ТУСУР, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники	113
9	РГГМУ, Российский государственный гидрометеорологический университет	115
10	МГСУ, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет	117

Из таблицы видно, что в рейтинге, предоставляемом ресурсом «Образование в России», присутствует ряд вузов, не упоминаемых в других рейтингах. Для определения ТОП российских вузов в области технологического образования нами были взяты 9 различных рейтингов, имеющих отношение к этому образованию, и на их основе составлен интегрированный рейтинг вузов (подробная таблица прилагается).

Таким образом, ТОП вузов в области технологического образования выглядит следующим образом:

МФТИ — 81 балл из 90 возможных; МГТУ им. Н.Э. Баумана — 52 балла из 90 возможных; МИФИ — 51 балл из 90 возможных; МГУ им. М.В. Ломоносова — 48 баллов из 90 возможных; ВШЭ (с филиалами) — 46 баллов из 90 возможных; ИТМО — 35 баллов из 90 возможных.

На рынке частного школьного технологического образования отсутствуют значимые игроки в масштабах страны или регионов.

Таблица 9. Рынок образования в России (данные за три квартала 2021 г.)¹⁰³:

Образование	Объем рынка	Доля частного бизнеса	Онлайн-образование
Дошкольное образование	548 млрд руб.	9,6 % 53 млрд руб.	0,3 % 1,7 млрд руб.
Общее среднее образование	669 млрд руб.	5,8 % 41 млрд руб.	1,5 % 10 млрд. руб.
Доп. школьное образование	149 млрд руб.	100 % 149 млрд руб.	6,8 % 10 млрд руб.
Высшее образование	336 млрд руб.	7,9 % 26 млрд руб.	4,4 % 15 млрд руб.
Среднее проф. образование	175 млрд руб.	5,5 % 9,7 млрд руб.	1 % 1,8 млрд руб.
Доп. проф. образование	103 млрд руб	73 % 76 млрд руб.	10,9 % 11 млрд руб.
Языковое обучение	24,6 млрд руб.	N/A	15,9 % 3,9 млрд руб.

103 Рынок образовательных стартапов в РФ: итоги 2021 и перспективы 2022 // Адмитад

Именно языковые курсы показали наибольший рост доли онлайн-обучения. При этом специфика языковых школ такова, что обучение может быть смешанным: онлайн-занятия сочетаются с очными уроками. Однако в 2021 году большинство кур-

сов (63%) проводились только в интернете, в то время как в 2016 году лишь 11% компаний вели уроки только онлайн. На рынке EdTech компаний России по итогам 2021 г. выделяются следующие игроки¹⁰⁴:

Таблица 10. Игроки рынка EdTech в 2021 году

№	Название компании	Выручка по итогам 2021 г. (млн. рублей)	Доля в рынке	Направления деятельности
1	Skillbox Holding Limited	10400	13,5%	Курсы в области цифровой экономики, интернет-рекламы
2	Like Центр	7561	9,80%	Курсы развития предпринимательства
3	SkyEng	6000	7,8%	Школа английского языка для детей и взрослых
4	SkySmart	4000	5,20%	Уроки для школьников и дошкольников
5	Яндекс.Практикум	3400	4,40%	Курсы в сфере IT и digital
6	Учи.ру	2900	3,80%	Изучение школьных предметов в интерактивной форме
7	Синергия	2300	3,00%	Программы колледжа, бакалавриата, специалитета, магистратуры, аспирантуры
8	Умскул	2100	2,73%	Программы для школьников
9	Акцион Университет	1889	2,24%	Программы в области менеджмента
10	iSpring	1843	2,39%	ИТ
Итого:		42393	54,90%	

Лидером рейтинга стала Skillbox Holding Limited — из объединенных одним собственником (VK) компаний Skillbox, Geekbrains, SkillFactory, Mentorama и Lerna. Компания продолжает запускать новые курсы и расширять число пользователей. Однако, среди компаний, специализирующихся на технологическом образовании, из топ-10 можно выделить только три компании — Skillbox Holding Limited, Яндекс.Практикум и iSpring, которые занимают 20,3% рынка EdTech компаний России с выручкой 15643 млн. рублей.

Топ-5 направлений онлайн-обучения в России:

- Обучение иностранным языкам взрослых — 13,8%
- Маркетинг, коммуникации, продажи и реклама — 7%

- IT — 5,7%
- Дизайн (интерьерный, веб и т.д.) — 5,6%
- Менеджмент и управление — 3,1%

В связи с санкциями и экономическим спадом, который наблюдается сейчас, основной задачей для рынка становится в первую очередь сохранение аудитории и объемов продаж.

При этом все участники рынка единодушны во мнении о негативном влиянии нынешних событий на рынок. Если в январе 2022 г. компании прогнозировали рост в 50-70% относительно 2021 года (то есть до размеров около 120 млрд. рублей), то сейчас большая часть (67%) опрошенных уверены, что роста не будет вообще. Из них треть считает, что рынок останется на уровне 2021 года, остальные прогнозируют падение

104 Российский EdTech в 2022 году // РБК

не менее чем на 50%. В заметный рост — до 50% относительно 2021 года — верит лишь 15% опрошенных участников рынка.

Основным трендом на рынке оставалось укрупнение — приобретение активов компаниями-гигантами. Как ожидалось, позиции небольших игроков еще больше ослабнут вследствие оттока инвестиций.

Наблюдается активный рост сегмента “хобби-обучения”. Среди популярных направлений — личная финансовая эффективность, живопись, прикладные навыки дизайна и мотивационные курсы.

3

Институциональное поле технологического образования



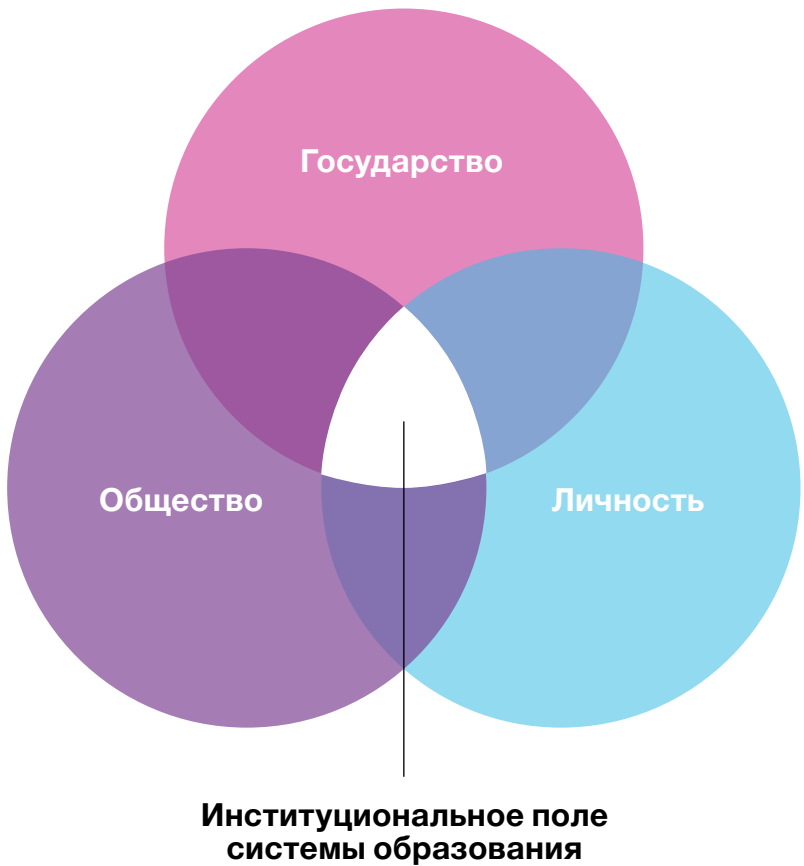
Институциональное поле в широком смысле — это множество всевозможных взаимодействий между участниками транзакций; в узком смысле оно выступает скорее, как поле социальное, то есть внешнее по отношению к узко понятому экономическому пространству.

Как отмечают Е.С. Заир-Бек и А.Н. Ксе-нофонтова, «В рамках методологии ин-ституционального подхода образование интерпретируется в качестве одного из ком-понентов социально-экономических отно-

шений, отражающих взаимодействие соци-альных групп и общностей для достижения целей и выполнения задач обучения, воспи-тания, развития личности, профессиональ-ной подготовки, удовлетворения иных обра-зовательных потребностей индивидов»¹⁰⁵.

В самом общем виде институциональ-ное поле системы образования (независимо от профиля или направления) можно пред-ставить на следующей схеме¹⁰⁶:

Рисунок 1.—Схема институционального поля системы образования



Отношения и связи в рамках обра-зовательного процесса обеспечивают воздействие институционального поля на транзакцию, заданное нормами, пра-вилами, традициями и иными атрибутами институций¹⁰⁷.

Институциональное поле структурно представляет собой основу для сети взаи-модействия бизнеса, науки и образования, и потребителей¹⁰⁸.

- К элементам институционально-го поля технологического образования относятся:**
- законодательство Российской Федерации в области образования, технологического образования, взаимодействия субъектов технологического образования;
 - субъекты образовательного процесса: обучающиеся, их законные представи-теля, учреждения образования, педаго-ги, компании и организации-заказчики

105 Институциональный подход в исследованиях образования // Cyberleninka
106 Образовательная политика на современном этапе // ShareSlide

107 Институциональный подход к исследованию экономиче-ской системы образования // Cyberleninka
108 Институциональное поле в политике импортозамещения // Cyberleninka

- кадров, компании и организации, заинтере-сованные в кадрах в области техноло-гического образования;
- инфраструктура технологического обра-зования, включающаяся в себе не только физические объекты (школы, вузы, лабо-ратории, технопарки, различные центры дополнительного образования и т.д.) и материально-техническое обеспечение, но и информационно-методическое и ка-дровое обеспечение¹⁰⁹.

Субъекты STEM- и технологического образования

В контексте настоящего исследования субъек-тов образовательного процесса можно пред-ставить на примере STEM-образования в мире. Поддержку STEM-образования обеспе-чивают на уровне правительства, частных компаний и некоммерческих организаций, в последнее время активно начало разви-ваться международное сотрудничество, в особенности в Европе.

Одним из ведущих игроков является го-сударство. Оно определяет основу политики STEM-обучения, поддерживает остальных игроков, стимулирует развитие междуна-родного исследовательского опыта, адапти-рует стратегий к региональным факторам и рынку, а также осуществляет развитие на-циональных инноваций.

Университеты проводят исследования в области STEM-образования, аккумулиру-ют полученные знания и предлагают прак-тические решения возникающих проблем в сфере. В некоторых странах университе-ты становятся научными центрами развития STEM-обучения, объединяя других игроков и помогая выстраивать основную стратегию развития, реализуя программы по STEM-об-разованию, обучая методистов, рекрутеров и преподавателей и помогая адаптировать программы для современных условий.

Крупные технологические компании осуществляют поддержку STEM-программ и инициатив, которые поступают от уни-верситетов, государств, а также предло-жений самих компаний. Некоммерческие организации также участвуют в поддержке STEM-образования и предлагают собствен-ные инициативы или же организуют мировые объединения.

Для нетворкинга и развития социальных связей в области STEM-обучения функцио-

нируют различные мероприятия и фестива-ли. Их реализовывает как частный бизнес, так и университеты, и государственные ор-ганы. Это помогает формировать професси-ональное сообщество, развивать конкрет-ные продукты, рекрутировать специалистов, повышать их уровень квалификации.

Также развитию STEM-образования по-могают международные проекты, которые направлены на формирование глобальной экспертизы и обмен опытом. Также меж-дународные проекты способны создавать общие стандарты, решать проблемы всей индустрии и совершенствовать ее. С 2011 по 2014 годы проводился «In Genious», в ко-тором принимали участие Австрия, Бель-гия, Чехия, Дания, Эстония, Финляндия, Гер-мания и другие страны. Он был направлен на создание, распространение и популя-ризацию практик по STEM-образованию.

Те же субъекты полностью релевантны и для технологического образования.

Образовательная инфраструктура в Российской Федерации

Оценку образовательной инфраструкту-ры Российской Федерации на регулярной основе по оригинальной методике проводит Институт образования НИУ «Высшая школа экономики». Результаты этого мониторинга представлены в «Индексе образовательной инфраструктуры российских регионов».

Авторы Индекса за 2018-2019 гг. отме-чают, что «Указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 г. №204 «О наци-ональных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» ставит задачу обеспечить гло-бальную конкурентоспособность россий-ского образования, вхождение Российской Федерации в число десяти ведущих стран мира по качеству общего образования. Развитие образовательной инфраструкту-ры — важнейший фактор, требующий учета при реализации задач национального про-екта в сфере образования».

Однако, несмотря на такой посыл и не-сомненное внимание государства к ресурс-ному обеспечению системы образования, состояние образовательной инфраструкту-ры в России авторы исследования характе-ризуют как «среднее», отмечая, что за про-шедшие четыре года (то есть, с 2014-2015 гг.) не произошло существенных изменений.

109 Индекс образовательной инфраструктуры российских регионов 2018-2019 // ВШЭ

Наибольшие значения индекса продемонстрировали дополнительное образование и среднее профессиональное образование. Это не в полной мере благоприятная ситуация для технологического образования. С одной стороны, важен высокий индекс дополнительного образования, в рамках которого в значительной степени реализуется концепция технологического и STEM-образования. С другой стороны, наименьший индекс имеет школьное (общее) образование.

Кроме того, проблемной остается ситуация в дополнительном образовании детей с точки зрения распределения образовательной инфраструктуры по регионам — практически в каждом втором российском регионе (46%) состояние инфраструктуры этого образования ниже среднего. Таким образом, с точки зрения развитости инфраструктуры дополнительного образования детей существенной особенностью является ее неравномерность по регионам, высокая степень дифференциации.

В 2016 г. был инициирован приоритетный национальный проект «Доступное дополнительное образование для детей». Ключевая цель проекта — сделать доступным дополнительное образование для детей, в том числе по техническим и естественно-научным программам¹¹⁰. Предполагается, что к 2025 г. доля детей, охваченных дополнительными общеразвивающими программами технической и естественно-научной направленности, составит 25%.

При подготовке Концепции развития технологического образования в системе общего образования Российской Федерации были определены следующие проблемы институционального поля¹¹¹:

Проблемы мотивационного характера

Содержание технологического образования, представленного в системе общего образования, главным образом, предметной областью «Технология», до сих пор сосредоточивает свое внимание на обучении учащегося локальным приемам, процедурам, средствам преобразования материалов, энергии, информации в процессе трудовой деятельности, оставляя за рамками образовательного процесса общие смыслы, проблемы и тенденции культурно-технологического развития

человека и общества, перспективы профессионального самоопределения.

Проблемы содержательного характера

Содержание технологического образования соответствует подготовке поколения к экономике натурального хозяйства с освоением приемов обслуживающего труда.

По существу, программы обучения сводятся к знакомству с методами ручной обработки различных типов материалов — дерева, металлов, тканей, продуктов питания. Они не формируют технологическую культуру, проектное мышление и навыки проектной деятельности, не вводят в мир современных технологий, ограничивая его сферой материального производства простых продуктов.

Проблемы методического характера

В учебно-методических комплектах и реальной практике преподавания не ставится цель сформировать систему ведущих технологических понятий (как общетехнологических, так и в сфере конкретных технологий). Такие понятия как «технологический процесс», «технологическая последовательность», «технологическое оборудование», «технологическая карта практически не используются в текстах учебников. Сам способ подачи информации тоже не способствует формированию технологического подхода — преобладают повествовательные тексты, мало систематизированного материала.

Кадровые проблемы

Уровень образования учителей технологии в среднем ниже, чем в целом педагогов-предметников.

Педагог ориентирован на преподавание «Индустриальных технологий», «Сельскохозяйственных технологий» или «Технологий ведения дома» и не готов выйти за рамки данного содержания.

110 Утверждён паспорт приоритетного проекта «Доступное дополнительное образование для детей» // Правительство России

111 Концепция технологического образования в системе об-

щего образования в Российской Федерации // Психология, воспитание личности

Инфраструктура высшего образования в области технологии

По данным ресурса «Вузотека» в 2022 г. в России насчитывался 831 вуз с техническими специальностями (из около 5000, то есть, около 16%), в которых реализуются программы обучения по 27 направлениям обучения¹¹². Общее количество программ, реализуемых в рамках этих направлений, — 6711. Наибольшее количество программ — 1041 — реализуется по направлению обучения 09.00.00 — Информатика и вычислительная техника.

Наименьшее — 27 программ — по направлению обучения 17.00.00 — Оружие и системы вооружения.

ТОП-10 ведущих по рейтингу вузов в области технического образования, согласно «Вузопедии», выглядит следующим образом¹¹³:

1. Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет));
2. Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»;
3. Санкт-Петербургский государственный университет;
4. Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана;
5. Национальный исследовательский Томский политехнический университет;
6. Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого;
7. Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина;
8. Казанский (Приволжский) федеральный университет;
9. Национальный исследовательский Томский государственный университет;
10. Университет науки и технологий «МИСИС».

Наибольшее количество вузов — 350 — ведут подготовку по специальности 09.03.03 — Прикладная информатика. Ведущими вузами по рейтингу в подготовке по этой специальности являются Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана и Национальный исследовательский Томский государственный университет.

Ресурс **Учеба.ру предлагает список из 1024 вузов в области технического и технологического образования, реализу-**

112 Технические вузы России — 2022 // Вузотека

113 Рейтинг технических вузов России 2022 // Vuzopedia

114 Технические и технологические вузы России // Учеба.ру

ющих 9338 программ¹¹⁴.

На глобальном уровне ситуация выглядит менее радужной.

В рейтинг QS, в который включены вузы, преподающие следующие специальности: общее машиностроение, авиакосмическая промышленность, промышленное машиностроение, по итогам 2021 г. вуз из России — Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова — появляется только на 67-м месте¹¹⁵.

В Шанхайском рейтинге технических вузов, куда включены вузы, преподающие инженерное дело и технологии, по итогам 2021 г. российский вуз — Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова — также появляется только на 67-м месте.

В рейтинг Times Higher Education, куда включены вузы, ведущие преподавание в следующих предметных областях: общее машиностроение, электротехника и электроника, машиностроение и авиакосмическая промышленность, гражданское строительство, химическая технология, по итогам 2021 г. вузы из России отсутствуют.

Наибольшее число топовых технических вузов расположено в Великобритании и США с лидерством Массачусетского Технологического Института (MIT), Оксфорда, Кембриджского университета, Гарварда и Стэнфордского Университета. Многие технические университеты Нидерландов, Австралии и Канады также вошли в список 100 лучших технических вузов мира.

Ресурс SuperJob подготовил **рейтинг вузов России по уровню зарплат занятых в IT-отрасли молодых специалистов, окончивших вуз в 2016-2021 годах**¹¹⁶. Незменный лидер рейтинга — Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет). Средний заработок выпускников МФТИ за год вырос на 20 000 рублей (+9%) и составляет 250 000 рублей в месяц.

На втором месте — Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова, поднявшийся на одну ступень вверх по сравнению с 2021 годом. МГУ — лидер по годовому приросту зарплат выпускников (+30 000 рублей или 17%).

На третьем месте — Московский государственный технический университет им. Н.Э.Баумана, Санкт-Петербургский Национальный исследовательский университет

115 Рейтинг ведущих технических университетов мира // Education Index

116 Рейтинг технических вузов России 2022 // StudentsSuperjob

ИТМО и Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ». Их выпускники 2016-2021 годов выпуска зарабатывают в среднем по 200 000 рублей в месяц.

Таким образом, можно сделать следующие **выводы**:

- Законодательная инфраструктура технологического образования в России (принимая во внимание, что понятие STEM-образование фактически отсутствует в нормативных документах) представляется вполне достаточной. По крайней мере, она определенно свидетельствует о стремлении государства поддерживать это направление. Определенная критика в отношении содержания программ относится скорее к информационно-методическому аспекту инфраструктуры и институционального оформления. Подробная характеристика законодательства приведена в соответствующем разделе.
- В области общего среднего образования технологический компонент, несмотря на определенные усилия государства, пока выделяется слабо на фоне остальных направлений общего среднего образования. Однако в этом сегменте (за исключением Москвы и Санкт-Петербурга) в меньшей степени представлена дифференциация и разрывы между регионами России.
- В области дополнительного образования детей, несмотря на понимание государством его важности и наличие государственной поддержки, наблюдается серьезная дифференциация между регионами с очевидным перекосом в сторону Москвы и Санкт-Петербурга. Кроме того, значительную составляющую в дополнительном образовании детей имеет подготовка к ЕГЭ и сдачи других экзаменов. Технологическая составляющая, за исключением проектов, реализуемых ведущими техническими вузами, представлена слабо. Сами участники образовательного процесса (дети и родители) не демонстрируют очевидного предпочтения в пользу дополнительного образования в сфере технологий.
- Инфраструктура высшего технического и технологического образования представлена на высоком для России уровне, хотя технических вузов меньше, чем экономических и гуманитарных. Однако наблюдается серьезный дисбаланс в пользу вузов, расположенных

в Москве и Санкт-Петербурге. Именно эти вузы в наибольшей степени реализуют трек «Школа — Вуз — Компания», получая возможность аккумулировать лучших выпускников, а также предоставить им высокие шансы на хорошее трудоустройство в ведущие российские компании. Однако на глобальном уровне ситуация выглядит менее радужной — российское высшее техническое образование значительно уступает по целому ряду параметров техническому образованию в США, Великобритании, Китае, Японии, Франции, Нидерландах и др.

