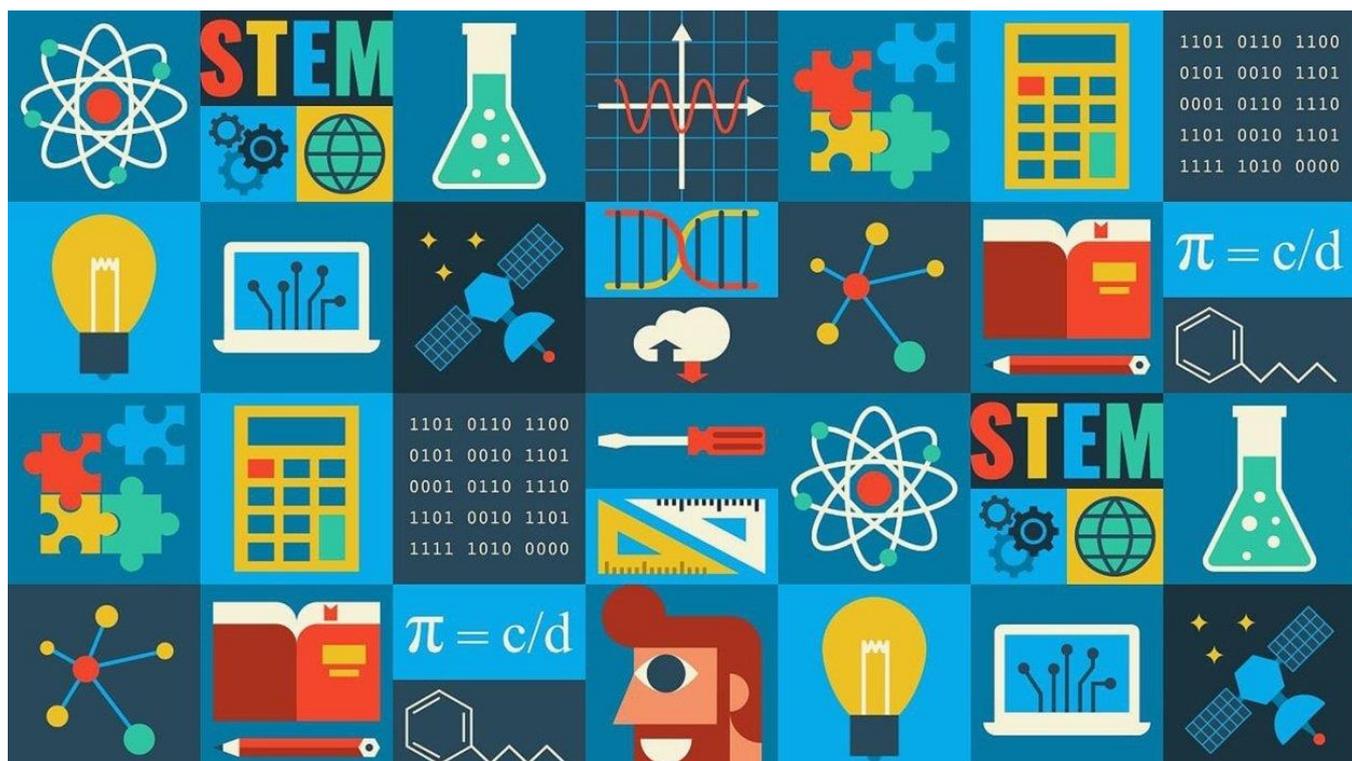




Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

АТЛАС



Лучшие практики в области STEM-образования
(Финляндия, Ирландия, Швеция, Турция, Россия, Казахстан)

Лучшие практики **STEM-образования** (Финляндия, Ирландия, Швеция, Турция, Россия, Казахстан).

Авторы:

К.п.н., доцент М.Г. Бондарев (Южный федеральный университет, Россия)

Д.п.н., профессор А.О. Бударина (Балтийский федеральный университет имени И. Канта, Россия)

К.ф.-м.н., доцент А.Н. Друзь (Южный федеральный университет, Россия)

К.хим.н., доцент Е.А. Муханова (Южный федеральный университет, Россия)

К.ф.-м.н., доцент Г.Ш. Омашова (Южно-Казахстанский университет имени М. О. Ауэзова, Казахстан)

К.п.н., доцент О.В. Парахина (Балтийский федеральный университет имени И. Канта, Россия)

К.техн.н., доцент И.Е. Шепелев (Южный федеральный университет, Россия)

К.ф.-м.н., доцент М.Т. Шоманбаева (Южно-Казахстанский университет имени М. О. Ауэзова, Казахстан)

Заявление об ограничении ответственности: Атлас выпущен при поддержке Европейской Комиссии, однако данная публикация отражает взгляды только авторов, и Комиссия не может нести ответственность за любое использование содержащейся в нем информации.

Содержание

1.	Предисловие	
2.	Вступление.....	6
3.	STEM-образование в Финляндии.....	9
4.	STEM-образование в Ирландии.....	24
5.	STEM-образование в Швеции.....	46
6.	STEM-образование в Турции.....	62
7.	STEM-образование в Российской Федерации.....	78
8.	STEM-образование в Казахстане.....	103
9.	Список литературы и источников.....	125

Предисловие

В чем важность STEM-образования?

В последние годы образованию в области естественных наук, технологий, инженерии и математики (STEM) уделяется все больше внимания. Несколько исследований показывают, что целостное понимание STEM-образования, основанное на интеграции STEM-дисциплин, ведет к пониманию философии STEM-образования, повышению мотивации студентов к обучению, а также способствует их благополучию. Потенциал STEM-образования состоит в STEM-квалификациях; знания, навыки, интересы в области STEM и социальные контакты также считаются важными компонентами STEM-образования. Опираясь на исследование Лабари (Labaree) [1], причины значимости STEM-образования можно разделить на три категории: экономический аргумент, аргумент демократического равенства и аргумент социальной мобильности.

Экономический аргумент: экономическое процветание, конкурентоспособность и политическое лидерство страны во многом зависят от научных и технических открытий. Квалифицированные в области STEM и продуктивные члены общества могут способствовать развитию инновационного предпринимательства и развитию человеческого капитала для устойчивого экономического роста [2, 3]. Кроме того, с точки зрения социальной эффективности, навыки STEM все чаще требуются в целом ряде секторов [4]. Тем не менее в некоторых странах наблюдается нехватка выпускников в областях STEM, и главы государств и правительств по всему миру подчеркивают необходимость значительного увеличения числа людей, работающих в областях, связанных со STEM [4, 5]. Опасения по поводу кризиса STEM-образования звучат в разных странах, но главный аргумент заключается в том, что недостаточно молодых людей ориентированы на получение образования в STEM-областях. Чтобы преодолеть эти проблемы, повысить экономическую конкурентоспособность за счет инноваций, подготовить и мотивировать специалистов в STEM-областях на будущее развитие, а также на выполнение структурно необходимых рыночных ролей, несколько преподавателей и заинтересованных сторон поддержали разработку инновационных программ и инициатив для повышения качества подготовки в области STEM в формальном и неформальном образовании [6]. С этой точки

зрения, STEM-образование воспринимается как общественное благо на службе у частного сектора.

Аргумент демократического равенства: граждане принимают решения, основываясь на своих знаниях, убеждениях, социальных ценностях, мировоззрении, а также на понимании сущности STEM и природы S-T-E-M. Участие общественности в обсуждениях, политических дебатах и принятии решений по вопросам, связанным со STEM, необходимо для поддержания здоровой демократии. Соответственно, образование в области STEM должно гарантировать, что каждый гражданин имеет возможность осмыслить основные концепции и освоить практики STEM. В свою очередь, это может привести к соответствующему демократическому контролю над направлениями исследований, окружающей средой, социальным обеспечением, национальной безопасностью и экономической политикой. Таким образом, члены общества, обладающие компетенциями в области STEM, будут иметь более сильную поддержку и будут лучше подготовлены для реализации различных функций в гражданском обществе [7]. С этой точки зрения STEM-образование воспринимается как социальное благо.

Аргумент социальной мобильности: учитывая все более изменчивый, неопределенный, сложный и неоднозначный характер мира, в котором мы живем, необходим целостный подход, который включает знания, навыки и метакомпетенции для развития «целостного человека» [8]. В этом контексте когнитивные, а также эмоциональные аспекты и потенциал STEM играют решающую роль в индивидуальном успехе каждого человека, его благополучии и перспективах на будущее [9]. Таким образом, STEM-образование приобретает решающее значение, т.к. дает людям возможность исследовать свою внутреннюю мотивацию, принимать обоснованные решения о себе и своих семьях и готовит их к успешной социальной конкуренции за желаемые социальные роли. С этой точки зрения STEM-образование воспринимается как частное благо для личного потребления.

*Профессор Гултекин Какмакчи
Директор Научного Центра «STEM & Maker Lab»,
Университет Хаджеттепе, Турция*

Вступление

STEM-образование рассматривается как «... междисциплинарный подход к обучению, при котором академические концепции сочетаются с выполнением реальных задач на уроках, поскольку обучающиеся применяют науку, технологии, инженерию и математику в контекстах, которые устанавливают связи между школой, обществом, профессиональной деятельностью и глобальной экономикой, что ведет к развитию STEM-грамотности и, как следствие, способностью конкурировать в условиях новой экономики» [10].

Квалификации и навыки STEM необходимы нынешним и будущим специалистам во всем мире. STEM-дисциплины являются основой подготовки кадров научно-технической элиты для инновационного развития стран. Навыки в области STEM становятся все более важной частью базовой грамотности в современной экономике знаний. Для развития стран Европы и всего мира системам образования требуется более миллиона дополнительных исследователей. Тем не менее естественнонаучное образование больше нельзя рассматривать как элитную подготовку будущих ученых или инженеров; только осведомленные в науке граждане могут принимать аргументированные решения и участвовать в диалоге по научным вопросам.