- Крупнейшие компании России, чей бизнес связан с техническими и технологическими инновациями, IT-технологиями и другими направлениями STEM, ориентированы на реализацию образовательных программ через вузы-партнеры Национальной технологической инициативы.

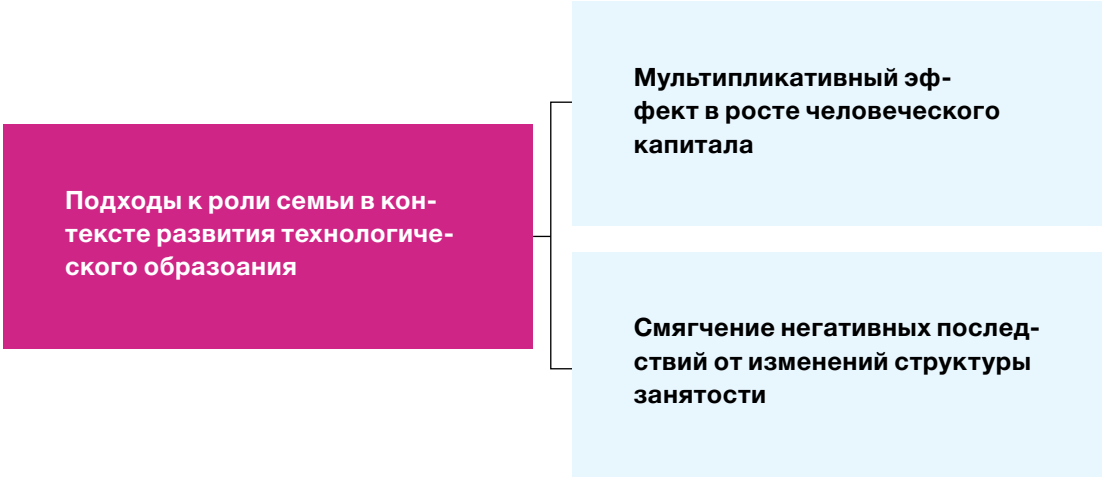
4

Роль семьи в технологическом образовании в России



Комплексное научное исследование по заявленной проблематике в России отсутствует. Существующие публикации рассматривают ситуацию с двух фактически противоположных ракурсов.

Рисунок 2. Основные подходы к роли семьи



В рамках первого подхода отмечается, что человеческий капитал, прежде всего, формируется в семье после соответствующей подготовки, обучения, вложения в него определенных инвестиций. Именно семья вкладывает большие средства на рождение и воспитание детей, образование и квалификацию, здоровье и культуру. В структуру человеческого капитала включаются такие элементы, как врожденные способности и таланты, знания и учения, навыки, приобретенные в процессе воспитания. Человеческий капитал — капитал в виде умственных способностей, приобретенных в процессе обучения и образования или посредством практического опыта¹¹⁷.

Этот подход обращает особое внимание на то, какие запросы поступают от родителей на форму и содержание школьного обучения, каким предметам, по их мнению, необходимо уделять больше времени, на какие направления дополнительного образования родители готовы тратить деньги.

В рамках второго подхода внимание акцентируется на том, что в современную эпоху стратегия непрерывного образования из процесса личностного совершенствования и профессионального роста превращается в гонку за дипломами и сертификатами, способными привлечь внимание потенциального работодателя.

В 2019 г. ВЦИОМ провел исследование об отношении россиян к системе отечественного школьного образования¹¹⁹. Результаты этого исследования во многом свидетельствуют об умеренно-положительном отношении родителей к получению их детьми технологического / STEM-образования, хотя напрямую этот термин в исследовании не фигурирует.

Так, в 2019 г. россияне видели основную задачу современной школы в образовании детей и передаче базовых знаний по предметам (32%), а также в нравственном воспитании детей — 19%. «Воспитание индивидуальности / личности, свободного человека / развитие и раскрытие возможностей ребенка» в качестве основной задачи современной школы отметили только 4% респондентов, «Научить жизни / учить тому, что пригодится в дальнейшей жизни / подготовка к реальной современной жизни» — тоже только 4%, а «Научить учиться / привить любовь к учебе / научить добывать знания» выбрали всего лишь 2% опрошенных родителей. Таким образом, три ключевых «мягких», неспециализированных приоритета, связанных со технологическим, а тем более, со STEM-образованием, поддержали всего лишь 12% родителей. По существу, доминирует традиционный подход к школьному обучению как к формализованному процессу по пере-

117 Роль семьи в формировании человеческого капитала // Современные проблемы науки и образования
118 Роль семьи в смягчении социальных последствий технологических инноваций для учащихся // Непрерывное

образование. 21 век
119 Школьное образование: задачи, приоритеты, потребности // ВЦИОМ

даче строго определенного массива знаний.

При этом среди приоритетов школьного образования, помимо передачи знаний по предметам и формирования широкого кругозора (48%), россияне также видят развитие аналитического мышления и умения рассуждать (41%), развитие индивидуальных способностей и талантов (39%). Последние три пункта (первый, правда, частично) имеют прямое отношение к особенностям STEM-образования. Однако опять обращает на себя внимание тот факт, что доминирует (48%) ответ, связанный с формированием стандартизированного массива общих знаний по широкому кругу предметов, что было характерно для советского школьного образования.

Каждый третий (30%) опрошенный считал, что в школе уделяется недостаточно внимания развитию индивидуальных способностей детей. Среди респондентов 18-24 лет этого мнения придерживается 41%, в возрасте 25-34 лет — 39%. Столько же респондентов (30%) считали недостаточным внимание школьной системы к развитию у детей аналитического мышления (среди людей в возрасте 18-24 лет — 39%) и общему воспитанию.

В 2017 г. ВЦИОМ проводил исследование, посвященное теме введения в школе дополнительных предметов¹²⁰. И хотя набор альтернатив (набор дополнительных предметов) определялся исследователями на основании предложений государства, сам этот перечень, а также выбор родителей весьма показательны.

Так, было предложено 8 возможных дополнительных предметов: правила дорожного движения; основы военной подготовки; финансовая грамотность; нравственные основы семейной жизни; национальный язык в национальных республиках (например, татарский, башкирский и другие); основы светской этики; основы мировых религиозных культур и основы православной культуры (либо исламской/ иудейской/ буддийской — на выбор).

Безусловными лидерами по ответу «Должен быть обязательным для всех школьников» стали правила дорожного движения и основы военной подготовки — 73% и 63% соответственно. Финансовая грамотность, пусть и далекая дисциплина от технологического образования, но максимально близкая к нему из предложенного перечня по формируемым навыкам и компетенциям, заняла только третье место, найдя поддержку

у 44% респондентов. Подчеркнем, что подавляющее большинство российских родителей готовы к тому, чтобы их дети тратили время на изучение правил дорожного движения и основ военной подготовки.

В 2019 г. были опубликованы результаты исследования образовательных запросов родителей к школе¹²¹. Несмотря на то, что описанная методология не позволяет считать это исследование репрезентативным, оно показало, что родители в своих образовательных запросах поддерживают усиление индивидуализации, практико-ориентированности и гибкости. Более половины участников опроса рассчитывают на живой, увлекательный образовательный процесс, подстраивающийся под учащихся; внедрение индивидуальных учебных планов с подобранными под каждого ребенка учебными курсами и образовательными технологиями; использование в образовательном процессе элементов онлайн-образования; организацию классов гибкого состава. Одновременно около четверти родителей не задумывались и/или ничего не знают об образовательных инновациях. В большей степени это касается родителей, обучающихся в отдаленных или дотационных регионах, слабых школах, дезорганизованной среде, трудных классах.

Все эти данные свидетельствуют, что родительское мнение в России, в целом, умеренно готово к восприятию технологического и даже STEM-образования при правильном медийном представлении последнего. Тем не менее, наблюдается серьезное противоречие между тем, в чем российские родители видят задачу современной школы, и в том, что они хотели бы увидеть в своем ребенке по результатам обучения. Последнее гораздо ближе к сущности STEM-образования, но российские родители хотели бы оставить в целом традиционную форму обучения, которая во многом, как показано в подразделе «Обзор ключевых методов и подходов, а также передовых форматов в технологическом образовании в России и мире» не соответствует специфике ни технологического, ни STEM-образования.

Российские данные интересно сравнить с данными по другим странам. Безусловно, о точном сравнении разных социологических исследований говорить невозможно, но общие тенденции выявить можно.

Так, в 2020-2021 гг. в Австралии было про-

120 Школа жизни: время прагматиков? // ВЦИОМ
121 Опыт исследования образовательных запросов родителей к школе // Cyberleninka

ведено специальное исследование, посвященное восприятию родителями STEM-образования и их отношению к нему.

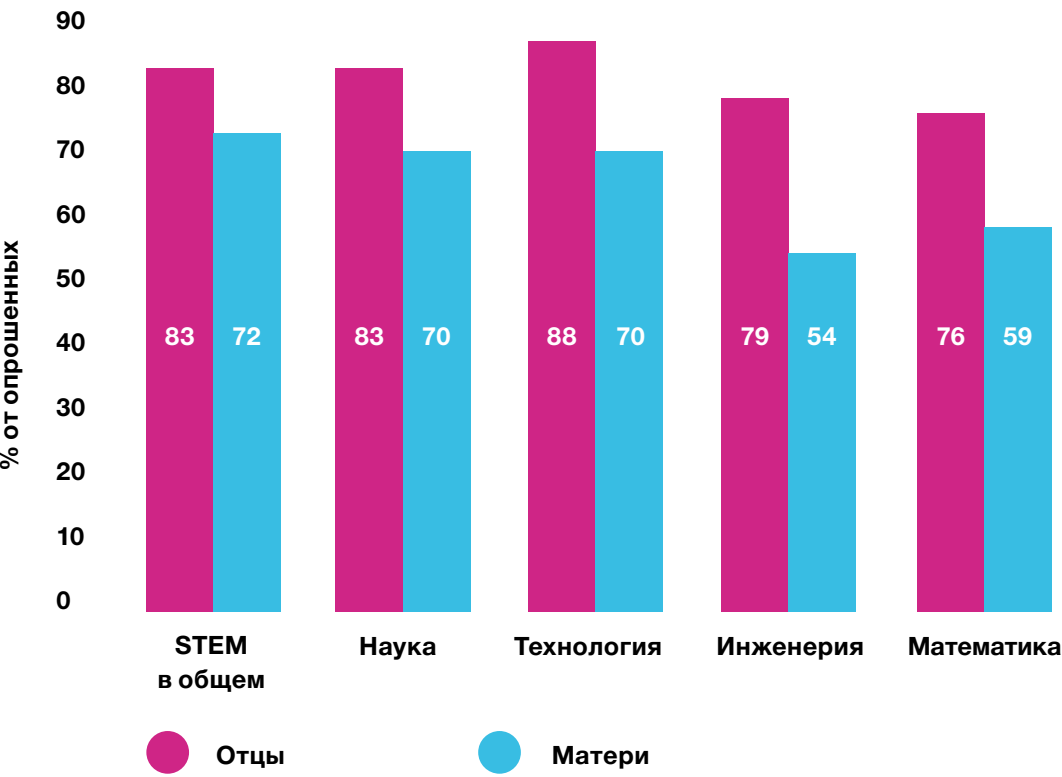
Результаты исследования продемонстрировали очень высокий уровень положительного отношения австралийских родителей к STEM-образованию, несравненно более высокий, чем у российских родителей.

Так, 92% опрошенных убеждены, что STEM-образование важно для австралийской экономики, а значит, предоставляет хорошие перспективы для трудоустройства. Соответственно, родители отметили и свой

высокий интерес к STEM-образованию, хотя есть не очень существенные различия между восприятием австралийскими родителями важности и перспектив каждой из четырех составляющих STEM-образования.

Эти результаты представлены в следующей графике:

Рисунок 3. Интерес родителей к STEM-образованию



Почти половина австралийских родителей — 45% — проводят с детьми беседы на тему STEM-образования не реже одного раза в неделю. 76% родителей выразили среднюю или высокую уверенность в том, что они способны поддержать своих детей при получении STEM-образования.

Уже упомянутое ирландское исследование также продемонстрировало высокую заинтересованность ирландских родителей в STEM-образовании для своих детей. Особую важность родители видят в развитии «мягких» навыков, ассоциированных со STEM-образованием. Они полагают, что эти

навыки будут ключевыми для высокой конкурентоспособности на рынке труда, независимо от того, какой профессиональной деятельностью будет заниматься ребенок.

В связи с этим ирландские родители несколько скептически относятся к идее масштабного внедрения STEM в учебные планы в школах, так как осознают, что оно очень затратное по времени, а в случае невысокого интереса ребенка или скромных успехов в этой области, он не сможет компенсировать затраченное время при изучении других дисциплин. Родители приветствуют комплексные внеклассные проектные задания, в рамках

которых можно развивать узкопрофессиональные и «мягкие» навыки.

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

Несмотря на относительную новизну STEM-образования, уровень информированности родителей на Западе (нами взяты примеры Австралии и Ирландии) об этом феномене очевидно гораздо выше, чем в России.

В российской системе образования запросам со стороны родителей, особенно запросам, которые касались бы содержания обучения, уделяется гораздо меньшее внимание, чем на Западе. Скорее, российские мониторинговые центры в большей степени ориентированы на выявление некоего общего отношения родителей к школьному образованию и гораздо меньше — к университетскому.

Даже исходя из доступных социологических исследований, можно отметить некоторую амбивалентность позиции российских родителей по отношению к содержанию обучения в школах. С одной стороны, родители хотят серьезных изменений в образовательном процессе в направлении его гуманизации, персонализации, практико-ориентированности. С другой стороны, они достаточно оптимистичны в отношении текущего состояния дел, рассматривая школу как некий общий механизм социализации, во многих аспектах подменяющий собой семью.

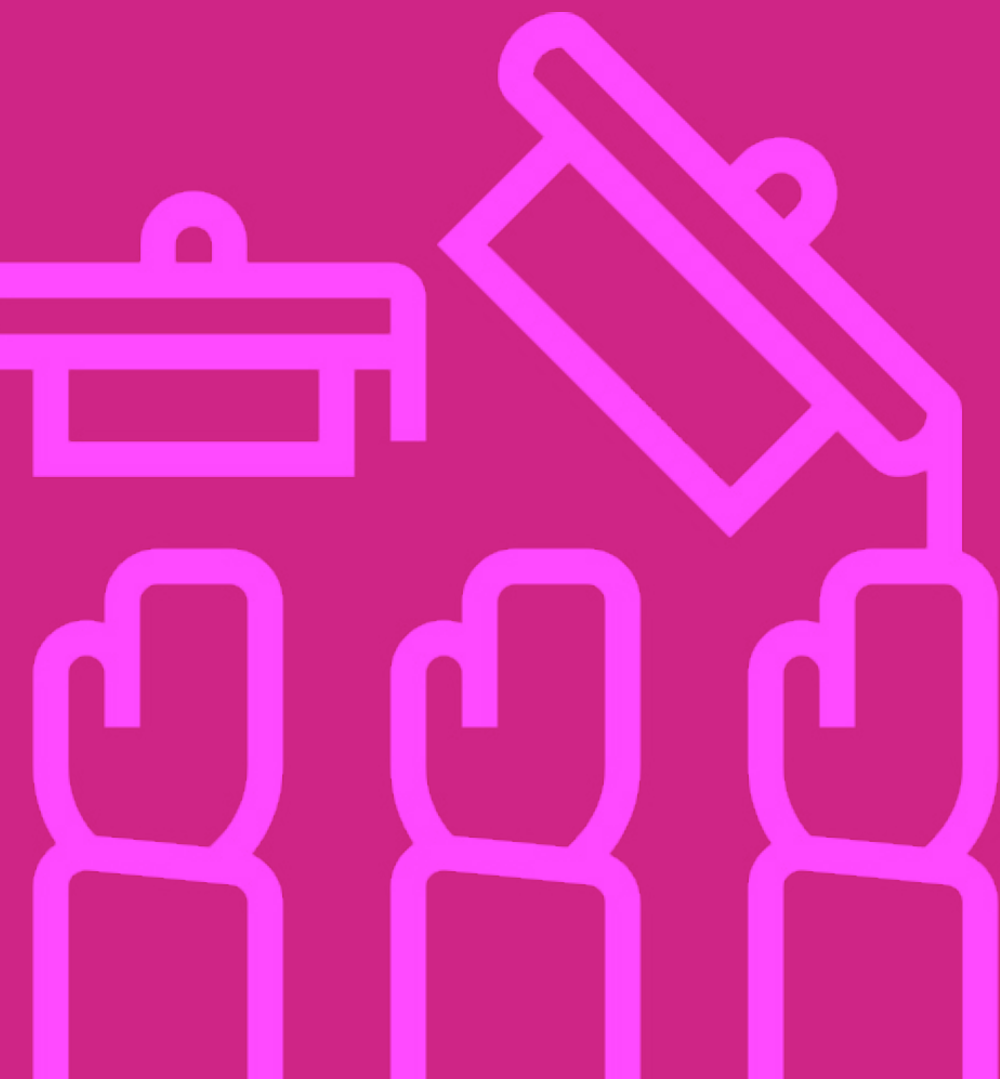
Частично такое восприятие школы поддерживается и государственной политикой, что ярко продемонстрировано кейсом опроса касательно введения в школьные учебные планы дополнительных предметов (почти все из которых носили выраженный идеологический характер и практически никак не были связаны с реальными запросами рынка труда).

В результате дефицит каких-то полезных, с точки зрения российских родителей, знаний и навыков (а судя по всему, технологическое образование рассматривается как полезное значительной частью россиян) они предпочитают компенсировать через **дополнительное образование детей**. Помимо очевидной проблемы возникающего дефицита времени у обучающегося, важной проблемой становится и финансовая составляющая.

Финансовая проблема стоит острее для тех родителей, чьи дети обучаются в дотационных регионах, слабых школах, дезорганизованной среде, трудных классах и т.д., то есть, именно там, где общая осведомленность о технологическом и тем более STEM-образовании и, соответственно, его востребованность, ниже.

Вместе с тем российские родители, даже не зная термин «STEM», положительно относятся ко многим его элементам. Представляется, что грамотная рекламная кампания, в том числе, и в сторону включения этих элементов в обязательную школьную программу, найдет широкую поддержку со стороны российских родителей.

Технологическое образование
в рамках трека «Школа-Вуз-
Компания»



Иконка: Euclalypt, FlatIcon.com.

Анализ форм
сотрудничества в связке
«Школа-Вуз»

Согласно данным одного из исследований, в 2017 году в стране по дополнительным общеобразовательным программам технической направленности занималось чуть более 1,9 млн. детей в возрасте 3-17 лет, в том числе 1,17 млн. детей в возрасте от 10 до 17 лет. В возрасте от 10 до 17 лет включительно программами технической направленности было охвачено порядка 10% детей¹²⁴.

В 2022 г. охват детей деятельностью региональных центров выявления, поддержки и развития способностей и талантов у детей, технопарков «Кванториум» и центров «ИТ-куб» составил 7,9%, к 2024 г. эта цифра должна возрасти до 10%, а к 2030 г. — до 15%.

Разработана Типовая модель создания новых мест для дополнительного образования детей технической направленности¹²⁵.

Создание новых мест в образовательных организациях различных типов для реализации дополнительных общеразвивающих программ — мероприятие государственной программы Российской Федерации «Развитие образования», в соответствии с которым

предусмотрено финансовое обеспечение в рамках региональных проектов, обеспечивающих достижение целей, показателей и результата федерального проекта «Успех каждого ребенка» национального проекта «Образование», согласно Правилам предоставления и распределения субсидий из федерального бюджета бюджетам субъектов Российской Федерации на софинансирование расходных обязательств субъектов Российской Федерации, возникающих при реализации таких проектов».

Важным направлением для технологического образования является именно дополнительное образование. В России приняты «Концепция развития дополнительного образования детей» от 2014 года (продолжена в 2022 г. до 2030 г.) и приоритетный проект «Доступное дополнительное образование для детей» на 2016–2021 годы. Составлен план мероприятий по реализации Концепции развития дополнительного образования детей до 2030 г (I этап, 2022-2024 гг.).

Вместе с тем, снижается доля детей в возрасте 3 — 18 лет, посещающих дополнительные образовательные (развивающие) занятия, в том числе на бесплатной основе, что отражено в следующей таблице¹²⁷:

Таблица 11. Доля детей в возрасте 3—18 лет, посещающих дополнительные образовательные (развивающие) занятия, %

	2015	2017	2019	2021
Доля детей в возрасте 3–18 лет, посещающих дополнительные образовательные (развивающие) занятия, в том числе на бесплатной основе, в процентах к общему числу детей в соответствующем возрасте, в домохозяйствах, имеющих детей:	57,8	54,4	56,3	55,2
одного ребенка	24,7	21,4	22,3	20,9
двух детей	26,1	26,1	26,1	25,6
трех и более детей	7	6,9	7,9	8,6

Ниже представлена таблица взаимодействия со школами, осуществляемая вузами-участниками НТИ.