Выявление лучших практик в реализации стратегий STEM на национальном и региональном уровнях является одной из основных целей проекта Erasmus + KA2 (Повышение потенциала в сфере высшего образования) «Комплексный подход к подготовке учителей STEM» (2019-2021). Сам проект направлен на совершенствование программ подготовки учителей путем введения новой интегрированной учебной программы, что приведет к формированию поколения новых учителей STEM, способных пробудить интерес к STEM-дисциплинам и увеличить количество выпускников, выбирающих карьеру в STEM.

Целью «Атласа лучших практик в области STEM-образования» является аккумуляция передового опыта и инициатив, основанных на официальных отчетах и международном опыте в области STEM на соответствующем национальном и региональном уровне, предоставленных партнерами из ЕС (Финляндия, Ирландия, Швеция, Турция), Российской Федерации и Казахстана.

Первая глава Атласа посвящена лучшим практикам Финляндии в области STEM. Основная роль отводится реформе экосистемы образования Финляндии. Целью этой реформы было улучшить результаты обучения, учесть будущие

компетенции, обновить содержание образования посредством внедрения метода экспериментов в образовательный процесс и превратить обучение во вдохновляющий процесс на протяжении всей жизни. Исходя из характеристик финской образовательной экосистемы, были описаны следующие инициативы и совместные проекты: LUMA , F2k, PaikkaOppi, Summamutikka и др.

Вторая глава представлена лучшими практиками Ирландии в области STEM. В Ирландии после консультации с экспертами образование в области STEM было признано одним из путей получения высококвалифицированных специалистов. Это потребовало четкого понимания сущности STEM-образования в ирландском контексте для преобразования образовательного опыта обучающихся в STEM-областях, начиная с самых ранней ступеней обучения. На основе Акта о политике в области STEM-образования и Плана ее реализации были разработаны и описаны следующие инициативы и проекты: EPI-STEM, ATSSSTEM, ENERGE, Maths4All.ie, 3DIPHE, проект «Открытые школы для открытых обществ» и т. д.

В третьей главе представлена Швеция с ее лучшими практиками STEM. Вместо описания в Атласе национальной политики Швеции в области среднего и высшего образования шведские партнеры обратились к проекту «Преуспевай в науке – Руководство по инновационной STEM-педагогике» (Проект Erasmus + «Успехи школьников в науке»). Для представления основных целей этой политики в Атласе были описаны такие проекты, как CETIS, NRCF, NCM, NATDID, KRC, STEM PD и т. д.

В четвертой главе описываются лучшие практики Турции в области STEM. В этой главе рассматриваются государственные и частные инициативы в этой области. Среди них инициативы, возглавляемые Советом по научным и технологическим исследованиям Турции (англ. the Scientific and Technological Research Council of Turkey, TUBITAK), Министерством национального образования (англ. the Ministry of National Education, MoNE), лабораториями STEM в университетах и научных центрах, а также некоммерческие инициативы, такие как Фонд Технологической команды Турции (англ. the Turkish Technology Team Foundation). Упомянутый в контексте Швеции проект STEM PD также реализуется в Турции.

Пятая глава посвящена тренду «Потребность в STEM» (англ. “Need for STEM”) в российской образовательной политике. Данная тенденция определяется следующими стратегическими концепциями, распоряжениями и национальными программами/проектами: Указ о Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации; Приоритетный национальный проект «Доступное дополнительное образование для детей» (2016-2021 гг.); Национальный проект «Образование» (2019-2024);

Федеральный проект «Современная школа»; Федеральный проект «Успех каждого ребенка»; Федеральный проект «Цифровая образовательная среда». Судя по этим инициативам, в России существует множество аутентичных STEM-практик, таких как образовательные проекты и практики НТИ, образовательные практики «Сириус», STEM-центры Всероссийского фестиваля Наука 0+, Образовательный центр MakerSpace STEM для школьников инновационного центра «Сколково» и др. Данные практики подробно описаны в представленном Атласе.

Шестая глава показывает уровень развития STEM-образования в Казахстане, характеризующийся обозначенным переходом на обновленное содержание школьного образования в контексте STEM в рамках Государственной программы развития образования и науки на 2016-2019 годы. Такие проекты, как НИС, РФМШ, Международная школа МИРАС и др. являются векторами национальной политики Казахстана.

Содержание представленного Атласа будет использоваться для разработки и реализации магистерских программ в области STEM-образования и, следовательно, для развития новых кадровых ресурсов в области STEM в странах, участвующих в Erasmus + KA2 (Наращивание потенциала в области высшего образования) проекте «Комплексный подход к подготовке учителей STEM» (англ. “Integrated approach to STEM teacher training”) 2019-2021 гг. Атлас будет использоваться как часть методических ресурсов для будущих учителей STEM и студентов упомянутых выше магистерских программ.