124 Технологическое образование школьников. Актуальная ситуация и пути развития // kruzzhok.org

125 Типовая модель создания новых мест для дополнительного образования детей технической направленности // ВШЭ

126 Распоряжение Правительства РФ от 31 марта 2022 г. N 678-р Об утверждении Концепции развития дополнительного

образования детей до 2030 г. и плана мероприятий по ее реализации // Гарант.ру

127 Доля детей в возрасте 3—18 лет, посещающих дополнительные образовательные (развивающие) занятия, в том числе на бесплатной основе // Росстат

Таблица 12. Взаимодействие со школами, осуществляемое вузами-партнерами НТИ

Вуз	Характер взаимодействия
НИУ ВШЭ	Университетский образовательный округ НИУ «Высшая школа экономики» — сообщество партнерских школ, более 450 школ-партнеров ¹²⁸ . Базовая школа — образовательная организация, взаимодействующая с НИУ ВШЭ на основе соглашения о сотрудничестве, которая участвует в одном из проектов НИУ ВШЭ, направленных на изменения в школе в соответствии с ФГОС старшей школы, и/или формирует классы/группы НИУ ВШЭ, обучение в которых осуществляется по рекомендованным учебным планам НИУ ВШЭ. Распределенный Лицей НИУ ВШЭ, в рамках которого существует направление «Информатика, инженерия и математика» ¹²⁹ .
МФТИ	Проведение собственных олимпиад: - Олимпиада «Физтех» по математике, физике и биологии для учеников 9-11 классов¹³⁰; - Олимпиада по фундаментальной и прикладной физике для учеников 9-11 классов¹³¹; - Кубок ЛФИ; - Онлайн смены ЛФИ для школьников; - Заочная физико-техническая школа МФТИ для учеников 8-11 классов¹³²; - Олимпиада ФПМИ¹³³; - Московская математическая олимпиада. Выездные школы «Комбинаторика и алгоритмы» ¹³⁴ ; Канал «Маткульт-привет!»; Школа Глубокого обучения — кружок, рассчитанный на старшеклассников, интересующихся программированием и математикой; Олимпиадный кружок «Tinkoff Generation»; Кружок «Олимпиадное программирование»; Кружок «Computer Science»; Кружок «Кружок Прикладного Анализа Данных»; Обеспечение функционирования Московского Центра Непрерывного Математического Образования.
НИУ «МЭИ»	Договора о сотрудничестве с рядом школ ¹³⁵ ; Открытая московская инженерная конференция школьников «Потенциал»; Городской инженерный квест «Ночь техники»; Всероссийский конкурс творческих, проектных и исследовательских работ учащихся «#ВместеЯрче»; Летние инженерные каникулы; Московский конкурс межпредметных навыков и знаний; «Интеллектуальный мегаполис. Потенциал» (по технологическому направлению); Школа «Юный Энергетик»
РХТУ им. Д.И.Менделеева	Образовательный проект «Менделеевские классы» ¹³⁶ ; Детский технопарк «Менделеев центр» (по итогам обучения в технопарке школьники могут подготовить и защитить индивидуальный или командный проект) ¹³⁷ .

128 Центр взаимодействия с регионами // ВШЭ
129 Распределенный Лицей НИУ ВШЭ // ВШЭ
130 Олимпиада Физтех // МФТИ
131 Олимпиада по фундаментальной и прикладной физике 2022 // Abitu.net
132 Заочная физико-технологическая школа МФТИ // МФТИ
133 Олимпиада ФПМИ по программированию // ФПМИ
134 Образовательные проекты ФПМИ // ФПМИ
135 Школы-партнеры // МЭИ

136 Менделеевские классы принимают в свои ряды новых «менделеевцев» // Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева.
137 Проект направлен на повышение уровня преподавания химии и математики, выстраивание сетевого взаимодействия с вузами и предприятиями, организацию системы предпрофессиональной подготовки, а также формирование ранней профориентации школьников.

Вуз	Характер взаимодействия
Университет ИТМО	Летние школы ¹³⁸ : - Летняя школа юного инженера; - Летняя школа юного биотехнолога; - Летняя школа «Химия света»; - Летняя школа олимпиадного программирования; - Летняя школа лазерных технологий; - Летняя школа «Технологическое предпринимательство»; - Летняя школа робототехники; - Летняя школа фотоники; - Летняя школа юного эколога; - Летняя школа ITMO.KIDS. ITMO.CTART — образовательные программы ИТМО для школьников 1-11 классов ¹⁴⁰ .
СПбГЭТУ им. Ульянова (Ленина)	Участие в организации ряда олимпиад для школьников. Подписание договоров о сотрудничестве с рядом школ, участником сетевого взаимодействия «ШКОЛА — СПО — ВУЗ» ¹⁴¹ , организация кружков для школьников ¹⁴⁰ .
Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России	Создание Ресурсного центра «Медицинский Сеченовский Предуниверсарий» для учащихся 10-11 классов ¹⁴³ . Летняя Сеченовская школа для школьников 8-10 классов ¹⁴⁴ .
ГБОУ ВПО «Российский национальный исследовательский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России	Комплекс профориентационных мероприятий для школьников, включая онлайн курсы ¹⁴⁵ ; Пироговская олимпиада для школьников по химии и биологии ¹⁴⁶ ; Пироговская научно-медицинская конференция «ЮНИОР» для учеников 5-11 классов ¹⁴⁷ .
ГОУ ВПО «Смоленская государственная медицинская академия» Минздрава России	Олимпиада школьников «Будущее медицины» ¹⁴⁸ .
Новосибирский государственный университет	Высший колледж информатики. Летняя школа информатики и программирования ¹⁴⁹ .
Московский авиационный институт	Детский технопарк «Траектория взлёта» ¹⁵⁰ ; Поддержка инженерных классов ¹⁵¹
Сколковский институт науки и технологий	Технопарк «Дети в Сколково» ¹⁵² ; «Нормальная школа» — живые кружки университетского уровня ¹⁵³ ; Открытие своих ресурсов для организации дистанционного обучения в школах ¹⁵⁴ .
Вузы направления MariNet	Взаимодействие с кадетскими училищами; Взаимодействие с местными учреждениями среднего образования

138 Летние школы Университета ИТМО: от олимпиадного программирования до инновационного бизнеса // ИТМО
139 Единое образовательное пространство для школьников // ИТМО
140 Олимпиады для школьников // ЛЭТИ
141 Так в тексте
142 «Необходимо объединять усилия»: ЛЭТИ стал участником сетевого взаимодействия «ШКОЛА — СПО — ВУЗ» // ЛЭТИ
143 Ресурсный центр «Медицинский Сеченовский Предуниверсарий» // Сеченовский университет
144 Летняя Сеченовская школа // Сеченовский университет
145 Профориентационные мероприятия для школьников // РНИМУ им. Н.И. Пирогова
146 Пироговская олимпиада для школьников по химии и биологии // РНИМУ им. Н.И. Пирогова
147 Пироговская научно-медицинская конференция «ЮНИОР» // РНИМУ им. Н.И. Пирогова
148 Олимпиада «Будущее медицины» // СГМУ
149 Летняя школа информатики и программирования // НГУ
150 Детский технопарк МАИ // МАИ
151 В инженерных классах появятся новые направления — судостроение и авиастроение // Московская Правда
152 Дети в Сколково // Сколтех
153 Normalschool
154 Проект Сколтеха «Математика01» стал доступным для всех российских школ // Сколтех

Вуз	Характер взаимодействия
Московский автомобильно-дорожный государственный технического университет	Центр технологической поддержки образования МАДИ — школьникам (для детей 10-18 лет) — инженерно-технологический комплекс, на базе которого проводятся технико-ориентированные занятия дополнительного образования для обучающихся ¹⁵⁵ ; Участие в университетских субботах
Московский политехнический университет	Инженерная школа — подразделение (факультет) университета, которое создаёт новую систему взаимоотношений со школами и другими организациями по работе с молодежью для привлечения талантливых школьников в инженерные профессии ¹⁵⁶ .
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого	Естественно-научный лицей — учебное заведение среднего общего образования (10 и 11 классы) ¹⁵⁷ . Проведение в школах Дни университета «Открой для себя Политех»; Сотрудничество с Инженерно-технологической школой № 777 Санкт-Петербурга ¹⁵⁸ .
МГУ им. М.В. Ломоносова	Проведение собственных олимпиад ¹⁵⁹ ; Специализированный учебно–научный центр (факультет) — школа–интернат имени А.Н. Колмогорова ¹⁶⁰ ; Школы юных, кружки и образовательные курсы для школьников при факультетах МГУ ¹⁶¹ ; Мероприятия для школьников в музеях МГУ ¹⁶² ; Сотрудничество с рядом школ.
АНО ВО «Университет Иннополис»	Всероссийские и международные олимпиады, образовательные смены, учебно-тренировочные сборы и курсы для школьников, студентов и преподавателей, которые стремятся стать востребованными ИТ-специалистами. Летние школы для учеников 8–11 классов ¹⁶³ .
МГТУ им. Н.Э. Баумана	Наличие олимпиад; Научно-методическая и организационно-учебная поддержка образовательного процесса в инженерных классах ¹⁶⁴ . Проведение практико-ориентированных мероприятий в форме научно-популярных и образовательных лекций, мастер-классов, семинаров, кружков, лабораторного практикума, конкурсов, соревнований, экскурсий на высокотехнологичные предприятия России ¹⁶⁵ .

В настоящее время наблюдается положительная тенденция сближения вузов и средней школы. При неблагоприятной демографической обстановке в России высшее и среднее образования вынуждены переходить к тесному сотрудничеству. Для абитуриентов вузов среднее образование является только ступенью в целостной системе подготовки высококвалифицированных инженерных кадров¹⁶⁶. Помимо взаимодействия между школами и крупнейшими российскими вузами, важное значение имеет развитие внешкольных и в целом неформальных практик в техно-

логическом образовании России, деятельность сообществ, осуществляющих большую инициативную работу в сфере популяризации этого образования в стране. В частности, необходимо упомянуть Ассоциацию участников технологических кружков. Эта ассоциация была учреждена летом 2017 года с целью поддержки и развития российских технологических кружков и других организаций дополнительного образования в технической сфере, работающих в логике Национальной технологической инициативы и Стратегии научно-технического развития Российской Федерации, утвержденной указом Президента

155 Центр технологической поддержки образования МАДИ — школьникам // МАДИ
156 Инженерная школа (факультет) // Московский политех
157 О лицее // Политех
158 Политех пошел в школу // Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
159 Олимпиады школьников и студентов в МГУ // МГУ
160 Специализированный учебно–научный центр (факультет)— школа–интернат имени А.Н. Колмогорова // МГУ
161 Школы юных, кружки и образовательные курсы для школьников при факультетах МГУ // МГУ
162 Мероприятия для школьников в музеях МГУ // МГУ
163 Довузовская подготовка // Университет Иннополиса
164 Профильные школы // МГТУ им. Н.Э.Баумана
165 Бауманка — школьникам // МГТУ им. Н.Э. Баумана
166 Современные технологии непрерывного обучения шко-

Российской Федерации от 01.12.2016 № 642¹⁶⁷. Инициаторы создания ассоциации достаточно точно отметили проблемные вопросы, связанные с неформальным дополнительным технологическим образованием детей и молодежи¹⁶⁸:
Отсутствуют единые стандарты, форматы, информация обо всех доступных возможностях поддержки проектов.
Детский коллектив, собранный вокруг проекта, зачастую сталкивается с тем фактом, что в реальном мире он никому не интересен, а для того, чтобы продолжать работать и выходить на серьезные результаты, ему нужен другой уровень поддержки.
Площадка, которая инициировала у себя такой проект, зачастую не может дать следующий уровень ресурсов или компетенций и не знает, куда направить детей дальше, чтобы их проект не остановился на уровне доклада или прототипа.
Дети, поработавшие с реальными технологическими вызовами на выездном мероприятии, не могут найти себе точку приложения у себя в регионе.
По итогам 2021 г. в Олимпиаде Кружкового движения НТИ (одно из ключевых направлений деятельности для ассоциации) приняли участие 80920 зарегистрированных учащихся 8-11 классов¹⁶⁹. Отчеты за 2020 г. и 2019 г. не дают цифру участников за год (идет подсчет количества участников по нарастающей), однако сравнение этих двух отчетов позволяет предполагать, что число участников Олимпиады Кружкового движения НТИ в 2020 г. составило около 72 тыс. человек.
Важно, что Олимпиада Кружкового движения НТИ проводится при поддержке реального бизнеса, работающего в сфере высоких технологий. Эта Олимпиада проводится с 2015 г. Кружковым движением НТИ, АСИ, АНО «Платформа НТИ» и компанией РВК. Олимпиаду поддерживают ведущие технологические компании: ПАО «Ростелеком», фирма «1С», благотворительный фонд Сбербанка «Вклад в будущее», Фонд инфраструктурных образовательных программ РОСНАНО, ПАО ОАК, компания «Сухой», госкорпорация «Роскосмос»¹⁷⁰.
Помимо целого ряда проектов для школьников и студентов, Ассоциацию участников техно-

логических кружков реализует и проект по массовой подготовке и сертификации наставников. Проект реализуется при поддержке Фонда «Сколково». По итогам 2021 г. сертификаты наставников получили 1100 человек¹⁷¹.
Руководство инициативы уверено, что кружковое движение НТИ успешно реализует региональную политику по работе с талантами в технологической сфере, охватывая все 85 субъектов Российской Федерации. Вместе с тем, к I уровню региональной экосистемы кружкового движения (при котором кружковое движение играет системную роль в реализации задач основного и дополнительного образования в регионе), относится только Московская область. Ко II уровню (при котором активности Кружкового движения стали частью региональной политики, что закреплено в соглашениях и дорожных картах) относятся только 13 субъектов Российской Федерации. Остальные 71 относятся к III и IV уровню региональной экосистемы кружкового движения¹⁷².
Тем не менее, помимо социальной функции, ассоциация стала и успешным коммерческим проектом (основной вид деятельности — исследование конъюнктуры рынка и изучение общественного мнения). За 2020 год прибыль компании составила 85 791 000 рублей, выручка за 2020 год — 92 151 000 рублей. Выручка на начало 2020 года составила 72 444 000 рублей, на конец — 92 151 000 рублей. Себестоимость продаж за 2020 год была 3 568 000 рублей¹⁷³.

Анализ форм сотрудничества в связке «Вуз-Компания»

Все рассмотренные в предыдущей таблице вузы имеют тесное сотрудничество в ведущих российских компаниями по своему профилю.
В 2017 г. был подготовлен качественный справочный материал «Программы сотрудничества ИТ-компаний с российскими вузами»¹⁷⁴, в котором была собрана вся доступная фактическая информация. Автора сборника отмечали, что «О необходимости более практико-ориентированного обучения сегодня говорят много, при этом часто вузы жалуются, что им

ла-вуз // Материалы КонференцииТам же.
167 Ассоциация участников технологических кружков
168 Там же.
169 Отчет Ассоциации участников технологических кружков за 2021 год
170 Отчет Ассоциации участников технологических кружков за 2020 год

171 Отчет Ассоциации участников технологических кружков за 2021 год
172 Там же
173 Ассоциация участников технологических кружков. РБК Компании.
174 Программы сотрудничества ИТ-компаний с российскими вузами // ФРИИ

непонятны программы компаний и точка входа; компании же жалуются, что вузы консервативны и неизвестно, как строить с ними взаимодействие. Многие компании готовы принимать участие в подготовке качественных кадров...».

В справочнике перечислены более **60 компаний**. И хотя не все они в настоящее время остались на российском рынке, анализ форм их сотрудничества позволяет сформировать адекватное представление о ситуации.

К основным формам сотрудничества вузов и компаний относятся следующие:

- Открытие кафедр компаний в ведущих вузах. Например, кафедра теоретической и прикладной информатики Parallels — Acronis — Virtuozzo — Runa Capital в МФТИ. Задачей кафедры является подготовка бакалавров, магистров и кандидатов наук в Computer Science и Software Engineering, владеющих современными методами индустриальной разработки программных продуктов и сервисов. Руководство и сотрудники Acronis преподают на кафедре, а также регулярно организовывают TechTalk и мастер-классы с ведущими мировыми специалистами отрасли для студентов МФТИ.
- Группа IBS и Московский физико-технический институт осуществляют организовали подготовку специалистов в области информационных систем и информационных технологий на базе кафедры информационных бизнес систем.
- Открытие собственных лабораторий. Компания Acronis поддерживает исследовательские проекты студентов университета Иннополис и обеспечивает техническую экспертизу. В 2014 году при сотрудничестве с компанией Acronis была открыта Лаборатория облачных систем и виртуализации сервисов. Совместная проектная студенческая лаборатория компании Acronis и Университета ИТМО.
- Научно-исследовательская лаборатория JetBrains — совместный проект JetBrains и математико-механического факультета СПбГУ. Лаборатория открыта в 2012 году.
- Прием студентов на различные виды практики (все вузы).
- Руководство практико-ориентированными проектами студентов.
- Создание совместных магистерских программ. Например, магистерская программа «Создание модульного многофункционального центра прототипирования»

компании ATC — «Центр перспективных технологий». На время обучения в магистратуре студент официально трудоустраивается в компанию и в составе проектной группы участвует в создании модульного многофункционального центра прототипирования. В результате проекта по созданию модульного центра прототипирования будет разработана уникальная модульная компактная платформа для механообработки, лазерной обработки, 3D-печати. Проект реализуется совместно с МГУ имени М.В. Ломоносова, с использованием научной инфраструктуры университета.

- Разработка и поддержка собственных академических программ вне учебного плана. Например, BASE GROUP LABS бесплатно предлагала содействие учебным заведениям в обучении студентов дисциплинам, связанным с анализом данных и информационно-аналитическими системами.

Эта академическая программа включала в себя: сертификат BaseGroup Labs о вступлении в программу; бесплатное электронное обучение преподавателей; постоянный доступ в электронный учебный центр преподавателям; свободно распространяемая версия платформы Deductor Academic; закрытый портал преподавателей с блогом, форумом и учебно-методическими материалами; совместные сертификаты для студентов, изучающих курсы по анализу данных на платформе Deductor; приглашения на специальные мероприятия для вузов; выездные летние и зимние школы для студентов, проводимые компанией.

- - Проведение различных соревнований по профилю компании. Например, компания Challenge организует кейс-чемпионаты, олимпиады, программы развития и другие мероприятия, которые позволяют установить связь между университетским образованием и бизнесом.
- Открытие собственных тренинг-центров для студентов на своей базе. Например, компания EPAM держала открытыми 9 тренинг-центров в своих офисах, обучение в которых было бесплатным.
- Создание сетевого взаимодействия. Можно упомянуть в этом контексте Сетевые академии Huawei. Программа для теоретико-практической подготовки студентов старших курсов, аспирантов и преподавателей отрасли ИКТ. Программа включает в себя подготовку преподавателей к про-

ведению авторизованных курсов Huawei и открывает перед всеми участниками возможности для прохождения международных или локальных сертификаций по ряду актуальных ИКТ-направлений.

- Открытие всевозможных технопарков, техноцентров и т.д. Например, Техносфера — совместный образовательный проект Mail.Ru Group и факультета ВМК МГУ имени М. В. Ломоносова, реализующий практико-ориентированное бесплатное дополнительное обучение студентов старших курсов и аспирантов МГУ силами сотрудников Mail.Ru Group. Технопарк — совместный образовательный проект Mail.Ru Group и МГТУ им. Н.Э. Баумана. Технотрек — образовательный проект Mail.Ru Group реализующий практико-ориентированное бесплатное дополнительное обучение студентов старших курсов и аспирантов МФТИ силами сотрудников Mail.Ru Group и Центра развития ИТ-образования.
- Особого рассмотрения заслуживает опыт МФТИ, который делает ставку на вовлечение студентов в реальную научно-исследовательскую работу под руководством выдающихся ученых в базовых организациях. Таких организаций-партнеров в МФТИ больше ста. Среди них, помимо целого ряда институтов Российской академии наук, крупнейшие российские компании: Яндекс, Сбербанк-технологии, ABBYY и многие другие¹⁷⁵.

Анализ форм сотрудничества в связке «Школа-Компания»

В 2020 г. компания «Аktion-МЦФЭР» составила новый рейтинг лидеров российского рынка онлайн-образования. По итогам этого исследования был отмечен рост популярности сегмента детского образования и мобильного обучения.

Из компаний, ориентированных преимущественно на школьную аудиторию, были отмечены следующие:

«Учи.ру», изменение выручки: 50%. Образовательная онлайн-платформа, на которой школьники со всех регионов России изучают школьные предметы в интерактивной форме. Среди партнеров этого ресурса — Центр пе-

дагогического мастерства, Московская школа управления «Сколково», Школа новых технологий, Институт Пушкина, Агентство стратегических инициатив, МФТИ¹⁷⁷.

«Нетология-групп», изменение выручки: 53%. Компания, специализирующаяся на образовании полного цикла. В нее входят несколько проектов, среди которых: «Нетология» — центр обучения digital-профессиям и «Фоксфорд» — онлайн-школа для учеников 1–11 классов, учителей и родителей. На онлайн-курсах и индивидуальных занятиях с репетитором школьники готовятся к ЕГЭ, ОГЭ, олимпиадам, изучают школьные предметы. Занятия ведут преподаватели МГУ, МФТИ, ВШЭ и других ведущих вузов России¹⁷⁸.

MAXIMUM Education, изменение выручки: 34%. Образовательные программы и технологии в сфере дополнительного образования школьников. Из дополнительного образования можно отметить курсы по программированию на Python, по разработке игр и по созданию сайтов. В основном портал специализируется на подготовке школьников к сдаче ЕГЭ¹⁷⁹.

В рейтинге за первый квартал 2022 г. отмеченная еще до пандемии тенденция получила свое продолжение¹⁸⁰.

На четвертом месте с 15-кратным ростом выручки (со 100 млн. до 1,5 млрд. рублей) по сравнению с первым кварталом 2021 г. расположилась компания Skysmart. Она предлагает онлайн курсы по предметам школьной программы, а также по программированию на Python, по разработке игр и по созданию сайтов¹⁸¹.

На 6-м месте находится компания NovaKid, специализирующаяся на преподавании английского языка¹⁸².

На 8-месте находится уже упомянутая «Учи.ру» с небольшим ростом в 10,39% по сравнению с первым кварталом 2021 г.

На 9-м месте компания «Умскул», продукты которой направлены на подготовку к экзаменам, включая ЕГЭ¹⁸³.

На 10-м месте находится уже упомянутая «Фоксфорд» с ростом в 56,56% по сравнению с первым кварталом 2021 г.

Таким образом, детское онлайн обучение показывает существенный рост — **5 из 10 топ-компаний в сфере EdTech специализи-**

175 Общая информация // МФТИ

176 Тренды образования: кто вошел в топ-10 крупнейших EdTech-компаний России // РБК

177 Интерактивные курсы для 1-11 классов // Учи.ру

178 Фоксфорд // Фоксфорд

179 Тематические курсы по всем темам экзаменов — 2022 //

Maximum Education

180 Крупнейшие EdTech компании России // EdTech

181 Skysmart // Skysmart.ru

182 Novakid // Novakid.ru

183 Умскул // Умскул.нет

руются именно на школьной аудитории. Однако за исключением Skysmart, темпы роста которой, по-видимому, частично объясняются низкой базой (самая низкая позиция по объему выручки за первый квартал 2021 г. из десяти компаний списка), темпы роста детско-го онлайн обучения ниже, чем темпы роста онлайн обучения для взрослых. Более того, **компании, предлагающие дополнительное образование для школьников, ориентированы преимущественно на подготовку к сдаче ЕГЭ и изучение иностранного языка**, предлагаемые ими продукты в области технического (STEM) образования не идут ни в какое сравнение с теми продуктами, которые предлагают для школьников наиболее активные участники НТИ.

Хотя в целом компании пассивны в отношении среднего образования, есть исключения. В качестве исключения можно отметить опыт **«Газпрома»**. В настоящее время в состав «Газпрома» входят два образовательных учреждения среднего профессионального образования:

- ЧПОУ «Газпром колледж Волгоград»;
- ЧПОУ «Газпром техникум Новый Уренгой».

«Газпром» и его дочерние общества оказывают образовательным организациям содействие в формировании лабораторной и тренажерной баз, учебных материалов, в организации студенческой практики. В свою очередь образовательные организации высшего и среднего профессионального образования привлекают руководителей и работников группы «Газпром» для преподавательской деятельности. С 2016 года в целях выявления одаренных школьников, ориентированных на инженерно-технические специальности, способных к техническому творчеству и инновационному мышлению и планирующих свою профессиональную деятельность в газовой отрасли, при поддержке вузов-партнеров ПАО «Газпром» проводится Отраслевая олимпиада школьников «Газпром»¹⁸⁴.

Анализ перспектив образования трека «Школа-Вуз-Компания» на образовательном рынке в России

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

В российском технологическом образовании присутствуют все формы вза-

имодействия в рамках триады / трека «Школа- Вуз-Компания».

Наиболее многочисленные формы взаимодействия представлены между компаниями и вузами-участниками (партнерами) Национальной технологической инициативы. Соответственно, в значительной степени это сотрудничество ограничено в рамках Москвы и Санкт-Петербурга. Вузы в области STEM-образования, расположенные в этих городах, получают оптимальную (с точки зрения баланса интересов участников) поддержку со стороны компаний, представленных на рынке информационных технологий, инновационных технологий, технологий, поддерживаемых государством в рамках реализации Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации и связанных с этой Стратегией направлений государственной политики.

Соответственно, наиболее активные участники / партнеры Национальной технологической инициативы из числа вузов реализуют достаточно агрессивную и успешную политику по профориентации наиболее сильных школьников, способны предложить специализированные учебные программы в рамках собственных разработок и инфраструктуры в области дополнительного образования детей и молодежи.

Ожидается наиболее полными формами взаимодействия при такой ситуации охвачены преимущественно школы, расположенные в Москве и Санкт-Петербурге. Это создает необходимый резерв подготовленных абитуриентов для вузов-участников НТИ, но не позволяет говорить о перспективах какого-то существенного роста.

С точки зрения взаимодействия по треку «Компания-Школа» ситуация складывается еще менее оптимистично. Компании предсказуемо не готовы напрямую инвестировать в трек подготовки «Школа-Вуз-Компания». Своеобразным заменителем выступает создание компаний, предлагающих платное дополнительное образование в области EdTech. Однако бурный допандемийный рост в этой области сменяется тенденцией к стагнации. Родители в меньшей степени склонны инвестировать в дополнительное образование своих детей без четкой привязки к последующему поступлению. В результате значительный сегмент с тенденцией к росту на данном треке занимают всевозможные программы подготовки к ЕГЭ.

6

Успешные кейсы в области технологического образования



Одборка таких проектов зависит, прежде всего, от критериев успешности. Попытки такого ранжирования в России были. Наиболее интересная, на наш взгляд, представлена в «12 проектов, которые изменяют образование в России (по задумке ВШЭ и Алексея Кудрина)»¹⁸⁵. Если брать мировой уровень, то подобное ранжирование также было неоднократно приведено. Например, можно отметить «10 наиболее влиятельных проектов в различных отраслях промышленности», в которых представлены и топ-10 проектов в области технологического образования¹⁸⁶. Ежегодно составляется рейтинг топ-10 проектов в области STEM-образования для детей¹⁸⁷.

Ниже мы хотели бы остановиться на 10 кейсах, связанных со STEM-образованием (во всех случаях использовался термин «технологическое образование»), реализованных именно в региональных российских вузах и признанных на различных конференциях или конкурсах в качестве образцов хорошей практики. Практика деятельности столичных учреждений образования рассматривается в других разделах работы в силу, прежде всего, неоднократного отмеченного регионально-го дисбаланса, характерного для технологического образования в России.

Кейс №1. Внедрение инновационных образовательных программ подготовки инженерных кадров в Сибирском федеральном университете¹⁸⁸. **Общий объем финансирования** на 2016-2020 г. был запланирован на уровне **1,434 млрд рублей**¹⁸⁹.

С 2012 г. — 2 крупных проекта:
а) CDIO (Conceive-Design-Implement-Operate / Придумывай-Разрабатывай-Внедряй-Управляй) — основной принцип инновационной образовательной среды для подготовки нового поколения инженеров. Набрано 340 человек. В 2018 году в рамках проекта состоялся первый выпуск бакалавров образовательных программ «Металлургия CDIO» и «Теплоэнергетика и теплотехника» (с 2013 г.). С 2017 г. проект реализуется в рамках Федеральной инновационной площадки «Модель системных изменений многоуровневого

инженерного образования»¹⁹⁰. Период реализации проекта — с 2017 по 2022 гг.
б) Специальное инженерное образование. Цель проекта: подготовка инженеров-конструкторов для развивающихся инновационных производств. Сейчас участниками проекта являются 5 магистерских программ и 1 программа дополнительного образования. Проект реализуется в СФУ с 2012 года. Особый акцент сделан на обучении творчеству; обучении командной работе; предпринимательстве; решении реальных задач; наличия неординарных решений; междисциплинарности в решении проблем; интернациональной атмосфере; возможности работать в реальных проектах, на реальном производстве.

В 2022 г. в СФУ представлена новая образовательная политика, которая включает в себя 10 проектов. В их числе создание колледжа на базе СФУ, запуск академии вендоров и передовых инженерных школ, модернизация дополнительного образования СФУ и платформы дистанционных курсов «е-Сибирь». Некоторые проекты уже серьёзно проработаны. В частности, с 2021 года в СФУ функционирует Физико-математическая школа и запущен свою производственно-продюсерский центр по производству онлайн-курсов. Идея проекта — создать систему управления образовательными программами с использованием анализа больших данных, метрик динамики развития субъектов и элементов ОП с целью выявления оптимальных управленческих решений. Уже сейчас мы провели эксперимент и проанализировали 16 образовательных программ 8 институтов. Были учтены всевозможные показатели, которые используются при оценке университетов. Между показателями в выборке установлена связь, выявлены наиболее информативные и влияющие на позиционирование образовательной программы.

Срок реализации — до 2026 г.
Кейс №2: Инновационный формат практико-ориентированного обучения в инженерном образовании: практико-модульное обучение в реализации образовательных программ бакалавриата. Кейс Тюменского индустриального университета (ТИУ).

185 12 проектов, которые изменяют образование в России (по задумке Вышки и Алексея Кудрина) // МЕЛ
186 Top 10 Most Influential Projects by Industry // Project Management Institute
187 10+ STEM-Projects: Our Favorite STEM-Activities & Games for Kids in 2021 // Sphero
188 В СФУ представили новую образовательную политику // СФУ

189 План мероприятий по реализации программы повышения конкурентоспособности («дорожная карта») федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский федеральный университет» на 2016-2020 годы // СФУ
190 Федеральная инновационная площадка «Модель системных изменений многоуровневого инженерного образования» // СФУ

В ТИУ была разработана и внедрена в процесс реализации основных профессиональных образовательных программ подготовки бакалавров технология практико-модульного обучения, являющаяся инновационной моделью практико-ориентированного обучения¹⁹¹. По итогам реализации проекта регион получает возможность увеличить масштабы привлечения и обеспечить удержание талантливых выпускников. Для обучающегося эффекты выражаются в получении актуального объема профессиональных умений и навыков, знании проблем реального производства; самоопределении в профилизации выбранной профессии; выработке для себя предпочтений по месту работы; сокращении сроков адаптации к новым условиям, традициям и людям при устройстве на работу.

Индустриальный партнер получает возможность устанавливать уникальные профессиональные компетенции, включать их в набор требуемых результатов обучения по образовательной программе и влиять на их формирование; отбирать себе перспективные кадры еще на этапе обучения; целевым образом заказывать подготовку и переподготовку персонала.

Кейс №3: Создание и организация деятельности университета «прикладных наук» на базе Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова¹⁹². **Объем финансирования** на 2017-2021 гг. был запланирован на уровне около **771 млн. рублей**¹⁹³.

Целью проекта было в рамках сотрудничества с региональной властью и индустриальными партнерами построить сетевую модель взаимодействия, направленную на подготовку практико-ориентированных специалистов по направлениям, специальностям и программам подготовки БГТУ им. В.Г. Шухова через практико-ориентированное обучение на базе рабочих мест предприятий и организаций Белгородской области.

По итогам реализации проекта были достигнуты следующие цели: увеличение общего объема практической составляющей, реализуемой на базе предприятий промышлен-

ленных кластеров Белгородской области: 680 студентов; создание не менее 40 базовых кафедр и инжиниринговых центров с заключением договоров о базовых кафедрах; целевой набор студентов и слушателей на программы практико-ориентированного обучения: не менее 15% от контрольных цифр приема по заявкам хозяйствующих субъектов; оснащение и запуск в эксплуатацию учебно-научно-производственных лабораторий Центра инноваций: строительство модуля — Центра инноваций и создание не менее 5 новых лабораторий; реализация института наставничества и повышения процента трудоустройства выпускников.

Кейс №4: Привлечение одаренной молодежи. Территория сотрудничества университет — детский технопарк — промышленное предприятие. Кейс Череповецкого государственного университета¹⁹⁴.

Цель проекта — мотивация учащихся детского технопарка «Кванториум» к осознанному выбору естественнонаучного, научно-технического и инженерного направлений подготовки для прохождения дальнейшего обучения в ФГБОУ ВО «Череповецкий государственный университет»¹⁹⁵.

К эффектам от внедрения проекта относятся: формирование системного и критического мышления, разработка и реализация проектов, командная работа и лидерство, коммуникация, самоорганизация и саморазвитие, формирование надпредметных компетенций, клиентоориентированность, умение вести переговоры и когнитивная гибкость.

Происходит более осознанный выбор направления подготовки для прохождения дальнейшего обучения в вузе, обусловленный сформированным интересом к университету-партнёру. Для промышленного предприятия (ПАО «Северсталь» создан профессиональный лифт позволяет заинтересовать обучающуюся молодежь перспективой трудоустройства в регионе.

Кейс №5: Формирование в Самарской области единой областной научно-образовательной развивающей среды для творчески одаренной молодежи в сфере науки, техники и технологий. Кейс Самарского государ-

191 Сборник кейсов лучших практик опорных университетов России
192 Программа развития федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова» на период 2017-2021 гг.
193 Там же

194 Отчет о результатах самообследования федерального государственного бюджетного учреждения высшего образования «Череповецкий государственный университет» за 2019 г.
195 Модель сетевого взаимодействия: университет — детский технопарк — «Кванториум» — промышленное предприятие // Cyberleninka

ственного технического университета¹⁹⁶. Финансирование программы развития университета со стороны промышленных партнеров в 2016-2020 гг. составило 2,43 млрд. рублей¹⁹⁷.

Цель: создание Единой системы мер, направленной на создание инфокоммуникационной среды, позволяющей осуществлять систематическую объективную индивидуальную оценку хода развития творческих способностей одаренных молодых людей и на этой основе координировать и организовывать систему существующих и новых механизмов и мероприятий по их выявлению, стимулированию, развитию и поддержке.

К эффектам от проекта относятся: расширение контингента школьников и студентов, систематически и серьезно под квалифицированным научно-методическим руководством занимающихся исследовательской деятельностью в сфере наук, техники и технологий; объективно измеряемое повышение творческого уровня молодежных исследовательских проектов; количественное и качественное укрепление связей «школа — вуз» и «вуз — предприятие» в области исследовательской деятельности и развития творческой молодежи; уменьшение оттока творчески одаренной молодежи из региона.

Кейс №6: Инновационно-предпринимательский коворкинг. Кейс Донского государственного технического университета¹⁹⁸. **Бюджет проекта составил 200 млн. рублей¹⁹⁹.**

Цель — построение элементов региональной экосистемы развития предпринимательства и технологических инновационных проектов на базе ресурсов опорного университета, а также расширение инженерной и производственной кооперации между вузом и предприятиями региона.

В результате значительно (с 3 в 2016 до 11 в 2017 г.) возросло количество прототипов технологических продуктов, созданных за год на базе университета, а также количество услуг, оказанных молодым предпринимателям и студентам в сфере маркетингового, инженерного и управленческого консультирования, 3D-моделирования и прототипирования (с 20 в 2016 до 115 в 2017 г.).

Кроме того, были расширены возможно-

сти по открытию бизнеса — с 5 в 2016 г. до 256 в 2017 г. возросло количество созданных субъектов малого и среднего бизнеса.

Кейс №7: Платформа сетевой интеграции по развитию талантов. Кейс Алтайского государственного университета.

Цель — создание и функционирование Платформы, которая обеспечит повышение эффективности системы работы по поддержке и профессиональному развитию одаренной молодежи; создание инновационного образовательного пространства для реализации индивидуальной образовательной стратегии талантливой молодежи.

Практика нацелена на повышение территориальной доступности высокоуровневого обучения талантливых детей Алтайского края и сопредельных территорий, включая сельскую местность, за счет использования дистантных технологий обучения, трансфера программ. На основе создаваемого специализированного интернет-ресурса было предусмотрено проектирование траекторий развития для различных целевых групп детей с возможностью обращения к наставникам и экспертам из числа ведущих ученых университета, ведение портфолио.

Кейс №8: Создание системы непрерывной подготовки учащихся школ по IT-профилю на территории Белгородской области.

Цель — создание новой системы взаимодействия университета, общеобразовательных учреждений, региональной власти и предприятий IT-кластера в сфере подготовки кадров. IT-классы — это классы с углубленным изучением информатики и математики.

Результатами проекта стали обеспечение опережающей подготовки квалифицированных инженерных кадров для региона за счет совершенствования системы работы со школьниками; решение проблем социализации, инкультурации и профессиональной адаптации детей и подростков; формирование и сохранение инновационного кадрового резерва региона путем погружения максимального количества детей и подростков в техническое творчество, исследовательскую и проектную деятельности с целью обеспечения роста и устойчивого развития

196 Итоги и перспективы формирования самарской областной развивающей среды творчески одаренной молодежи // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре
197 Отчет о реализации Программы развития федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный технический университет» за период с 2016 по 2020 гг.

198 Инновационный предпринимательский коворкинг // Донской государственный технический университет
199 Паспорт стратегического проект ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет» «Инновационно-предпринимательский коворкинг на Дону»

региональной экономики; сформировано активное ИТ-сообщество региона.

Кейс №9: Внедрение STEM-образования в Санкт-Петербургском политехническом университете им. Петра Великого²⁰⁰.

СПбПУ использует концепции STEM и CDIO, однако в университете разработали собственный подход к их реализации. На программах бакалавриата основное внимание уделяется фундаментальным физико-математическим и инженерно-техническим дисциплинам, на основе STEM, но без проектного обучения. На программах магистратуры на первое место выходят приобретение практических навыков и формирование компетенций мирового уровня на основе «CDIO++»-подхода, согласно которому практические навыки и компетенции мирового уровня формируются в рамках выполнение реальных НИОКР по заказам высокотехнологичной промышленности.

Кейс №10: проект «Стемфорд». STEM-образование в цифровом формате²⁰¹.

Проект реализуется с 2016 года АНО «Электронное образование для наноиндустрии» (АНО «eНано») при поддержке Фонда инфраструктурных и образовательных программ (группа РОСНАНО) в рамках программы «Развитие системы электронного образования „e-Learning“ на период до 2022 года».

В 2019 г. расходы на эту программу составили 29, 215 млн. рублей²⁰².

В 2020 г. в проекте более 21 000 участников, более 800 образовательных организаций из 9 стран и более 170 единиц уникального цифрового контента, авторами которого являются ученые и специалисты высокотехнологичных компаний. В качестве экспертов в проект привлечены 110 разных специалистов, более 60 из которых являются авторами курсов, проектов, экспериментов.

Для знакомства с основами нанотехнологий, которые применяются практически во всех областях материальной деятельности человека, в проекте используется педагогическая триада: «узнать и удивиться — понять, как это работает — попробовать самому». Создаваемый цифровой контент и формы работы спроектированы так, чтобы: 1) познакомить школьников с технологическими решениями и их практическим применением; 2) объяснить, на каких принципах работают и где применяются нанотехнологии; 3) дать попробовать самостоятельно провести экспери-

мент и выполнить проект²⁰³.

Рассмотрев эти кейсы, можно сделать краткие выводы:

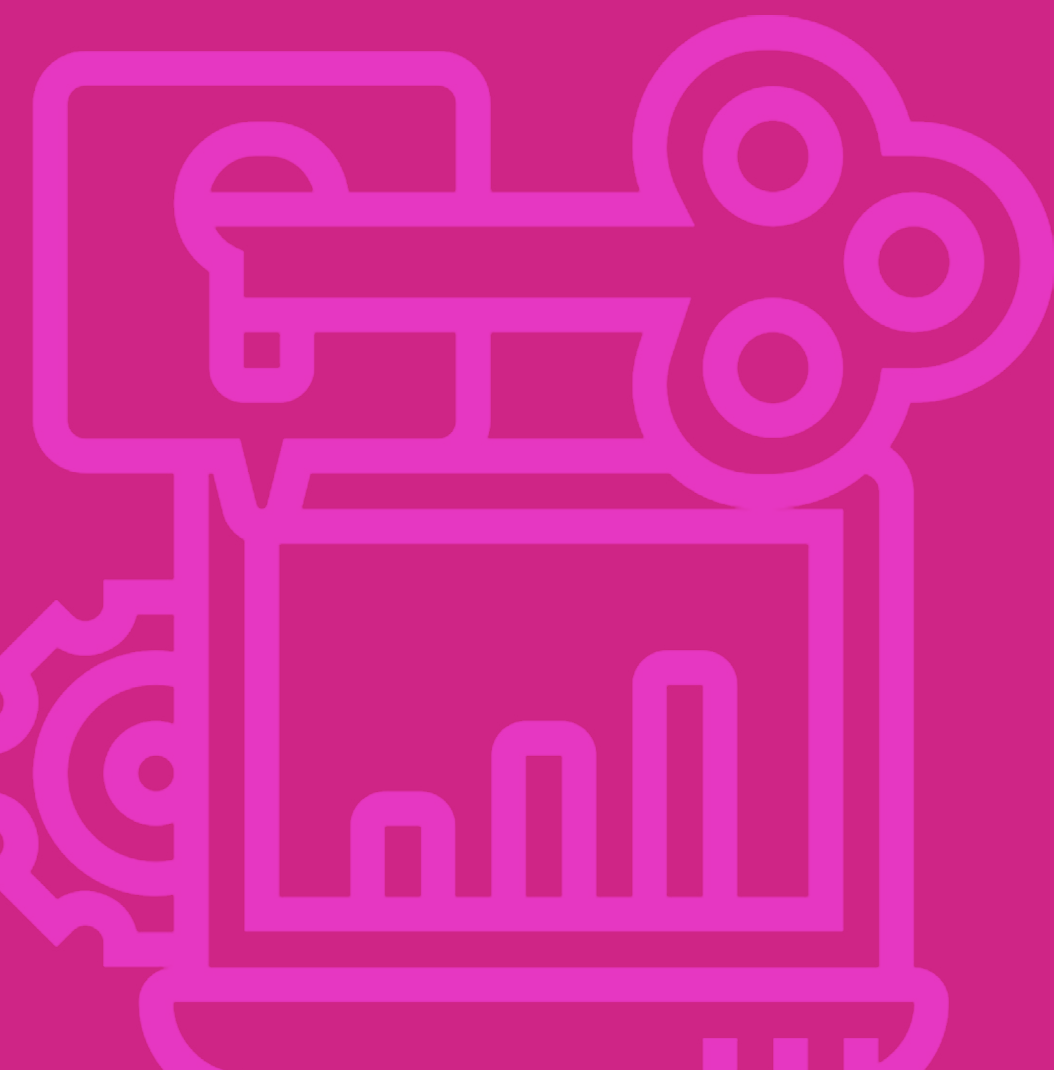
Существуют серьезный разрыв в понимании STEM-образования в регионах и в двух крупнейших городах России. Перспективы STEM-образования в региональных вузах представляются несколько туманными, прежде всего, в связи с отсутствием необходимых ресурсов, а также процессами внутренней миграции.