STEM-образование в Финляндии

Общие положения

Начиная с 70-х годов XX века, система образования в Финляндии претерпевала процесс реформации. Она стала децентрализованной, поскольку каждая школа и образовательное учреждение получило автономию для улучшения качества образования. Реформа была сфокусирована на:

- новых подходах в педагогике;
- новых образовательных средах;
- цифровизации образования.

Целями реформы выступили улучшение образовательных результатов обучающихся, обновление технологий обучения посредством активного внедрения метода экспериментирования и реализация концепции «образование в течение всей жизни». В настоящее время образовательные технологии STEM включены во все области школьной программы Финляндии. Технология STEM – это не дополнительный набор стандартов проблемно-ориентированного подхода к созданию учебных материалов и их сочетания с образовательными стандартами для формирования новых компетенций XXI века. STEM-подход может способствовать развитию любознательности и творческих способностей обучающихся. Создание учебного материала проблемно-ориентированного характера не является сложной задачей, так как темами проектов могут быть вопросы окружающей среды, производство еды, энергия и другие темы, актуальные во всем мире.

Характеристики финской образовательной экосистемы [11–13]:

- сотрудничество в области стратегий образовательной политики;
- строгие требования к качеству образования;
- тесное сотрудничество партнеров в сфере образования;
- сотрудничество с социальными службами и здравоохранением;
- равенство в образовании;
- реализация образования на безвозмездной основе;
- организация специализированного обучения и консультирования;
- внедрение групп социальной помощи в школе как части образовательной экосистемы;
- обеспечение качества за счет децентрализации;

- лидерство, менеджмент и качественная работа на уровне школы;
- ответственность учителя за качество учебной программы и системы оценивания.

Секрет национальной политики заключается в понимании важности образования для развития страны в контексте использования неортодоксальных образовательных методик (таких как STEM), спроектированных для сегодняшнего и будущего подрастающего поколения.

STEM-подход подразумевает определение проблемы, проведение исследования, разработку решения, апробацию и оценку принятого решения, а также предоставление отчета обучающимся о результатах своей работы. Эти компетенции совпадают с глобальными научными и технологическими компетенциями, что позволяет обучающимся развивать творческие, исследовательские навыки, компетенции в области взаимодействия в команде и коммуникации, которые им необходимы, чтобы осознать сущность глобальных проблем и перспектив развития, а также принять участие в решении существующих проблем.

Преподавательская деятельность в Финляндии считается одной из лучших профессий. Учителя стоят на одном уровне с врачами и юристами, поэтому существует большая конкуренция среди претендентов на должности в сфере образования. Степень магистра является одним из обязательных требований к претендентам. Это означает, что учителя должны обучаться в течение пяти-семи с половиной лет, прежде чем они смогут обучать школьников. Будущие педагоги в области STEM-образования не только изучают методы преподавания, но и проводят год в университете, изучая, как обучать STEM-подходу. Они изучают, как эффективно участвовать в совместных проектных командах и создавать такие команды. Естественные дисциплины на всех уровнях обучения преподаются с помощью технологий STEM. Учителям предоставляется большая свобода в аспекте использования новаторских приемов работы, таких как разработка «учебной программы по математике на открытом воздухе» или объединение усилий с другими педагогами для реализации эффективной командной работы обучающихся.

Таким образом, у финских школьников стремительно расширяется кругозор, они демонстрируют интегративный подход к знаниям, о чем свидетельствуют их стабильно высокие результаты в тесте PISA – Программе международной оценки обучающихся (англ. the Program for International Student Assessment). С 2004 года в Финляндии также существует программа обучения ремеслам.

В образовательном процессе Финляндии часто используется «педагогический диалог». Это означает, что «учитель в Финляндии является

своего рода «проводником» в классе, а не авторитарной моделью, как в других системах. Этот факт требует большего отклика от обучающихся и активизирует диалог между ними и педагогом. Поощряется обмен мнениями и идеями. Этот аспект поможет обучающемуся развиваться с большей уверенностью в своем успехе. Согласно Главному управлению Финляндии по вопросам образования, учителя «могут выбирать, какие методы обучения использовать, каким учебникам и материалам отдавать предпочтение».

Национальная политика и инициативы в области STEM

Национальная учебная программа Финляндии ориентирована на то, чтобы учителя преподавали естественнонаучный цикл дисциплин с помощью комплексных и исследовательских подходов [14]. Обучение естественнонаучным дисциплинам на основе проектов (англ. Project-based science learning, PBSL) – один из подходов, который может мотивировать обучающихся к изучению естественных наук, повысить их интерес, активно вовлекая в процесс получения знаний [15–17].