В настоящее время региональные проекты в том, что частично можно считать STEM-образованием, сосредоточены на обеспечении наборов в условиях конкуренции между вузами. Акцент при этом делается на гарантированном трудоустройстве в крупных региональных компаниях, под запросы которых региональные вузы пытаются адаптировать учебные планы.

200 STEM-образование // МЕЛ
201 Нанотехнологии для школьников // Стемфорд

202 АНО «eНано». Годовой отчет 2019 // eНано
203 Проект «Стемфорд» // Cyberleninka

Ключевые методы и подходы в технологическом образовании



Изучению подходов к STEM-образованию уделяется значительное внимание в новейших научных исследованиях. Так, в издательстве Cambridge Scholars Publishing вышли два тома, посвященные методологическим подходам к исследованию STEM-образования.

Большое число открытых для всеобщего доступа **публикаций принадлежит исследователям из Восточной и Юго-Восточной Азии**. В России ситуация более запутанная, так как далеко не всегда проводится четкое терминологическое и сущностное разграничение между STEM-образованием и технологическим образованием. По технологическому образованию недостатка в публикациях нет, хотя в значительном количестве из этих публикаций авторы продолжают развивать традиции советской педагогической школы. Так, например, в защищенной в 2006 г. диссертации на соискание степени кандидата педагогических наук «Технологический подход к процессу обучения в профильных образовательных учреждениях»²⁰⁴ к преимуществам технологического подхода отнесены «...увеличение объема самостоятельной работы учащихся в процессе обучения, индивидуализация темпа изучения предметов разными учащимися, эффективный самоконтроль и самооценка результатов обучения на всех его этапах. Технологический подход позволяет частично решить дидактическую задачу формирования и развития способностей, значимых для учащихся профильных образовательных учреждений». Сама же работа изобилует ссылками на советских ученых на фоне практически полного отсутствия ссылок на западных ученых.

Подобное смешение понятий, а также эмпирически наблюдаемая зависимость в методологическом плане российских исследований от зарубежных и обуславливает необходимость сконцентрироваться на доступных англоязычных текстах, посвященных методам, подходам и форматам в STEM-образовании в мире и в России.

Исследование, проведенное в 2017 г. в школах Ирландии, также показало, что участники образовательного процесса (ученики и преподаватели) имеют довольно расплывчатые представления о STEM-образовании²⁰⁵.

Тем не менее, бурное развитие STEM-образования на протяжении последних 15 лет привело к накоплению материала о методах, подходах и форматах, применимых к этому виду образования. Так, интересным является сравнительное исследование методов, подходов и форматов STEM-образования, проведенное в Таиланде, Республики Корея, Сингапуре и Финляндии²⁰⁶.

Интересное исследование в области STEM-образования было проведено в 2018 г. в Беларуси²⁰⁷. Команда исследователей интересна тем, что включала в себя лица, получившие образование в Беларуси, России и странах Запада, а также имеющие опыт преподавания в этих государствах.

Терминологическая проблема предстает еще более значимой, если мы посмотрим на тематику публикаций, связанную со STEM-образованием в зарубежных научных журналах. Так, группа ученых из Университета Кальгари проанализировали «междисциплинарность» в публикациях о STEM-образовании в 2007-2017 гг. и выяснила, что несмотря на заявленную в концепте STEM-образования междисциплинарность, распределение между четырьмя составляющими STEM является весьма неравномерным. На первом месте из этих четырех элементов с большим отрывом идет Science, на втором месте — Mathematics. Количество же публикаций в области технологий значительно меньше. Все это отражено на графике ниже²⁰⁸:

204 Технологический подход к процессу обучения в профильных образовательных учреждениях // Библиотека диссертаций

205 STEM Education Consolation Report 2017 // Irish Government

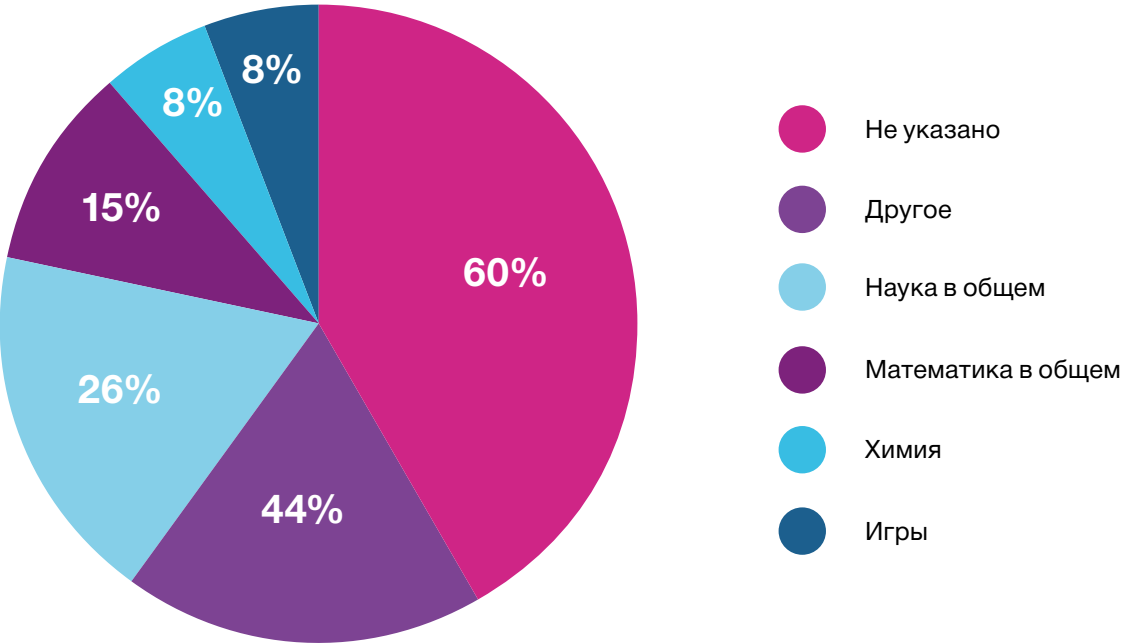
206 Different Approaches to Learning Science, Technology,

Engineering and Mathematics // ADB

207 STEM-подход в образовании // edu4future

208 Transdisciplinarity in STEM-Education: A Critical Review // Research Gate

Рисунок 4.—Количество публикаций по STEM-образованию (по дисциплинарному полю)



Исходя из имеющихся публикаций, можно выделить следующие ключевые методы, подходы и форматы в STEM-образовании в мире и в России. Необходимо подчеркнуть, что это адаптированный свод в рамках настоящей работы, единого и одинакового списка в исследованиях нет, равно как и четкого разграничения между методами, подходами и формами.

Нами были выделены два ключевых подхода к развитию STEM-образования в любой стране:

А) развитие STEM-грамотности для всех, формирование общих навыков, soft skills;

Б) углубленная подготовка кадров для высокотехнологичных областей, во многом близкая к целевой подготовки по условной специальности «STEM», которая пока, как таковая, не присутствует далеко не во всех учебных планах, хотя примеров полужформальных и формальных учебных планов по STEM-обучению достаточно много²⁰⁹.

Разница в содержании обучения, исходя из подхода, представлена в следующей таблице²¹⁰:

Таблица 13. Содержание STEM-обучения в различных подходах

Развитие STEM-грамотности для всех	Углубленная подготовка кадров для высокотехнологичных областей
Основная цель — использование элементов естественных наук, математики и инженерии преимущественно в гуманитарных сферах	Основная цель — приобретении и сохранение конкурентоспособности на рынке труда в рамках полученного образования по одному из профилей STEM
Логическое мышление	Углубленные знания в области науки, технологии, инженерии и математики
Внедрение элементов математического анализа и программирования при решении задач, в которых эти методы ранее практически не использовались	Быстрая адаптация к инновациям на рынке труда по профилям STEM
Цифровая грамотность	Формирование и поддержание высокой мотивации для работы по одному из профилей STEM

209 Например, STEM-Curriculum // Discovery Education

210 Адаптация на основе Different Approaches to Learning Science, Technology, Engineering and Mathematics // ADB.

В рамках этих двух основных подходов можно выявить общие для них **методические принципы организации STEM-образования:**

1. Ключевым методическим принципом к организации STEM-образования в рамках упомянутых исследований участники указали значительный компонент проектных мероприятий за рамки учебного плана, формирование неких активностей на стыке разных учебных планов.

2. В литературе присутствует консенсус о необходимости включения в STEM-образование серьезной гуманитарной составляющей, которая способствует развитию творческого, инновационного и проектного мышления. Верная и обратная ситуация — все большим спросом пользуются курсы, посвященные математическим методам и формированию базовым навыкам программирования для исследований в области гуманитарных наук. Такие курсы представлены как на Coursera, так и на российских площадках онлайн-образования.

3. В связи с этим предполагается ценностно-ориентированный принцип, предполагающий отказ от технократического видения и решения рассматриваемых проблем. Близок к ценностно-ориентированному принципу обучения акцент на вовлеченности тех категорий населения, которые традиционно считаются уязвимыми, в том числе, и на рынке труда — женщин, представителей этнических меньшинств, депрессивных регионов и т.д.

4. Необходим акцент на активном обучении и междисциплинарном подходе. Необходимо внедрить гибкие подходы к формированию учебных планов, отказаться от жестких стандартов по отдельным дисциплинам, заменив их учебными планами и программами, ориентированными на формирование навыков, решение нестандартных задач и активное обучение.

5. В литературе подчеркивается необходимость решения реальных задач, актуальных проблем современного мира при организации STEM-образования. Это, в свою очередь, предполагает существенный пересмотр существующих подходов к учебно-методическому обеспечению образовательного процесса. По существу, подготовить универсальный учебник практически невозможно.

6. Предполагается наличие значительной самостоятельной компоненты в обучении, при которой обучающиеся могут сами предлагать задачи для решения, самосто-

тельно осуществлять мониторинг своего прогресса в обучении. Однако эффективность такого подхода ставится под сомнение. Во многом он сформирован под влиянием роста популярности онлайн обучения. Надежная эмпирическая база по оценке эффективности такого подхода еще находится в стадии формирования.

7. Наличие значительной самостоятельной компоненты в обучении предполагает его персонализацию. Последняя не означает индивидуальное обучение, но обязательно предусматривает гибкий график прохождения учебного плана, вариативность задания для каждого обучающегося, наличие индивидуальных консультаций, снижение значимости формального оценивания результатов обучения.

8. Обучение путём открытия, которое включает в себя проблемное обучение²¹¹, и, как правило, опирается на исследования и малые проекты, а также научные исследования. В качестве примера можно привести акцент на исследовании технологий в повседневной жизни обучающегося. Причем, изучение «механизмов и механики» окружающих предметов, как показывает опыт исследования в Таиланде, можно начинать с детского сада.

9. Связи с внешними сообществами, что предполагает активный обмен опытом между различными учреждениями образования, формирование устойчивых горизонтальных связей между преподавателями и обучающимися из различных учреждений образования.

10. Постепенный отказ от доминирования классно-урочной системы, более широкое внедрение различных форм дополнительного образования (кружки, факультативы, летние школы, краткосрочные семинары \ образовательные курсы и т.д.), что также требует пересмотров существующих учебных планов как минимум с точки зрения соблюдения приемлемой нагрузки на обучающихся.

Естественно, все эти методические принципы имеют свои преимущества и недостатки, которые суммированы в таблице ниже²¹²:

211 Проблемное обучение — это способ обучения, при котором ученик сталкивается с научными противоречиями и пытается самостоятельно их решить. Это способствует развитию мышления, умению находить нестандартные решения, причинно-следственные связи и использовать уже имеющиеся знания.

212 Собственная разработка авторов исследования.

Таблица 14. Достоинства и недостатки методических принципов в STEM-образовании

Методический принцип	Достоинства	Недостатки
Проектные мероприятия (особенно за рамками учебного плана)	Адаптивность к быстрому изменению в науке и технологиях, к изменениям на рынке труда	Сложно оценить различные проекты, необходим их тщательный отбор, механизмы которого непонятны, проекты могут носить искусственный характер
Гуманитарная составляющая	Формирование новой картины мира, возможность неожиданного применения «традиционных» дисциплин	Сложно интегрировать в насыщенные программы технического, математического, естественно-научного образования
Ценностно-ориентированный подход	Адаптация к потребностям социума, гуманистичность предлагаемых решений	Возможна политизация и экономически нерациональные решения
Гибкость в формировании учебных планов	Высокий уровень реактивности на изменения в науке и технологиях, на рынке труда	Сложно формализовать, что приводит к рассогласованности управления (выделения ресурсов, кадров и т.д.).
Нацеленность на решение реальных / злободневных задач	Высокий уровень реактивности на изменения в науке и технологиях, на рынке труда	Сложности в обеспечении педагогическими кадрами
Самостоятельность в обучении	Индивидуализация обучения и его результатов	Слабо предсказуемый результат; слабо учитываются объективные ограничения возрастной психологии
Персонализация обучения	Индивидуализация обучения и его результатов	Высокая стоимость
Проблемное обучение	Интенсификация обучения	Сложность в формализации и стандартизации
Связи с внешними сообществами	Интенсификация обмена опытом и лучшими практиками, развитие социальных навыков	Нечеткие индикаторы успеха
Акцент на дополнительном образовании	Гибкость, реактивность, индивидуализация	Возрастание нагрузки, сложность формализации и стандартизации, стоимость.

Организации НТИ и их образовательные проекты



Национальная технологическая инициатива (НТИ) — это объединение представителей бизнеса и экспертных сообществ для развития в России перспективных технологических рынков и отраслей, которые могут стать основой мировой экономики в ближайшие 15–20 лет. Инициатива стартовала в 2014 г. В послании Федеральному собранию 4 декабря 2014 года президент России Владимир Путин обозначил Национальную технологическую инициативу одним из приоритетов государственной политики.

НТИ превратился в огромный многоуровневый институт со своим экспертным советом, фокусными рабочими группами, проектным офисом, Платформой НТИ, Олимпиадой и «Университетом 20.35» — это единственное в России учебное заведение, построенное на принципах сетевой организации²¹³.

В настоящее время действует 16 таких Центров НТИ на базе российских вузов и научных организаций. Среди них — МГУ им. М.В. Ломоносова, МФТИ, МИЭТ, СПбПУ, Сколтех, ИТМО, Иннополис, ДВФУ, ИБХ РАН, ИПХФ РАН.

На государственную поддержку центров компетенций НТИ ежегодно выделяется около 2 млрд российских рублей, а сама программа была продлена до 2024 года. Подготовку по различным образовательным программам прошли более 26 тыс. человек, запущено более 240 проектов.

В 2016 г. были определены девять перспективных рынков в рамках развития НТИ, которые представлены в следующей таблице (составлена на основании данных следующего источника)²¹⁴:

Таблица 15. Перспективные рынки в рамках НТИ

Название	Сущность	Основные цели
EnergyNet ²¹⁵	Рынок сервисов интеллектуальной энергетики, экосистемы производителей и потребителей энергии, которые беспрепятственно интегрируются в общую инфраструктуру и обмениваются энергией	Достичь к 2035 году объем выручки российских компаний на глобальном рынке разномасштабных комплексных систем и сервисов интеллектуальной энергетики не менее 40 млрд. долларов в год, в том числе занять доли рынка на приоритетных сегментах: надежные и гибкие распределительные сети — 10—12%; интеллектуальная распределенная энергетика — 3—6%; потребительские сервисы — 3—6%.
FoodNet ²¹⁶	Интеллектуальный рынок производства и распределения пищи и продуктов с индивидуальной логистикой	Сформировать глобально конкурентоспособную российскую «агропищевую индустрию 4.0» — новые производственные, логистические и сбытовые решения, основанные на цифровизации, сетевых рыночных моделях, кастомизации продуктов и услуг, биотехнологиях и ресурсоэффективности.
SafeNet ²¹⁷	Новые персональные системы безопасности	Достижение российскими компаниями в сегментах прикладных систем, сетей, платформ и приложений значимой доли (от 3% до 5%) мирового рынка Сэйфнет за счет создания коммерчески успешных, востребованных на рынке продуктов и продвижения крупных интеграционных проектов на ведущих региональных рынках.

213 Что такое НТИ и как она помогает появлению инноваций в России // РБК

214 Национальная технологическая инициатива // Tadviser

215 План мероприятий («дорожная карта») «Энерджинет» Национальной технологической инициативы // НТИ

216 Фуднет // НТИ

217 Сэйфнет // НТИ

Название	Сущность	Основные цели
HealthNet ²¹⁸	Персональная медицина	К 2035 году российская доля рынка «Хелснет» будет составлять не менее 3% от мирового объема 9 трлн. долларов США
AeroNet ²¹⁹	Рынок сервисов на основе авиационно-космических и беспилотных аппаратов	Развитие беспилотных авиационных систем (БАС) (согласно Концепции развития до 2030 г.)
MariNet ²²⁰	Рынок глобально распределенных интеллектуальных систем управления морским транспортом и технологий освоения Мирового океана	Содействие созданию благоприятных условий для разработки и внедрения высоких технологий в морской и речной отрасли, включая перспективные рынки е-Навигации, технологий освоения ресурсов океана, инновационного судостроения, совершенствования подготовки кадров для этих рынков и повышению конкурентоспособности трудовых ресурсов, защиты окружающей среды;
AutoNet ²²¹	Рынок беспилотников и решений на их основе	Сформулированы в общем виде
FinNet	Рынок децентрализованных финансовых систем и валют	Отсутствует на портале НТИ. Последнее упоминание на IT-маркетплейсе CNews Market — октябрь 2019 г. ²²²
NeuroNet ²²³	Рынок информационного обмена следующего поколения, продукты и сервисы которого основаны на знаниях о мозге и направлены на расширение ресурсов мозга	Сформировать глобально конкурентоспособный российский сегмент рынка Нейронет, обеспечив появление не менее 10 национальных компаний-чемпионов к 2035 году (компании-чемпионы — это компании, занимающие место в первой тройке в сегменте рынка B2C или заметные позиции в сегменте рынка B2B с суммарной капитализацией порядка 70 млрд рублей и более).

Кроме того, к определенным в 2016 г. перспективным рынкам в последующие годы добавились новые, представленные в следующей таблице:

Таблица 16. Дальнейшее развитие рынков

Название	Сущность	Основные цели
TechNet	Кросс-рыночное и кросс-отраслевое направление, обеспечивающее технологическую поддержку развития рынков НТИ и высокотехнологичных отраслей промышленности за счет формирования Цифровых, «Умных», Виртуальных Фабрик Будущего (Digital, Smart, Virtual Factories of the Future).	Формирование комплекса ключевых компетенций в Российской Федерации, обеспечивающих интеграцию передовых производственных технологий (ППТ) и бизнес-моделей для их распространения в качестве «Фабрик Будущего» первого и последующего поколений

218 Healthnet

219 Аэронет // НТИ

220 Marinет

221 Автонет // НТИ

222 ФинНет // НТИ

223 Нейронет // НТИ

Название	Сущность	Основные цели
EduNet ²²⁴	Рынок продуктов и сервисов, кото- рые вовлекают человека в развитие и реализацию своего потенциала.	Цели четко не определены ²²⁵ .
SportNet ²²⁶	Рынок ценностных предложений для трансформации профицита че- ловеческих ресурсов через физи- ческую активность на основе плат- форменных и инфраструктурных решений.	Сформировать инфраструктуру для появления российских компа- ний-лидеров на глобальном рынке SportNet, которые займут не менее 2% рынка к 2035 году.
HomeNet	Высокотехнологичная экосистема комфортной и безопасной жизнеде- ятельности человека	Обеспечить технологическое лидер- ство России на новом перспективном рынке HomeNet.
WearNet ²²⁷	Гибридная индустрия моды	Сформулированы в общем виде

С точки зрения STEM-образования осо-
бый интерес представляет то, в какой сте-
пени эти перспективные рынки связаны
с системой образования. В таблице ниже
приведены заявленные партнеры из сферы
образования для каждого рынка.

Таблица 17. Вузы-партнеры НИТ (в зависимости от направления)

Проект	Заявленные партнеры из сферы образования
EnergyNet	Институт экономики и регулирования инфраструктурных отраслей НИУ ВШЭ; (Институт арктических технологий) МФТИ; Национальный исследовательский университет «МЭИ»;
FoodNet	НИУ ВШЭ; РХТУ им. Д.И. Менделеева;
SafeNet	Университет ИТМО; СПбГЭТУ ИМ. Ульянова (Ленина)
HealthNet	Первый МГМУ имени И.М.Сеченова Минздрава России ГБОУ ВПО «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Минздрава России ГОУ ВПО «Смоленская государственный медицинский университет» Минздрава России; НИУ «Высшая школа экономики» Новосибирский государственный университет ²²⁸ .
AeroNet	НИУ ВШЭ; Московский авиационный институт; Сколковский институт науки и технологий
MariNet	Морской государственный университет имени адмирала Г.И. Невельского; Калининградский государственный технический университет; Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова Санкт-Петербургский государственный морской технический университет
AutoNet	Московский автомобильно-дорожный государственный технического университет; Московский политехнический университет
FinNet	Нет информации

224 Эдунет // НТИ

225 Концепция ДК рынка EduNet // НТИ

226 Спортнет // НТИ

227 Веарнет // НТИ

228 НГУ — единственный вуз, представленный как партнер.
Остальные вузы фигурируют как место работы членов
рабочей группы.

Проект	Заявленные партнеры из сферы образования
NeuroNet	Московский технологический институт «ВТУ» МГУ им. М.В. Ломоносова Сколковский институт науки и технологий
TechNet	Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого; Сколковский институт науки и технологий МГУ им. М.В. Ломоносова АНО ВО «Университет Иннополис» МГТУ им. Н.Э. Баумана
EduNet	Не указаны
SportNet	Не указаны
HomeNet	Не указаны
WearNet	ФГБОУВО «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных техно- логий и дизайна»

Таким образом, статистика по вовле-
ченности вузов в выделенные в рамках НТИ
перспективные рынки выглядят следующим
образом:

- 23 вуза, из них 4, которые располагаются
не в Москве или в Санкт-Петербурге;
В среднем, 1,6 вуза на перспективный рынок;
- ВШУ присутствует в 4 рынках (это макси-
мальный показатель).

НТИ представляет собой классиче-
ский пример воплощения концепции «то-
чек роста», идеи которой были перенесены
и на взаимодействие этих рынков с вузами.
Не представлены даже такие университе-
ты, как Томский государственный универси-
тет систем управления и радиоэлектроники,
Национальный исследовательский Томский
государственный университет, Ижевский го-
сударственный технический университет им.
М.Т.Калашникова, Волгоградский государ-
ственный технический университет, Туль-
ский государственный университет, Орен-
бургский государственный университет,
Пензенский государственный университет,
Волгоградский государственный универси-
тет и Кубанский государственный технологи-
ческий университет, которые ходят в числе
лидеров среди технических университетов
в России по уровню зарплат выпускников
2016–2021 гг.²²⁹

Кружковое движение и Национальная технологическая олимпиада

Кружковое движение — это всероссийское
сообщество энтузиастов технического твор-
чества, построенное на принципе горизон-
тальных связей людей, идей и ресурсов, со-
зданное на базе соответствующей дорожной
карты Национальной технологической ини-
циативы. Цель Кружкового движения — вы-
растить в России экосистему, которая объе-
динит технологических энтузиастов, крупные
компании, госкорпорации, проекты на сты-
ке образования, науки и технологического
бизнеса²³⁰.

Национальная технологическая олимпи-
ада (или НТО) существует с 2015 года, изна-
чально — Олимпиада Кружкового движения
НТИ. Командные инженерные соревнования
для школьников и студентов превратились
в многоуровневый проект, объединяющий
самых разных людей, которые хотят и могут
решать приоритетные технологические зада-
чи, стоящие перед Россией.

Участвуя в НТО, школьники и студенты
со всей России обучаются у лучших и реша-
ют задачи, поставленные государственно-
ми компаниями, лидерами технологических
отраслей, прорывными технологическими
компаниями. Участники знакомятся с самыми
разными областями: от искусственного ин-
теллекта и «умной» энергетики до нейротех-
нологий и геномного редактирования²³¹.

229 Рейтинг технических вузов России 2022 // Students
Superjob

230 Кружковое движение //kruzzhok.org/

231 Национальная технологическая олимпиада

Нормативно-правовое регулирование технологического образования



В настоящем разделе акцент сделан именно на те нормативно-правовые акты, которые касаются технологического образования, а не всего образования вообще. Поэтому Конституция Российской Федерации, Федеральный закон от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (во всех редакциях), Национальная доктрина образования в Российской Федерации до 2025 года (постановление Правительства Российской Федерации от 04.10.2000 г. № 751) и подобные нормативные документы здесь не рассматриваются.

В литературе, посвященной анализу технологического и технического образования в России, традиционно приводят пять основополагающих нормативных актов, регулирующих эту сферу.

1. Указ Президента Российской Федерации от 07.05.2018 г. №204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 г.», пункт 5 которого среди прочих задач предусматривает «внедрение на уровнях основного общего и среднего общего образования новых методов обучения и воспитания, образовательных технологий, обеспечивающих освоение обучающимися базовых навыков и умений, повышение их мотивации к обучению и вовлеченности в образовательный процесс, а также обновление содержания и совершенствование методов обучения предметной области «Технология»²³².

2. Стратегия инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года (распоряжение Правительства Российской Федерации от 8 декабря 2011 г. № 2227-р)²³³.

Цели стратегии предполагали существенный прогресс в таких индикаторах, как увеличение количества цитирований в расчете на 1 публикацию российских исследователей в научных журналах, индексируемых в базе данных «Сеть науки» (Web of Science); повышение внутренних затрат на исследования и разработки до 2,5-3 процентов валового внутреннего продукта к 2020 году; увеличение доли публикаций российских исследователей в общем количестве публикаций

в мировых научных журналах до 3 процентов к 2020 году; увеличение количества российских вузов, входящих в число 200 ведущих мировых университетов согласно мировому рейтингу университетов (Quacquarelli Symonds World University Rankings), до 4 единиц; увеличение доли средств, получаемых за счет выполнения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, в структуре средств, поступающих в ведущие российские университеты за счет всех источников финансирования, до 25% и др.²³⁴

По мнению российских экспертов, в частности, Дана Медовникова, директора Института менеджмента инноваций ВШБ НИУ ВШЭ, «Стратегия инновационного развития» провалилась²³⁵.

3. Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации (Указ Президента Российской Федерации от 1 декабря 2016 г. № 642)²³⁶.

Данный документ отмечает более низкую эффективность российских исследовательских организаций по сравнению с рядом других стран, а также обращает внимание на слабое взаимодействие сектора исследований и разработок с реальным сектором экономики, разомкнутость инновационного цикла.

В контексте технологического образования Стратегия признает размывание дисциплинарных и отраслевых границ в исследованиях и разработках. В качестве одного из основных инструментов, обеспечивающих преобразование фундаментальных знаний, поисковых научных исследований и прикладных научных исследований в продукты и услуги, способствующие достижению лидерства российских компаний на перспективных рынках в рамках как имеющихся, так и возникающих (в том числе и после 2030 года) приоритетов, авторы Стратегии видят Национальную технологическую инициативу.

Тем не менее, про собственно образование в Стратегии сказано немного. Отмечается необходимость создания возможностей для выявления талантливой молодежи, построения успешной карьеры в области науки; развития современной системы научно-технического творчества детей и молодежи.

232 Указ Президента Российской Федерации от 07.05.2018 г. № 204 О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года // Президент России

233 Распоряжение Правительства РФ от 08.12.2011 N 2227-р (ред. от 18.10.2018) «Об утверждении Стратегии инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года» // Консультант Плюс

234 Стратегия инновационного развития Российской Федерации до 2020 года

235 «Стратегия инновационного развития» провалилась // Ведомости

236 Указ Президента Российской Федерации от 01.12.2016 г. № 642 О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации // Президент России

4. Стратегия развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы (Указ Президента Российской Федерации от 9 мая 2017 г. № 203)²³⁷.

Пункт 25 Стратегии предполагает, что «формирование информационного пространства знаний осуществляется путем развития науки, реализации образовательных и просветительских проектов, создания для граждан общедоступной системы взаимоувязанных знаний и представлений, обеспечения безопасной информационной среды для детей, продвижения русского языка в мире, поддержки традиционных (отличных от доступных с использованием сети «Интернет») форм распространения знаний». Особый акцент сделан на мероприятиях в области духовно-нравственного воспитания граждан, а также на распространении традиционных российских духовно-нравственных ценностей (пункт 26).

Однако в отличие от Стратегии научно-технологического развития, Стратегия развития информационного общества содержит значительно большее число важных для развития образования положений. Так, п. 26 требует:

- «обеспечить условия для научно-технического творчества, включая создание площадок для самореализации представителей образовательных и научных организаций...;
- осуществлять разработку и реализацию партнерских программ образовательных организаций высшего образования и российских высокотехнологичных организаций, в том числе по вопросу совершенствования образовательных программ».

П. 39 прямо предполагает «создание различных технологических платформ для дистанционного обучения в целях повышения доступности качественных образовательных услуг».

5. Указ Президента Российской Федерации от 07.05.2012 г. № 599 «О мерах по реализации государственной политики в области образования и науки»²³⁸. На основании Указа была разработана Концеп-

ции развития математического образования в Российской Федерации²³⁹, а также предусмотрено увеличение объемов финансирования государственных научных фондов, а также исследований и разработок, осуществляемых на конкурсной основе ведущими университетами. Значительный акцент был сделан на вовлечении детей в освоение дополнительных образовательных программ («увеличение к 2020 году числа детей в возрасте от 5 до 18 лет, обучающихся по дополнительным образовательным программам, в общей численности детей этого возраста до 70–75 процентов, предусмотрев, что 50 процентов из них должны обучаться за счёт бюджетных ассигнований федерального бюджета»).

6. Постановление Правительства Российской Федерации от 18 апреля 2016 г. № 317 «О реализации Национальной технологической инициативы»²⁴⁰.

Документом утверждены Правила разработки и реализации планов мероприятий («дорожных карт») Национальной технологической инициативы; Положение о разработке, отборе, реализации и мониторинге проектов в целях реализации планов мероприятий («дорожных карт») Национальной технологической инициативы; Правила предоставления субсидий из федерального бюджета на реализацию проектов в целях реализации планов мероприятий («дорожных карт») Национальной технологической инициативы.

7. Федеральная целевая программа «Развитие образования Российской Федерации» на 2016-2020 годы.

В рамках реализации Национальной технологической инициативы программа предусматривала создание информационных ресурсов и познавательных программ, ориентированных на технологическое развитие экономики России (автоматизация производства, стратегическое программное обеспечение, ядерные технологии, космос, телекоммуникации, энергоэффективность, медицинская техника и фармацевтика), а также создание образовательных ресурсов для одаренных детей на основе интеграции общего и дополнительного образования, разработку модели развития техносферы в рам-

237 Указ Президента Российской Федерации от 09.05.2017 г. № 203 О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017—2030 годы // Президент России

238 Подписан Указ о мерах по реализации государственной политики в области образования и науки // Президент России

239 Концепция развития математического образования в Российской Федерации // Министерство просвещения Российской Федерации

240 О реализации Национальной технологической инициативы // Правительство Российской Федерации

ках исследовательской, инженерно-конструкторской деятельности и технического творчества.

8. Государственная программа «Развитие образования»²⁴¹ (сроки реализации — 2018–2030 гг.).

В рамках этой государственной программы технологическому образованию уделено гораздо меньше внимание. Фактически, более или менее прямое отношение к нему имеет Федеральный проект «Цифровая образовательная среда», в рамках которой предполагается создание и внедрение в общеобразовательных организациях цифровой образовательной среды, обеспечение реализации цифровой трансформации системы образования. Однако по сути речь идет о развитии дистанционного обучения или обучения с элементами использования информационно-компьютерных технологий, а из технологического образования прямо указано лишь «разработка образовательных модулей (программ) для школьников по вопросам искусственного интеллекта».

Федеральный проект «Цифровизация услуг и формирование информационного пространства в сфере культуры («Циф-

ровая культура»)» скорее имеет отношение не к цифровизации, а к патриотическому воспитанию в условиях распространения современных технологий.

Федеральный проект «Искусственный интеллект» предполагает введение инициатив по развитию образования в этой сфере, однако формулировка задачи этого проекта — «Предприятия и граждане используют продукты (услуги), основанные на преимущественно отечественных технологиях искусственного интеллекта, обеспечивающих качественно новый уровень эффективности деятельности» — скорее касается импортозамещения, чем развития искусственного интеллекта. На этот проект запланировано 0,08% от общих расходов на государственную программу. Это наименьший результат среди всех структурных элементов «Развития образования».

Схематично регулирование указанных нормативно-правовых актов в области технологического образования в России можно представить в следующей таблице:

Таблица 18. Основные НПА в развитии технологического образования в России

НПА	Краткая сущность
«О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 г.	Акцент на совершенствовании преподавания «Технологии»
Стратегия инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года	Сближение технологического образования со STEM-образованием на Западе. Результаты стратегии не получили однозначных оценок.
Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации	Акцент на Национальную технологическую инициативу. Образовательный компонент представлен слабо.
Стратегия развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы	Более гибкие подходы к системе дополнительного образования и партнерству между учреждениями образования и бизнес-сектором.
Указ Президента Российской Федерации от 07.05.2012 г. № 599 «О мерах по реализации государственной политики в области образования и науки»	Более гибкие подходы к системе дополнительного образования.
Постановление Правительства Российской Федерации от 18 апреля 2016 г. № 317 «О реализации Национальной технологической инициативы»	Установлены нормы работы в рамках Национальной технологической инициативы.

241 Госпрограмма «Развитие образования» // Портал госпрограмм Российской Федерации

НПА	Краткая сущность
Федеральная целевая программа «Развитие образования Российской Федерации» на 2016-2020 годы.	Определение ряда перспективных направлений для разработки образовательных программ.
Государственная программа «Развитие образования»	Технологическому образованию уделено гораздо меньше внимания, акцент сделан на разработке учебных модулей по вопросам искусственного интеллекта.

Важное значение имеет и разработка концепций преподавания дисциплин в рамках технологического образования.

Из предметных концепций разработаны и утверждены концепции по следующим учебным дисциплинам, связанным с технологическим образованием:

- Концепция развития математического образования в Российской Федерации (утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 24 декабря 2013 г. № 2506-р);
- Концепция преподавания учебного предмета «Технология»²⁴².
- Концепция преподавания учебного предмета «Физика» в образовательных организациях Российской Федерации, реализующих основные общеобразовательные программы (принята 03.12.2019)²⁴³;
- Концепция преподавания учебного предмета «Химия» в образовательных организациях Российской Федерации, реализующих основные общеобразовательные программы (принята 03.12.2019)²⁴⁴;
- Концепция преподавания учебного пред-

мета «Астрономия» в образовательных организациях Российской Федерации, реализующих основные общеобразовательные программы (принята 03.12.2019)²⁴⁵.

Государственные программы поддержки по НИР и НИОКР в области технологического образования

Федеральным законом от 08.12.2020 № 385-ФЗ «О федеральном бюджете на 2021 год и на плановый период 2022 и 2023 годов» на реализацию государственных программ в 2021 году предполагается выделить 14 272,4 млрд руб. Ассигнования на гражданскую науку предусмотрены в составе 35 госпрограмм, их общий объем был запланирован на уровне 563,5 млрд руб. (3,9%)²⁴⁶.

Ниже в таблице приведены Топ-5 госпрограмм по уровню расходов на гражданскую науку.

Финансирование российской науки в рамках государственных программ в 2021 году // ВШЭ

Наименование государственной программы	Расходы на гражданскую науку в этой программе (млн. рублей)	В % от общих расходов на гражданскую науку
Научно-технологическое развитие Российской Федерации	258 552,5	45,9
Космическая деятельность России	82 250,2	14,6
Развитие электронной и радиоэлектронной промышленности	78 340,5	13,9
Развитие здравоохранения	42 608,6	7,6

242 Концепция преподавания учебного предмета «Технология» // Министерство просвещения Российской Федерации

243 Концепция преподавания учебного предмета «Физика» в образовательных организациях Российской Федерации, реализующих основные общеобразовательные программы // Министерство просвещения Российской Федерации

244 Концепция преподавания учебного предмета «Химия» в образовательных организациях Российской Федерации, реализующих основные общеобразовательные програм-

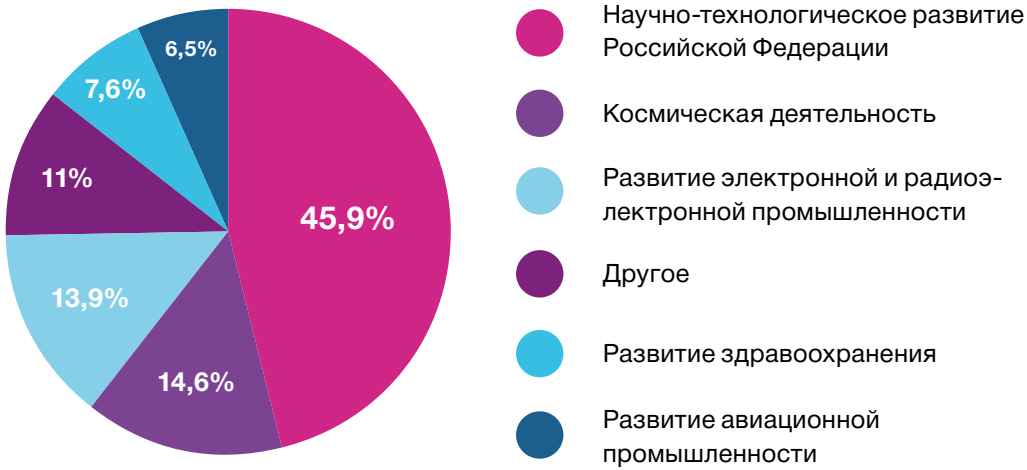
245 Концепция преподавания учебного предмета «Астрономия» в образовательных организациях Российской Федерации, реализующих основные общеобразовательные программы // Министерство просвещения Российской Федерации

246 Финансирование российской науки в рамках государственных программ в 2021 году // ВШЭ

Наименование государственной программы	Расходы на гражданскую науку в этой программе (млн. рублей)	В % от общих расходов на гражданскую науку
Развитие авиационной промышленности	36 898,5	6,5
ИТОГО	498 650,3	88,5

Наглядно это распределение финансирования представлено на диаграмме ниже:

Рисунок 5. — Распределение финансирования (2021г.)



На проведение научных исследований в большей степени нацелены госпрограммы «Развитие электронной и радиоэлектронной промышленности» и «Развитие авиационной промышленности», в рамках которых на науку приходится 91.4 и 47.5% общего финансирования соответственно²⁴⁷.

Государственная программа «Научно-технологическое развитие Российской Федерации» нацелена, прежде всего, на поддержку фундаментальных исследований в рамках подпрограммы «Фундаментальные научные исследования для долгосрочного развития и обеспечения конкурентоспособности общества и государства» (158,4 млрд руб., или 61,3% ассигнований на гражданскую науку). В рамках этой государственной программы три четверти общего объема ассигнований программы (74,7%, или 193,2 млрд руб.) было запланировано для Министерства науки и высшего образования Российской Федерации²⁴⁸.

В программе 12 направлений (подпрограмм), из которых четыре напрямую относятся к STEM-образованию:

№1: «Переход к передовым цифровым, интеллектуальным производственным технологиям, роботизированным системам, новым

материалам и способам конструирования, создание систем обработки больших объемов данных, машинного обучения и искусственного интеллекта»;

№2: «Кадры и человеческий капитал. Создание возможностей для выявления талантливой молодежи, построения успешной карьеры в области науки, технологий, инноваций и развитие интеллектуального потенциала страны»;

№3: «Взаимодействие и кооперация. Формирование эффективной системы коммуникации в области науки, технологий и инноваций, повышение восприимчивости экономики и общества к инновациям, развитие наукоемкого бизнеса»;

№4: «Фундаментальные исследования и научное лидерство. Формирование передовой модели научных исследований, обеспечивающей превосходство российских научных школ в мировой научной повестке в областях национальных приоритетов».

Основной получатель средств — Министерство науки и высшего образования Российской Федерации (74,7%).

Институт статистических исследований и экономики знаний НИУ ВШЭ, проанализи-

247 Финансирование российской науки в рамках государственных программ в 2021 году // ВШЭ

248 Научно-технологическое развитие Российской Федерации // Портал госпрограмм Российской Федерации

ровав финансирование гражданской науки в России в 2010–2019 гг., отмечает: «Объем внутренних затрат на исследования и разработки (ИР) в России в 2019 г. достиг 1134,8 млрд руб., что на 6,3% больше по сравнению с предыдущим годом (в постоянных ценах). Из-за существенного снижения показателя в 2018 г. выраженная в постоянных ценах величина затрат на науку вернулась к уровню 2014 г., а их доля в валовом внутреннем продукте (ВВП) в 2019 г., как и в 2012–2013 гг., составила 1,03%... В целом за период 2010–2019 гг. объем внутренних затрат на ИР вырос на 13,4% (в постоянных ценах)»²⁴⁹.