Отличительной чертой проектного обучения является ориентация на проблему, то есть представление о том, что проблема или вопрос служит активатором учебной деятельности. Вторая особенность проектного обучения – создание конкретного артефакта (продукта). Это то, что отличает проектное обучение от проблемного обучения. Хелле Тиньйэлэ (Helle Tynjälä) и Олькинура (Olkinuora) [18] добавляют еще три характерные черты проектного обучения. Во-первых, обучающийся контролирует процесс обучения, что оставляет пространство для принятия решений относительно темпа обучения, последовательности и фактического содержания обучения. Во-вторых, для проектов обучающихся характерна контекстуализация обучения. Ценность аутентичных или смоделированных контекстов обучения особенно важна. В-третьих, особенность метода проектов состоит в его потенциале для использования и создания множественных форм представления материала. В современном обществе большинство задач требует комбинированного использования междисциплинарных знаний в различных форматах.

Основная учебная программа в основном определяет миссию, ценности и структуру базового образования. Она также определяет цели и содержание каждого предмета. Основная учебная программа разработана Национальным советом по образованию Финляндии (англ. Finnish National Board of Education, FNBE) и является основой для муниципальных учебных программ, разрабатываемых каждым отдельным муниципалитетом. Учебная программа муниципального уровня должна соответствовать национальным целям и

учитывать местные контекстуальные особенности. Однако муниципалитет и школы, находящиеся на его территории, имеют значительную свободу в контексте интерпретации Основной учебной программы по своему усмотрению [19]. Идея о том, что обучающиеся являются активными субъектами собственного процесса обучения, является концептуальной основой Основной учебной программы (FNBE, 2016). Один из аспектов Основной учебной программы, который стоит отметить в связи с этим исследованием, – это трансверсальные компетенции.

Семь трансверсальных компетенций, обозначенных в Основной учебной программе, направлены на то, чтобы подготовить обучающихся к изменчивому миру. Трансверсальные компетенции представляют ценности и подходы, необходимые для использования знаний и навыков из разных областей для личностного роста, образования, выполнения профессиональной деятельности и проявления гражданской активности (FNBE, 2016). Формирование этих компетенций является одним из основных векторов образовательной деятельности школы. Также формирование этих компетенций становятся в один ряд с необходимостью внедрения в школьное образование таких методов, как проектное обучение. К семи трансверсальным компетенциям, отраженным в Основной учебной программе, относятся: мышление и умение учиться (Т1); культурная компетенция, умение взаимодействовать и самовыражаться (Т2); забота о себе и управление повседневной жизнью (Т3); мультиграмотность (Т4); информационно-коммуникативная компетенция (Т5); трудовая компетенция и предпринимательство (Т6); участие, заинтересованность и построение надежного будущего (Т7).

В финских школах очень распространено феномено-ориентированное обучение, как один из видов исследовательской работы [20]. «Феномен» определяется, как нечто существующее, что-то, что можно увидеть, почувствовать, попробовать и т.д., особенно что-то необычное или интересное. Примерами феноменов могут быть научные открытия, технологии, стихийные бедствия и т.д.

Изучение информации о феномене или наблюдение за ним разжигают любопытство. В процессе феномено-ориентированного обучения обучающиеся взаимодействуют с реальными проблемами для того, чтобы исследовать и изучать явления с различных точек зрения. Обучающиеся изучают феномен как комплексный объект в реальной среде, получая смежные междисциплинарные знания и навыки. Это процесс изучения вопроса с использованием фактов, собранных в ходе исследования. Полученная информация изучается в контексте существующих моделей и теорий. Знание, которое обучающиеся получают во время исследования, приводит их к новому пониманию. Финские

школьники используют этот практический подход для изучения различных тем – от предпринимательства до освоения космоса. В процессе феномено-ориентированного обучения обучающиеся создают творческие продукты. Например, при изучении творчества знаменитых финских дизайнеров через феномено-ориентированное обучение обучающиеся с помощью программы 3D проектирования *Tinkercad* создавали свои собственные дизайнерские проекты.

Группы финских обучающихся седьмого класса исследовали объем потребления воды в своих населенных пунктах и домах. Они создали графики, отражающие эту информацию, вместе с данными и статистикой для того, чтобы показать необходимость водосбережения. В дополнении к исследованию обучающиеся запрограммировали роботов *LEGO* для решения ряда задач, связанных с добычей, перевозкой, использованием и утилизацией воды. В конце проекта группы представили экспертам свои исследования, запрограммированных роботов и предлагаемые решения по сохранению водных ресурсов. Начало проекту положило желание обучающихся исследовать феномен реальной жизни и создать свои собственные модели.

Феномено-ориентированное обучение также способствует усилению взаимодействия среди учителей. В Школе Эспоонлахтив (англ. *Espoonlahti School*) в Финляндии учителя, преподающие различные дисциплины, объединяются для разработки и реализации междисциплинарных феномено-ориентированных проектов [21]. Например, занятия по искусству и физике объединяются, чтобы показать обучающимся, как использовать свет в при создании фотографий. Уроки биологии и кулинарии объединяются для того, чтобы сначала изучить жизнь водного мира, а затем приготовить блюда из морепродуктов.

Для продвижения STEM-технологий в Финляндии была запущена национальная программа развития *LUMA*, направленная на развитие компетенций детей и молодежи в математике и естественных науках.

– *Национальная платформа STEM-образования LUMA* [22]

Центр *LUMA* (англ. *LUMA Center Finland*) – это сеть из 13 региональных центров *LUMA* в финских университетах. Сеть обеспечивает национальную и международную экосистему сотрудничества для развития образования в области математики, науки и техники, предоставляя доступ к ресурсам и организуя мероприятия по всей стране. Нынешняя экосистема *LUMA* – это социальная инновация, в которой университеты, школы, учителя, обучающиеся и представители промышленности работают вместе, чтобы привлечь всех детей и молодежь в возрасте от 3 до 19 лет к изучению математики, науки и техники, а также чтобы поддерживать учителей, ориентированных на исследования, для обучения в течение всей жизни. Центр *LUMA* в Финляндии поощряет и

развивает как национальное, так и международное сотрудничество между учебными заведениями от детского сада до университетов, взаимодействие с коммерческим сектором, администрацией, научными центрами и музеями, ассоциациями учителей и средствами массовой информации, а также всеми другими заинтересованными организациями. Ежегодно в деятельности центра принимают участие 400000 человек (дети, молодежь, родители и учителя). Центры *LUMA* представлены в различных университетах Финляндии:

- Университет Аалто Джуниор (англ. Aalto University Junior);
- Центр *LUMA* в Центральной Финляндии, Университет Йювяскюля (фин. University of Jyväskylä);
- Центр *LUMA* в Лапландии, Университет Лапландии (англ. University of Lapland);
- Центр *LUMA* в Центральной Остроботнии, Университет Коккола Кампус Хидениус (англ. Kokkola University Campus Chydenius);
- Центр *LUMA* в Остроботнии, Университет Вааса (англ. University of Vaasa);
- Центр *LUMA* в Юго-Западной Финляндии, Университет Турку (англ. University of Turku);
- Центр *LUMA* в университете Восточной Финляндии (англ. University of Eastern Finland);
- Центр *LUMA* в университете Оулу (англ. University of Oulu);
- Центр *LUMA* в Пяйянне Тавастия, кампус Университета Лаhti (англ. Lahti University Campus);
- Центр *LUMA* Сайма, Университет ЛУТ и Университет прикладных наук Саймаа (англ. LUT University and Saimaa University of Applied Sciences);
- Сколресурс, Университет Академи Або (фин. Åbo Akademi University);
- Центр *LUMATE* Тампере, Университет Тампере и Университет прикладных наук Тампере (англ. Tampere University and Tampere University of Applied Sciences);
- Научно-образовательный центр университета Хельсинки (англ. University of Helsinki).

Университет Хельсинки координирует всю сеть. В каждом центре есть свой координатор и директор, которые работают неполный или полный рабочий день. Координаторы регулярно проводят веб-конференции. Национальные дни *LUMA* проводятся один раз в год. Исследования STEM и инновации в STEM-образовании диссеминируются через национальный онлайн-портал *LUMA.fi*, информационный бюллетень *LUMA* и телеканал *LUMA*. Более 10 лет назад *Tämätoimii*, конкурс школьных технологий,

стартовал в технологической отрасли Финляндии и доказал свою эффективность. С 2013 года ответственность за организацию этого конкурса взял на себя Центр *LUMA*. Основные проекты Центра *LUMA* более подробно описаны ниже.

Совместные (Правительство-Бизнес-Университет) проекты, связанные со STEM, и лучшие практики неформального образования в области STEM

– Центр *LUMATE* в Тампере, «Университет для детей» (англ. *Juniversity*) [23]

Центр *LUMATE* в Тампере был первым технологически ориентированным центром *LUMA* в Финляндии (последние две буквы «TE» в названии происходят от слова «Technology» (Технология)). Центр был основан весной 2011 года совместными усилиями Университетов Тампере (англ. *Tampere Universities*), Бюро экономической информации (англ. *the Bureau of Economic Information*), Торговой палаты Тампере (англ. *the Tampere Chamber of Commerce*), Технологического сообщества Тампере (англ. *the Tampere Technology Society*) и Федерации финских технологических предприятий (англ. *the Federation of Finnish Technology Enterprises*). Центр работает в кампусе Технологического университета Тампере. Центр *LUMATE* организует научные клубы для детей (с 1 по 8 классы): роботизированные клубы *Lego*, клубы по электронике, клубы программирования и научные клубы. Большинство из мероприятий проходят во второй половине дня в учебных аудиториях *LUMATE*, расположенных в Технологической школе Тампере. Кроме того, каждые две недели *LUMATE* организует мероприятие под названием «Научная станция» (фин. «*Tiedepysäkki*”).