Основным источником финансирования исследований и разработок в России являются средства государства — их доля в общем объеме внутренних затрат на ИР в 2019 г. составила 66,3%. В предыдущие годы данный показатель имел более высокие значения (от 67 до 70,3%), за исключением 2017 г. (66,2%). Абсолютная величина затрат на выполнение ИР за счет средств государства в 2019 г. достигла 752,3 млрд руб., увеличившись на 5,1% (в постоянных ценах) по сравнению с предыдущим годом, что не компенсировало снижения за 2018 г. (-8%)²⁵⁰.

Это очень высокий уровень государственного финансирования исследований и разработок. В Японии этот показатель в 2019 г. составил 14,6%, в Тайване — 18,8%, в КНР — 20,2%, в США — 23%, в Великобритании — 25,9%, в Германии — 27,8%, во Франции — 32,4%²⁵¹. С другой стороны, сторонники роста государственного финансирования в области техники и технологий считают, что в рамках частного финансирования сложно ожидать прорывов в фундаментальных исследованиях. Кроме того, обостряется проблема «безбилетника» — несмотря на развитие патентов, в конечном итоге, результаты научных разработок становятся достоянием всего общества.

Информация о международном нормативно-техническом ландшафте

Стратегии, нормативные акты и другие государственные стимулы по продвижению

STEM-образования приняты во многих странах Западной Европы, Северной Америки и Азии.

При этом жесткие международные стандарты в области технологического образования отсутствуют. Тем не менее, развитие технологического образования в XXI в. во многом связано с концепцией CDIO, основанной на консенсусе теории и практики в контексте жизненного цикла основных продуктов инженерной деятельности (Conceive — Design — Implement — Operate). Концепция изложена в CDIO Standards, определяющих принципы проектирования инженерных программ, и CDIO Syllabus, содержащем требования к результатам освоения программ. Подход CDIO к базовому инженерному образованию успешно применяется в университетах всех ведущих стран мира. Более 120 университетов являются участниками международной инициативы Worldwide CDIO Initiative, в рамках которой они обмениваются лучшими практиками реализации концепции CDIO. CDIO Standards периодически пересматриваются и совершенствуются с учётом опыта применения подхода CDIO к инженерному образованию в университетах различных стран. Их новая версия (The Core CDIO Standards 3.0) одобрена CDIO Council на ежегодной международной конференции CDIO (8–10 июня 2020), организованной в онлайн-режиме. Кроме того, существуют четыре дополнительных стандарта, получивших приставку Optional, одобренных CDIO Council и предназначенных для выборочного применения.

Дополнительно следует выделить **европейский STEM Alliance**. Несмотря на то, что в первую очередь альянс занимается продвижением STEM-образования, одним из приоритетов альянса является работа над разработкой политики в области STEM-образования. Работа ведется посредством подготовки исследований и проведения конференций. Предложения альянса находят отражения в национальных законодательствах стран-членов ЕС. На уровне же всего союза, принят лишь **План действий по цифровому обучению**, который в большей степени связан с улучшением материальной базы STEM-образования.

249 Динамика затрат на науку в России за последнее десятилетие // ВШЭ

250 Структура затрат на науку по источникам финансирования в России и ведущих странах мира // ВШЭ

251 Там же

10

Ключевые барьеры, препятствующие развитию технологического образования

В настоящее время на российском рынке технологического образования присутствует ряд сдерживающих факторов, которые оказывают негативное влияние на его развитие.

Все **сдерживающие факторы можно разделить на следующие пять категорий: экономические, технологические, финансовые, кадровые и другие** (при условии, что фактор не соответствовал предыдущим четырем категориям)²⁵²:

- под экономическими барьерами подразумеваются, прежде всего, барьеры, связанные с емкостью отраслевых рынков, которая может определяться высокой насыщенностью рынка товарами или низкой платежеспособностью покупателей;
- к технологическим барьерам относятся нерешенные технологические проблемы, препятствующая распространению STEM-образования в стране;
- финансовые барьеры связаны с ухудшением инвестиционного климата, сокращением финансирования программ и нехваткой финансирования проектов в целом;
- под кадровыми барьерами подразумевается, в первую очередь, нехватка квалифицированных специалистов; также ряд факторов, которые оказывают влияние на получение образования в сфере или же на отток специалистов из страны;
- другие барьеры. Как упоминалось ранее, в данную категорию входят различные факторы, которые не подходят ни в одну из представленных групп, однако оказывают определенное негативное влияние на развитие рынка STEM-образования в Российской Федерации.

Далее подробно разобраны и представлены все вышеупомянутые категории барьеров, которые препятствуют развитию рынка STEM-образования в Российской Федерации.

Экономические барьеры

- Макроэкономическая нестабильность²⁵⁴;
- укрепление российского рубля;
- потеря торговых партнеров в наиболее развитых странах мира (ЕС, США, Великобритания, Канада и др.);

- спад экономики в целом, вместе с этим падение деловой активности;
- падение доходов населения (и, соответственно, покупательной способности).
- высокая стоимость STEM-образования per se (стоимость оборудования, подготовки педагогических кадров, организация кружковой и самостоятельной работы и т.д.).
- высокая зависимость технологического образования в России от государственной поддержки.

Одним из главных экономических барьеров рынка STEM-образования выступает присутствующая в стране макроэкономическая нестабильность, которая стала следствием затяжного кризиса, вызванного пандемией COVID-19, и растущей в 2022 году геополитической напряженностью.

Эксперты Центрального Банка России ожидают, что ВВП страны в 2022 году упадет на 8%, инфляция составит 20%²⁵⁵. По данным JPMorgan, экономика России сократится на 35% во втором квартале и на 7% в 2022 году, при этом экономический спад производства сопоставим с кризисом 1998 года²⁵⁶. Инфляция предположительно составит 10%. Согласно прогнозу МВФ, ВВП России в 2022 году упадет на 8,5%, инфляция составит 21,3%²⁵⁷.

252 В экономической науке есть и совершенно другие подходы к выделению категорий барьеров входа на отраслевой рынок

253 Барьеры входа-выхода фирм на отраслевой рынок // КПФУ

254 Есть прогнозы, в соответствии с которыми, «макроэкономической стабильности России в ближайшие годы мало что угрожает. Новому кризису будет крайне сложно пробить достигнутое в 2014 г дно. Текущих резервов России

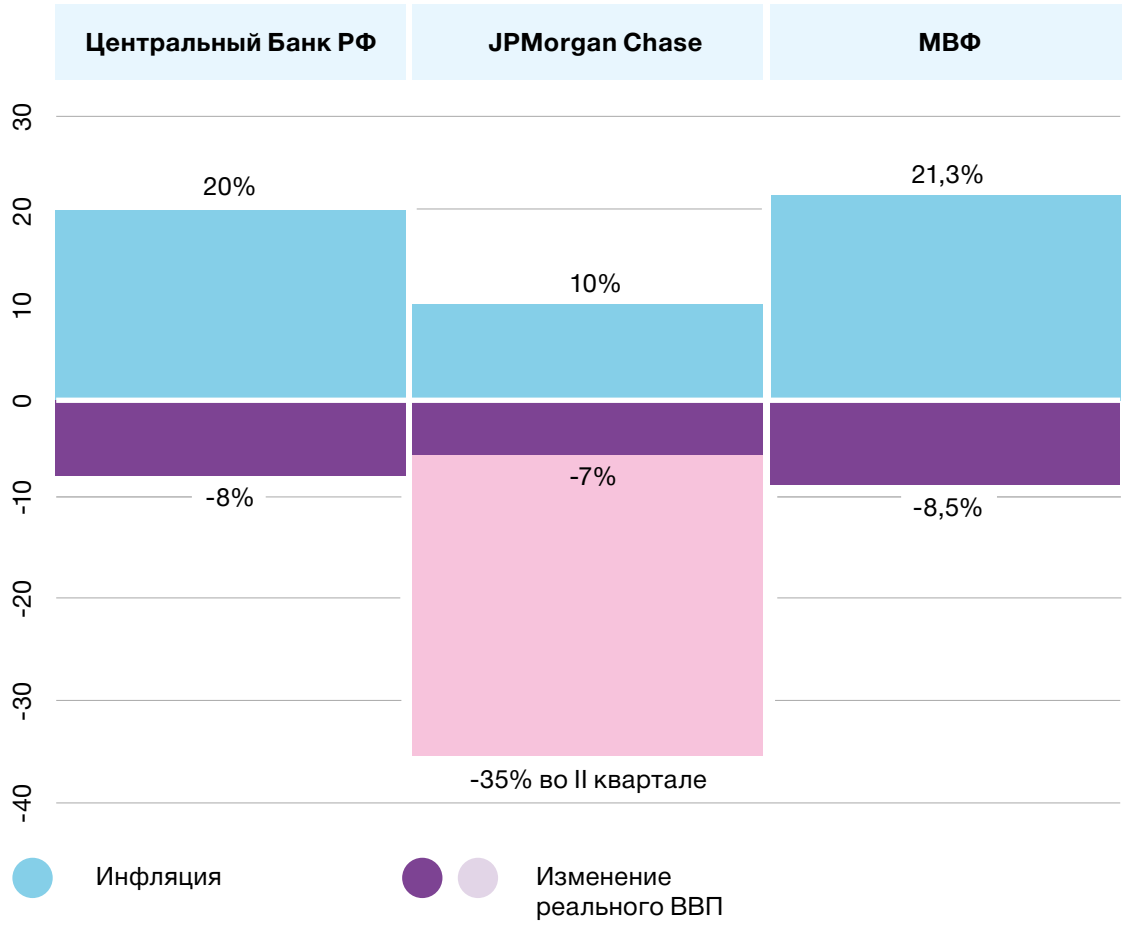
хватит на 5 лет жизни при ценах нефти до 20 долл за баррель» // Анализ рынка дополнительного образования детей в России в 2017-2021 гг, прогноз на 2022-2026 гг. Перспективы рынка в условиях санкций.

255 Макроэкономический опрос ЦБ прогнозирует спад ВВП на 8% и инфляцию 20% // Коммерсантъ

256 JPMorgan — экономика России // Тинькофф

257 Country Data Russian Federation // IMF

Таблица 20. Прогнозы экономического развития Российской Федерации на 2022 г.



За последние несколько лет наблюдалось **снижение реальных располагаемых доходов** россиян. В 2020 году число живущих за чертой бедности выросло на 400 тыс. человек, общее число составило 19,6 млн человек. По оценкам Росстата, располагаемые доходы россиян по итогам 2020 года упали на 3,5% (они отстали более чем на 10% от уровня 2013г.)²⁵⁸. Реальные располагаемые доходы россиян в январе-марте 2022г. уменьшились на 1,2% по сравнению с тем же кварталом прошлого года²⁵⁹.

Эта ситуация значительно повлияет на готовность потребителей платить за образование, особенно дополнительное. Если взять онлайн-образование, которое активно развивалось в период карантинных ограничений и в рамках которого предлагались многие курсы, связанные со STEM-образованием, то эксперты прогнозируют его падение на 35-40% по итогам 2022 года²⁶⁰.

Как считают эксперты, больше всего пострадают сегменты дополнительного и профессионального образования для взрослых, особенно в премиальном сегменте, что напрямую затрагивает технологическое / STEM-образование.

В 2016-2019 гг. объем рынка дополнительного образования детей в России вырос на 3%: с 1,42 до 1,46 млрд академических часов. Росту рынка способствовали господдержка отрасли и проблемы общего школьного образования, которые частично компенсировались сферой дополнительного образования.

В 2020 г объем рынка дополнительного образования детей сократился на 17% до 1,21 млрд академических часов. Во время карантина в связи с распространением коронавирусной инфекции большинство учреждений дополнительного образования вынуждены были прекратить или значительно сократить занятия с учениками²⁶¹. Этот от-

258 Росстат оценил масштаб снижения реальных располагаемых доходов россиян // РБК

259 Реальные располагаемые денежные доходы населения по Российской Федерации (новая методология) //

Росстат

260 Рынок онлайн-образования в России может в 2022 году сократиться на 40% // Телеспутник

ток перешел в онлайн-образование, которое, как отмечено выше, столкнулось с серьезным падением в 2022 г.

Укрепление российского рубля может неблагоприятно повлиять на возможный экспорт технологий на зарубежные рынки. В ходе торгов на Московской бирже доллар торговался ниже 57 рублей к июню 2022 года (достигнув рекордной отметки 8 марта того же года). Укрепление национальной валюты приводит к росту издержек для экспортеров и сокращению прибыли компании. Для многих компаний, активно сотрудничавших с учреждениями образования в области STEM-образование, именно перспективы экспорта их продукции лежали в основе их бизнес-модели.

Международная геополитическая напряженность привела к большому количеству отягощающих последствий, среди которых можно выделить следующие факторы:

- санкционное давление в отношении Российской Федерации²⁶²
- снижение уровня дипломатических отношений
- снижение уровня торговых отношений с Российской Федерации и др.

Ограничительные политические и экономические меры, введенные государствами и международными организациями в отношении Российской Федерации и ряда российских организаций, могут повлечь за собой тяжелые последствия как для всей экономики страны, так и для рынка STEM-образования.

В этом контексте наибольшие угрозы исходят от ограничения доступа российских компаний и учреждений образования к современным технологиям, международному академическому и научно-техническому сотрудничеству.

Следствием возникшей напряженности является и резкое снижение уровня торговых отношений со странами ЕС, США, Великобританией, Канадой и др. С точки зрения рынка STEM-образования, в наибольшей степени сказывается дефицит технологий: прекращение поставок электроники, сокращение импорта технологий и т.д. Данный фактор представлен в технологических барьерах более подробно. Помимо этого, снизилась деловая активность, что влечет за собой осложнения в обмене новыми знаниями, исследованиями; произошло нарушение кооперации в целом.

Необходимо отметить, что до февраля 2022 г. США являлись крупнейшим партнёром России в области науки. В 2017-2019 гг. российскими и американскими исследователями совместно было написано около 14,5 тыс. научных работ. На втором месте — Германия, за которой следуют Франция, Великобритания и Китай²⁶³.

Однако, есть и альтернативное мнение, согласно которому международная геополитическая напряженность способна дать новый импульс для развития технологического образования в России. В частности, его отчетливо артикулировал проректор по научной работе СПбПУ, Виталий Сергеев. Его доводы можно представить в следующем виде²⁶⁴:

1. Непосредственно механизм научно-го взаимодействия за последние годы значительно усложнился. Несмотря на декларируемый свободный доступ к результатам научных исследований, в реальности правительства очень жестко контролируют информационный поток. Санкции на этот процесс повлияли лишь в небольшой степени.

2. Программа технологического суверенитета повлекла за собой перераспределение бюджета. Государство ежегодно тратит на науку примерно одну и ту же сумму, поэтому санкции фактически не влияют на внутреннее финансирование.

3. Приоритетной задачей для научных организаций, университетов и производителей в Российской Федерации стало создание отечественной высокотехнологичной продукции. Так как это долгий путь, то государство будет заинтересовано в поддержании и фундаментальной науки, и внедрения научных разработок в реальное производство.

К этим трем пунктам можно добавить и мнение, что личные контакты между учеными сохраняются и на фоне санкций, что также может минимизировать их последствия.

Технологические барьеры

- Технологические санкции;
- сокращение международной кооперации и обмена опытом;
- высокие цены на оригинальные оборудование / ПО и его аналоги;
- нехватка (или полное отсутствие) производства необходимых компонентов;
- замедленная адаптация технологий под образовательный процесс;

261 Анализ рынка дополнительного образования детей в России в 2017-2021 гг, прогноз на 2022-2026 гг. Перспективы рынка в условиях санкций.

262 Какие санкции вводили против России в 2022 году // ТАСС

263 Санкции и ограничения в области высоких технологий против России // TAdviser

264 Наука вне политики. О влиянии санкций на работу ученых в России // Политех

- невысокая концентрация отечественных производителей оборудования и ПО на рынке.

На сегодняшний день наиболее острой проблемой для Российской Федерации является **введение санкций**, в частности, **технологических**²⁶⁵. Сильное влияние уже оказывают санкции США и ЕС в отношении экспорта полупроводников, телеком-оборудования, электронных компонентов и других важных технологических элементов²⁶⁶. При этом, такого рода продукцию не могут экспортировать даже третьи страны, если они используют американские технологии и оборудование.

Помимо этого, введен ряд **санкций в отношении использования ПО**, что значительно замедлит научный прогресс, реализацию различных STEM-проектов. О прекращении продаж своих продуктов и предоставлении услуг для российских пользователей объявили следующие крупные бренды: SAP, Cisco, IBM, Oracle, Adobe, Imperva, Fortinet, Microsoft, Norton, Avast и др. Основной проблемой является то, что уход крупных компаний может означать как приостановку поддержки и обновлений уже приобретенного российскими пользователями ПО, так и полное отключение доступа к зарубежному софту.

Острой проблемой российские компании отмечают также **нарушение кооперации в отношении обмена опытом**, исследованиями и т.д. Недостаток коммуникации с зарубежными партнерами сказывается на получении знаний и нового опыта. В большинстве случаев невозможен и экспорт российских решений за рубеж.

Так, Массачусетский технологический институт, прекратил свое сотрудничество со Сколковским институтом науки и технологий 25 февраля 2022 года²⁶⁷ после 11-летнего сотрудничества. В то же время было **остановлено сотрудничество в области науки, исследований и инноваций Российской Федерации и Европейского союза**, о чем заявила Еврокомиссия 4 марта 2022 года²⁶⁸. После приращения сотрудничества Еврокомиссия больше не будет заключать новые контракты и соглашения с российскими организациями по программе финансирования исследований и инноваций Horizon Europe, будут приостановлены выплаты российским организациям по текущим контрактам, а так-

же пересмотрены все проекты, в которых участвуют российские исследовательские организации.

Спустя два месяца, 11 июня 2022 года, **США заявили о запрете научно-технического сотрудничества с Российской Федерацией** для правительственных организаций США и организаций, связанных с правительством. После данного заявления на законодательном уровне было прекращено институциональное, административное, финансовое и кадровое сотрудничество в области науки и технологий с российскими государственными исследовательскими учреждениями и лицами, продолжающими работать в этих учреждениях или под их руководством.

Финансовые барьеры

- Ухудшение инвестиционного климата (снижение инвестиционной активности как иностранных, так и внутренних инвесторов);
- сокращение господдержки;
- нехватка средств на качественные технологические решения (как на оригинальное оборудование, так и на качественные аналоги);
- острая нехватка финансирования проектов, направленных на развитие STEM-образования;
- недостаточное финансирование учреждений образования (невозможность интеграции новых технологий в учебный процесс);
- уход зарубежных венчурных фондов.
- на данный момент на рынке STEM-образования существует проблема острой нехватки финансирования. При чем средств не хватает как на разработку и производство новых технологических решений, так и на их интеграцию в образовательный процесс (закупку необходимого оборудования, реструктуризацию учебного процесса и т.д.).

Ещё в 2020 году в Российской Федерации было принято решение **о сокращении расходов федерального бюджета на гражданские исследования и разработки** (сокращение на 6,3%)²⁶⁹. В 2021-2022 гг. расходы на гражданскую науку смещаются в сторону исследований и мероприятий, связанных с вопросами патриотического воспитания,

265 Санкции и ограничения в области высоких технологий против России // TAdviser

266 Без чипов и проводников: как технологические санкции отразятся на компаниях России // Forbes

267 MIT's relationship with the Skolkovo Institute of Science and

Technology must end // MIT Skoltech Program

268 Commission suspends cooperation with Russia on research and innovation // European Commission

269 Государство сократит расходы на исследования и разработки // РБК

духовно-нравственного воспитания и т.д.

Как было отмечено выше, качественно организованное и проводимое технологическое / STEM-образование существенно дороже большинства практикуемых в настоящее время форм образования. Серьезно развивать STEM-направление в каждой школе очень затратно: техническая среда требует постоянной поддержки и обновления.

Эта проблема, как правило, решается привлечением социальных партнеров из бизнеса²⁷⁰, но в условиях экономических трудностей и снижения деловой активности вряд ли стоит ожидать от бизнеса активного участия в развитии технологического / STEM-образования.

Это достаточно очевидный вывод, принимая во внимание такую особенность технологического / STEM-образования, как тесная связь с высокотехнологичными, инновационными рынками. Так, например, в исследованиях, посвященных препятствиям в развитии STEM-образования в США, финансовые барьеры почти не упоминаются, так как считается, что они будут легко решены за счет привлечения грантовых или донорских средств со стороны заинтересованного бизнеса.

В 2021 году на научные исследования и разработки гражданского назначения было направлено 486,1 млрд руб.²⁷², что на 6,3% (или 32,8 млрд руб.) меньше, чем планировалось в конце 2019 года при утверждении предыдущего бюджета. Такое сокращение финансирования может стать сильным ударом для многих компаний, которые работают или могли бы работать на рынке технологического / STEM-образования.

С другой стороны, как было отмечено выше, в рамках Национальной технологической инициативы, которая выступает как своего рода локомотив технологического / STEM-образования в России, сконцентрированы, преимущественно, крупные государственные корпорации и небольшое число ведущих учреждений высшего образования, финансовая поддержка которых со стороны российского правительства останется на высоком уровне.