Каждые летние и осенние школьные каникулы *LUMATE* организует научные лагеря. Они рассчитаны на детей от дошкольного возраста до обучающихся 8 класса. В дополнение к мероприятиям для школьников *LUMATE* ежемесячно организует Научные кафе в Старом здании библиотеки в центре Тампере. Это публичные мероприятия, предназначенные для обучающихся старшего возраста и взрослых. Научные кафе представляют собой уникальный форум для изучения интересных тем STEM для старшеклассников и студентов, а также для широкой публики. *LUMATE* приглашает экспертов для популяризации математики и координирует национальные туры с другими центрами *LUMA*.

LUMATE предоставляет разнообразные учебные ресурсы для обучения и подготовки учителей и консультантов. Первый из них – «Банк экспертов», представляющий собой базу экспертов, которой учителя могут воспользоваться

для приглашения различных специалистов провести презентации в образовательных учреждениях. Каждый эксперт является специалистом в определенной области, и их визиты могут быть организованы таким образом, чтобы они проходили непосредственно во время занятий, тем самым улучшая понимание обучающимися изучаемого предмета. Центр *LUMATE* также организовал центральный «банк лабораторного оборудования».

Школы могут быть оснащены специальным оборудованием для демонстрации научных феноменов в классе. Большая часть оборудования доступна в достаточном количестве, чтобы весь класс мог участвовать в экспериментах. На веб-странице *LUMATE* также есть банк учебных материалов, который включает в себя сборник инструкций для проведения научных экспериментов и описание различных методик для представления научных концепций и идей.

В настоящее время Центр *LUMATE* называется «Университет для детей» (англ. Juniversity). «Университет для детей» предлагает ряд возможностей для наглядного изучения науки и предоставляет специалистов для обучения детей от дошкольного возраста до обучающихся среднего звена.

Сообщество университетов Тампере активно участвует в многочисленных научных просветительских мероприятиях. «Университет для детей» был основан осенью 2019 года, чтобы объединить все мероприятия по научной и просветительской деятельности. «Университет для детей» стремится привить интерес к науке среди всех обучающихся и оказывать поддержку учителям. Помимо внеклассных научных клубов и лагерей «Университет для детей» приглашает школьные группы посетить научные классы в кампусе Херванта (финн. Hervanta) и изучить науку на практических занятиях. Эксперты проводят лекции для обучающихся. «Университет для детей» также располагает разнообразными материалами и ресурсами для обучения школьников. Команда «Университета для детей» участвует в информационно-просветительских мероприятиях в рамках миссии высшего образования. Образование в области естественнонаучных дисциплин ориентировано на пробуждение научного интереса и поощрения изучения естественных наук среди детей и молодежи.

Благодаря многолетней работе, проводимой в Центре Тампере *LUMATE*, деятельность «Университета для детей» уже охватывает широкий спектр мероприятий по математике, естественным наукам, инженерному делу и технологиям. В будущем деятельность будет все больше расширяться и включать другие дисциплины. Широкий спектр мероприятий, предлагаемых «Университетом для детей», стал возможным благодаря 25 студентам,

обучающимся на педагогических направлениях подготовки, которые руководят научными клубами и лагерями и принимают у себя школьные группы.

– *Лаборатория LUMARTS* [24]

В 2012 году Университет Аалто (англ. Aalto University) начал строительство специальной лаборатории *LUMA* для школ. Она получила название *LUMARTS*. Лаборатория *LUMARTS* – это учебная и преподавательская среда, которая поддерживает и развивает науку, технологии и искусство. Лаборатория *LUMARTS* была разработана совместно с компанией *Biofilia*. *Biofilia* – это функциональное подразделение *LUMARTS* для био-арт, которое также стремится поддерживать позитивный имидж STEAM (STEM + ART) и предлагает уникальные образовательные альтернативы в области науки, искусства и технологий.

Учителя, работающие в школах, могут забронировать время в *LUMARTS* и привести своих учеников для проведения различных экспериментов. Учитель несет ответственность за группу, а Университет Аалто предлагает ассистента для помощи в выполнении работ в лаборатории. Учебные экскурсии для школьников и студентов в возрасте 10-20 лет варьируются от одного часа и более. Для старшеклассников Центр *LUMA* в Университете Аалто предлагает лекции и курсы, например, по математике, химии, астрономии и биологии, которые реализуют преподаватели и профессора университетов. Лекции по естественным наукам организуются в среднем два раза в месяц, в них принимают участие студенты из нескольких университетов.

– Программа *StarT Finland* [25]

StarT – флагманская программа Центра *LUMA* (Финская платформа STEM). Программа была запущена в 2016 году. Основная цель программы – приблизить науку, математику и технологии к детям и молодежи посредством организации совместного обучения в рамках междисциплинарного проекта. Программа реализуется Центром *LUMA* в Финляндии (сетью региональных учебных центров STEM в Финских университетах) через «обучающие сообщества» при поддержке партнеров по сотрудничеству, в том числе Финского Национального Агентства по образованию (англ. the Finnish National Education Agency) и научно-технических компаний, таких как *IBM*.

Программа *StarT* реализуется на трех уровнях: 1. Местный уровень: детские сады, начальная школа, средняя школа и внешкольные группы, участвующие в программе. 2. Региональный уровень: фестивали, организуемые по всей Финляндии центрами *LUMA* совместно с местными партнерами (не распространяется на иностранных участников). 3. Национальный/международный уровень: организация Центром *LUMA* в Финляндии гала-концерта *StarT*, на котором награждаются команды,

отобранные жюри, а также иностранные команды. В 2016-2017 учебных годах программа *StarT* поддержала 400 учебных сообществ из Финляндии и 350 учебных сообществ из-за рубежа (всего участвовали 36 стран).

– *Центр BioPop* [26]

Центр *BioPop* – это ресурсный центр естественнонаучного образования Центра *LUMA* при университете Хельсинки. Основная цель Центра состоит в том, чтобы вдохновлять и мотивировать детей и подростков к изучению биологии, поддерживать их интерес к этой области, а также оказывать методическую поддержку учителям биологии и способствовать их профессиональному развитию. Центр организует школьные визиты в университет, клубы и лагеря, проводит тренинги учителей без отрыва от профессиональной деятельности, а также выпускают электронные учебные материалы для сайта и блога.

– *Центр F2k* [27]

Основная цель Центра *F2k* – способствовать пониманию жителей Финляндии технических наук и стимулировать их интерес к физике и технологиям. Центр работает в векторе подготовки учителей физики на физическом факультете университета Хельсинки. *F2k* реализует обучение учителей на рабочем месте, организуя семинары и летние курсы для учителей физики и классных руководителей. С 2004 года проводятся научные клубы и летние лагеря для детей от 8 до 14 лет.

Для старшеклассников Центр *F2k* предлагает практические эксперименты по современной физике, направленные, в том числе, на улучшение понимания современных исследований в области физики. Центр также организует информационные мероприятия в сотрудничестве с организациями, цель которых популяризовать науку.

– *Образовательная среда PaikkaOppi* [28]

PaikkaOppi – это бесплатная образовательная онлайн-среда для школ. Она включает инструменты для овладения основами географических знаний и рекомендации по внедрению материалов по географии в различные дисциплины.

– *Центр Summatutikka* [29]

Summatutikka – это ресурсный центр для преподавания и изучения математики в составе Национального центра *LUMA* и Департамента математики и статистики (англ. Department of Mathematics and Statistics). *Summatutikka* продвигает идеи о том, как преподавать математику на основе проектной деятельности.

– *Конкурс Tutki-Kokeile-Kehitä* [30]

Tutki-Kokeile-Kehitä – это конкурс, направленный на то, чтобы вдохновить детей и молодежь на научную и инженерную деятельность, предоставляя участникам возможность получить отзывы о своих исследованиях и познакомиться с другими единомышленниками, открывая им мир безграничных возможностей.

– *Фестиваль SciFest* [31]

SciFest – это ежегодный международный фестиваль, который собирает тысячи студентов, старшеклассников и учителей, стремящихся открыть для себя новый опыт и узнать больше о науке, технологиях и окружающей среде. *SciFest* проводится ежегодно во время весенних выходных в Йоэнсуу, Финляндия (англ. Joensuu, Finland). Фестиваль бесплатный и доступен для всех.

– *Сеть The Innokas (The Innokas Network)* [32]

Сеть *The Innokas* помогает школам организовывать мероприятия по обучению навыкам XXI века и участвовать в развитии образования. Проект *The Innokas Network* направлен на поддержку школ, организуя обучение, консультации и мероприятия в разных частях Финляндии. Сеть создана группой практикующих учителей. На сегодняшний день сеть насчитывает более 600 школ-участников по всей Финляндии, включая международные школы-партнеры. Обучение основано на модели инновационной школы, разработанной в сотрудничестве между финскими школами и педагогическим факультетом университета Хельсинки. Участники сети включены во многие проекты, которые представлены выше.

– *Проект Co4Lab* [33]

Целью проекта *Co4Lab* является исследование и разработка основанных на знаниях методов обучения, совместного проектирования, совместного обучения и совместного регулирования. Проект направлен на повышение качества образования в области науки, техники и ремесел в начальных классах путем организации серии экспериментов. Школьные проекты ориентированы на изучение сложных феноменов реального мира, интеграцию знаний и компетенций в предметных областях, изобретение, тестирование и проектирование различных продуктов, а также накопление знаний об особенностях учебном процессе.

В рамках проекта создаются руководящие принципы, модели и ресурсы для обучения для оказания методической поддержки учителям и школам в разработке и внедрении STEM-практик.

– *Проект Growing