Сокращение же господдержки усложняет внедрение новых технологий и продуктов в образовательный процесс в наибольшей степени в региональных учреждениях высше-

го образования. Лишь небольшое количество учебных заведений может позволить себе закупку качественного современного оборудования для проведения занятий в рамках технологического / STEM-образования ввиду ограниченности бюджета. Как было отмечено при рассмотрении лучших практик региональных УВО, во многих из них STEM-образование находится на начальном уровне.

Кадровые барьеры

- Недостаток квалифицированных кадров;
- сильная загруженность кадров в образовательной сфере (ввиду сильной загруженности, преподавателям сложно осваивать новые технологии);
- «утечка мозгов»;
- релокация высококвалифицированных специалистов вместе с крупными компаниями;
- существенное снижение трудовых доходов, что сказывается на мотивации сотрудников;
- сложные условия для молодых специалистов (тех, кто только окончил обучение и не имеет много опыта);
- разрыв договоренностей российских вузов с зарубежными университетами.

Эксперты единодушны в том, что к кадровым барьерам рынка STEM-образования относится как дефицит высококвалифицированных экспертов в междисциплинарных исследованиях и IT-сфере, так и проблемы с подготовкой молодых специалистов.

Особенно остро проблема стоит при реализации образовательных программ для детей и молодежи. В частности, российские школы подчеркивают, что преподаватели в области STEM-образования очень нужны, но педагогический вуз не готовит таких специалистов, а молодых IT-специалистов школьная зарплата часто не устраивает²⁷³.

Кроме того, их приходится дополнительно переучивать: в вузах с сильной технологической подготовкой, как правило, отсутствует или слабо представлен педагогический компонент в образовании. Такие студенты слабо владеют педагогикой, методология преподавания специальных дисциплин, особенностями возрастной психологии. Самостоятельное

270 «Боли» STEAM-образования: проблемы и решения // Педсовет

271 Например: The Challenges of STEM-Education // The Space Congress ; Can Financial Aid Help to Address the Growing Need for STEM-Education? // Harvard.edu

272 Законопроект № 1027743-7 «О федеральном бюджете на 2021 год и на плановый период 2022 и 2023 годов»

273 <https://pedsovet.org/article/%C2%AB%D0%91%D0%BE%D0%BB%D0%B8%C2%BB+STEAM-%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B0%D0%B7%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%8F%3A+%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B1%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D1%8B+%D0%B8%C2%A0%D1%80%D0%B5%D1%88%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F>

обучение слишком ресурсозатратно.

Одним из способов решить проблему, к которому активно прибегают школы и учреждения дополнительного образования детей и молодежи, стало привлечение студентов технических вузов на педагогическую практику.

Помимо этого, наблюдается **нехватка специалистов IT-сферы и увеличение их оттока из России**. Согласно данным аналитиков Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации, в феврале 2021 году нехватка IT-специалистов на российском рынке составила от 500 тыс. до 1 млн человек в различных сферах информационных технологий²⁷⁴.

Значительно увеличился их отток в 2022 году. Так за первое полугодие, согласно данным исследования «РУССОФТ», страну покинули 40 тыс. специалистов. В исследовании учитывались только те специалисты, которые после отъезда не возвращались в Россию. Главными причинами отъезда стали следующие: уход иностранных технологических компаний с российского рынка, а вместе с этим релокация своих сотрудников, нестабильная экономическая ситуация, ухудшение инвестиционного климата. **Наибольшая нехватка специалистов в I квартале 2022 наблюдалась в сегментах искусственного интеллекта и нейросетей**.

Одновременно с проблемой с недостатком и утечкой кадров, на фоне снижения уровня дипломатических и торговых отношений с Российской Федерацией, появляются новые **барьеры для подготовки молодых специалистов**. Так в Европе в начале марта начали вводить различные запреты в отношении российской науки. Первые санкции были введены со стороны Германии. Университеты страны «заморозили» академические отношения с Россией. За ней последовали Дания, Швеция, Франция и другие страны Европы²⁷⁵.

Неоднозначное отношение к STEM-образованию, особенно на постсоветском пространстве

274 Рынок труда России (ИТ и телеком) // Tadviser

275 Санкции и ограничения в области высоких технологий против России // Tadviser

276 Rotten STEM: How Technology Corrupts Education //

Так, в 2019 г. в американском журнале American Affairs появилась статья нью-йоркского писателя и сотрудника Банка Америки Джареда Вударда «Rotten STEM: How Technology Corrupts Education / Прогнивший STEM: как технология разъедает образование»²⁷⁶. Статья нашла свою аудиторию и на постсоветском пространстве²⁷⁷.

Основные аргументы автора сводились к следующему:

1. Технологии усугубляют такую проблему, как непонимание школами своего предназначения. Образование — это процесс формирования личности, а не штамповка рабочей силы. STEM-образование же рассчитано на подготовку некоего аналога «джуниоров» в IT-сфере, формируя, как минимум на практике, только узкий набор компетенций.
2. Технологии идут во вред эффективности обучения: применение в классе последних новинок ПО и гаджетов приводит к ухудшению навыков чтения, долговременной памяти, результатов тестов по математике и другим предметам и вызывает зависимость.
3. Технологии углубляют экономическое неравенство в обществе, снимают ответственность со школ, отнимают у учителя контроль над процессом, а учеников из небогатых семей делают более уязвимыми перед угрозами автоматизации и глобализации. Идея «цифрового барьера» заключается в том, что в будущем ученики из малообеспеченных районов будут ограничены в возможностях, поскольку сейчас недостаточно вовлечены в STEM-направления
4. Распространение STEM-образования ведет к ухудшению качества преподавания общеобразовательных предметов.
5. Несмотря на постулирование четырех дисциплин в STEM-образования, в реальности акцент сделан только на технологиях, математике и инженерии уделяется недостаточно внимания.
6. Технологии атрофируют творческое и инновационное мышление школьников.
7. Распространение STEM-образования приводит к сокращению рабочих мест в крупных экономиках и «перетекание» вакансий в развивающиеся страны.

American Affairs

277 Мнение: концепция STEM разлагает образование / Obrazovanie.by

- 8. Технологии, особенно в контексте персонализированного образования вне жестких временных и дисциплинарных рамок, снимают ответственность со школ и умаляют значение и компетентность учителя.
- 9. Реальные перспективы трудоустройства гораздо менее радужны, чем полагают сторонники STEM-образования.
- 10. STEM-образование в реальности не формирует «гибкие навыки», а только убивает их.

Другое

- Этические проблемы. По-видимому, основной считается проблема углубления неравенства, особенно в странах, где существует серьезный разрыв в уровне оплаты труда между специалистами, работающими в сфере высоких технологий и других. Формируется своеобразный замкнутый круг — престижность STEM-образования, вызванная перспективами хорошего трудоустройства, обуславливает его дороговизну, делая недоступным для бедных и средних слоев населения;

- вопросы безопасности. Одним из основных аспектов является увеличение масштабов кибер-преступности, ослабление контроля над распространением высоких технологий, их использования в криминальных целях;
- малая осведомленность населения о сфере STEM-образования;
- отсутствие опыта и возможности на практике опробовать технологии;
- отсутствие мотивации в изучении и внедрении STEM-образования;
- страх со стороны преподавателей, что технологии могут их заменить;
- законодательные факторы и др.

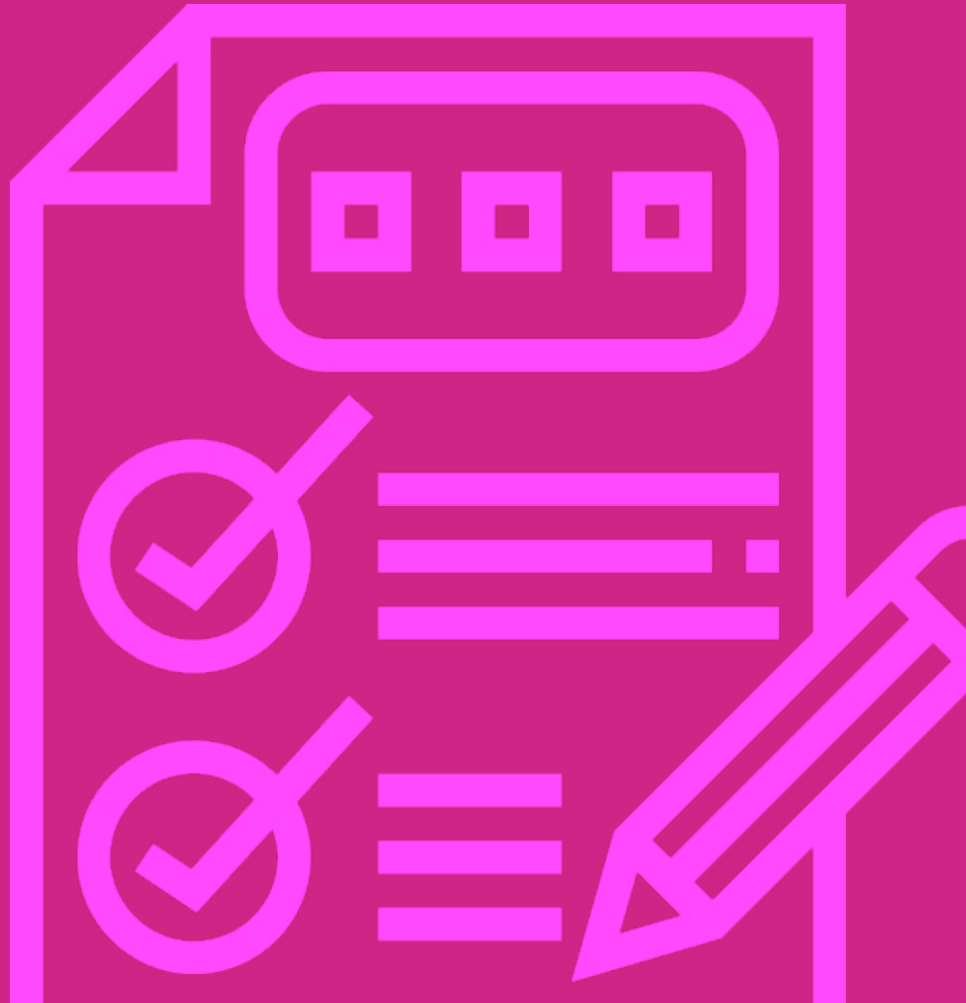
Таким образом, барьеры, препятствующие развитию STEM-образования в России, их негативное воздействие и возможности по минимизации негативного эффекта можно представить в следующей таблице:

Таблица 21. Основные группы барьеров, препятствующие развитию STEM-образования в России

Группа барьеров	Негативное воздействие	Минимизация негативного воздействия
Экономические барьеры	Снижение покупательной способности; меньшая заинтересованность бизнеса;	Высокая зависимость STEM-образования в России от бюджетных трансферов и государственной поддержки.
Технологические барьеры	Прекращение поступления западных технологий; Технологический диспаритет внутри России	Относительная сильная национальная технологическая школа; Необходимость импортозамещения.
Финансовые барьеры	Снижение уровня инвестиций; Макроэкономическая неопределенность	Высокая зависимость STEM-образования в России от бюджетных трансферов и государственной поддержки
Кадровые барьеры	Специфика самого STEM-образования; Отток специалистов	Относительная развитая инфраструктура для подготовки кадров для STEM-образования
Социальные барьеры	Негативное восприятие в обществе, сохранение консервативных подходов в отношении к образованию	Перспективы трудоустройства

Многие из представленных выше барьеров присутствовали на российском рынке ещё до введения санкционного режима в отношении государства, однако большинство из них усугубилось в связи с последними событиями.

Общие выводы



Од «технологическим образованием» в мире в различных образовательных программах может подразумеваться различное содержание. Международная ассоциация преподавателей технологии и инженерии (International Technology and Engineering Educators Association) делает акцент на STEM-образовании как основном направлении в современном образовании в области технологии и инженерии. Особенностью STEM-образования (сочетающего в себе подготовку по естественным наукам, технологии, инженерии и математике) считается подготовка обучающихся к виду деятельности или работе, в которых успех зависит не столько от того, что человек знает, но от того, что может сделать с этим знанием. Вместе с тем, широко распространенный в России термин «технологическое образование» не тождественен STEM-образованию. Несмотря на его широкое употребление в научной и педагогической литературе, а также частичную представленность в нормативных документах, строго юридическое определение «технологического образования» в России отсутствует.

Под «технологическим образованием» в России в настоящей работе понимается следующее:

- на уровне общего образования: учебные предметы «математика», «Информатика и ИКТ», «Физика» и «Технология».
- на уровне дополнительного образования детей и поддержки юных талантов: техническое и научно-техническое творчество.
- на уровне высшего образования (включая бакалавриат и магистратуру): группы специальностей «Инженерное дело, технологии и технические науки» и «Математические и естественные науки»;
- образовательные программы и инициативы в рамках Национальной технологической инициативы.

Кроме того, периодические обращения к концепции STEM-образования призваны подчеркнуть цель настоящей работы — определение текущего состояния технологического образования в России как исходную основу для разработки стратегии его развития в последующие годы. Не во всех случаях эта стратегия будет опираться на существующие юридические и институциональные нормы.

Несмотря на постулируемый интерес к технологическому образованию со стороны государства, бизнеса, общества, его развитие в России осуществляется, в целом, по консервативному сценарию. Одна из при-

чин — умеренные темпы развития дополнительного образования в области технологии, которое, как показывает мировой опыт, является одним из драйверов инновационного технологического образования. Вместе с тем статистика демонстрирует умеренный, но устойчивый рост интереса со стороны детей и молодежи к дополнительному образованию в области технологии.

Негосударственные организации в сфере дополнительного образования пока не могут составить серьезную конкуренцию по охвату аналогичным государственным учреждениям образования. Относительно невысокая доля неформального дополнительного образования также является сдерживающим фактором для развития того, что можно было бы расценивать как STEM-образование.

Ряд знаковых инициатив — Фонд развития Физтех-школ, Кластер ФИЗТЕХ XXI, сеть детских технопарков «Кванториум», ЦМИ-Ты — Центры молодежного инновационного творчества, Кружковое движение, и др. являются важными центрами аккумуляции инноваций в области технологического образования и в перспективе могут стать теми точками роста, вокруг которых будет развиваться система дополнительного образования в области технологии в общероссийском масштабе.

Ключевое место в этом процессе принадлежит Национальной технологической инициативе (НТИ). НТИ оказывает существенное влияние на развитие технологического образования в Российской Федерации. Инициатива объединила представителей бизнеса и экспертных сообществ в целях развития сегмента. Некоторые компании, входящие в НТИ, уже заняли лидирующие позиции на рынке технологического образования, в том числе, внедряя в образовательный процесс и многие элементы STEM-образования.

НТИ представляет собой классический пример воплощения концепции «точек роста», идеи которой были перенесены и на взаимодействие этих рынков с вузами. Кроме того, инициативы выступают в качестве важного канала коммуникации и взаимодействия между

Технологическое образование позитивно воспринимается в российском обществе, в том числе, и родителями школьников. Определенным сдерживающим фактором является то, что российские родители в значительной степени ориентированы на обще-социализирующую функцию школы, чем на ее функцию по формированию определенного набора знаний, умений и навыков.

В России создана вполне достаточная за-

конодательная инфраструктура технологического образования. По крайней мере, она определенно свидетельствует о стремлении государства поддерживать это направление, отсутствуют нормы откровенно запретительного характера, в целом, нормативно-правовая база ориентирована на поддержку развития технологического образования в сложившихся институциональных условиях.

Однако на уровне общего среднего и средне-специального образования технологический компонент, несмотря на определенные усилия государства, пока выделяется слабо на фоне остальных направлений. Аналогичная ситуация сложилась и с дополнительным образованием детей.

Основные продукты на рынке коммерческого технологического образования в России (оборудование для технологического образования и курсы в области технологического образования для школьников и детей) находятся на стадии зрелости. Для коммерческого технологического образования в России характерно внедрение дистанционного обучения или продуктов со значительным элементом удаленного обучения, а сам сегмент онлайн / дистанционного обучения, хотя он и связан не только с технологическим образованием, демонстрирует самые высокие темпы роста на российском рынке образовательных услуг.

Высшее техническое образование традиционно рассматривается как сильный элемент в системе российского образования. Инфраструктура высшего технического и технологического образования представлена на высоком для России уровне, хотя технических вузов меньше, чем экономических и гуманитарных.

В пяти крупнейших специализированных технических вузах обучается около 62 тыс. студентов, менее 5% от обучающихся на направлении «инженерное дело, технологии и технические науки» и около 1,5% от всех студентов в России. Наблюдается серьезный территориальный дисбаланс в распределении (концентрация в Центральном федеральном округе, преимущественно, в Москве), а также тенденция к росту приему на бюджетные отделения и, соответственно, снижение и абсолютного количества, и доли студентов, обучающихся на условиях оплаты.

Наиболее значимыми в области высшего технического образования с точки зрения «интегрированного» рейтинга вузов являются МФТИ, МГТУ им. Н.Э. Баумана, МИФИ, МГУ им. М.В. Ломоносова, ВШЭ (с филиала-

ми) и ИТМО. Узость этого пула, концентрация в Москве, а также невысокие позиции российских вузов в соответствующих мировых рейтингах показывают, что перед российским высшим техническим образованием стоят серьезные вызовы.

Крупнейшие компании России, чей бизнес связан с техническими и технологическими инновациями, IT-технологиями и другими направлениями STEM, ориентированы на реализацию образовательных программ через вузы-партнеры Национальной технологической инициативы.

В российском технологическом образовании присутствуют все формы взаимодействия в рамках триады / трека «Школа-Вуз-Компания». Наиболее многочисленные формы взаимодействия представлены между компаниями и вузами-участниками (партнерами) Национальной технологической инициативы. Соответственно, в значительной степени это сотрудничество ограничено в рамках Москвы и Санкт-Петербурга. Наиболее активные участники / партнеры Национальной технологической инициативы из числа вузов реализуют достаточно агрессивную и успешную политику по профориентации наиболее сильных школьников, способны предложить специализированные учебные программы в рамках собственных разработок и инфраструктуры в области дополнительного образования детей и молодежи.

Ожидается наиболее полными формами взаимодействия при такой ситуации охвачены преимущественно школы, расположенные в Москве и Санкт-Петербурге. Это создает необходимый резерв мотивированных и подготовленных абитуриентов для вузов-участников Национальной технологической инициативы, но не позволяет говорить о перспективах какого-то существенного роста.

С точки зрения взаимодействия по треку «Компания-Школа» ситуация складывается еще менее оптимистично. Компании предсказуемо не готовы напрямую инвестировать в трек подготовки «Школа-Вуз-Компания» (что вполне объяснимо из-за высоких рисков и неопределенности такого инвестирования). Своеобразным заменителем выступает создание компаний, предлагающих платное дополнительное образование в области EdTech. Однако бурный допандемийный рост в этой области сменяется тенденцией к стагнации. Родители в меньшей степени склонны инвестировать в дополнительное образование своих детей без четкой привязки к последующему поступлению. В результате значитель-

ный сегмент с тенденцией к росту на данном треке занимают всевозможные программы подготовки к ЕГЭ, в то время как набор программ весьма условного STEM- образования очень ограничен.

Развитию технологического образования в России препятствует ряд ситуативных барьеров. От ухудшения экономической ситуации в наибольшей степени пострадают сегменты дополнительного и профессионального образования для взрослых, особенно в премиальном сегменте, что напрямую затрагивает технологическое / STEM-образование. Ограничительные политические и экономические меры, введенные рядом государств и международных организаций в отношении Российской Федерации, ограничивают доступ российских компаний и учреждений образования к современным технологиям, международному академическому и научно-техническому сотрудничеству

Контакты

Инфраструктурный центр «Нейронет» создан на базе Фонда развития Физтех-школ при поддержке Национальной технологической инициативы. Основная цель нашей команды — сформировать глобально конкурентоспособный российский сегмент рынка Нейронет. Ключевыми направлениями деятельности центра являются проведение масштабных аналитических исследований, преобразование нормативно-правовой базы РФ в целях устранения барьеров в сегментах рынка «Нейронет», поддержка сообщества экспертов рынка «Нейронет», реализация образовательных проектов, а также создание Ассоциации школьного кластера.

**Андрей
Богданов**

Исполнительный
директор ФРФШ

tg: @Andrey_Bogdanov_D
andrey.bogdanov@phystech.edu

**Дарья
Довбыш**

Руководитель
проекта

tg: @Daria_Dovbysh
ddovbysh@go2phystech.ru

**Дмитрий
Скорик**

Руководитель
аналитического направления

tg: @dmtrysk
d.skorik@go2phystech.ru

**Общие
контакты:**

+7 (495) 795-95-44 (Telegram, WhatsApp)
neuronet@go2phystech.ru

Наши партнёры

Команда ИЦ «Нейронет» выражает благодарность ключевым партнерам за вклад в наши аналитические исследования.



МФТИ



Сколтех



Нейроботикс



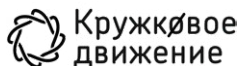
Нейротренд



Нейрочат



Кванториум



Кружковое движение



ISG Neuro



Вклад в будущее



NOE



Persona



NextGen R&D



Нейротекнолоджи



Neiry



Нейротонус

Мы благодарим всех экспертов за участие в наших мероприятиях и обмен бесценным опытом, который стал основой нашей работы.

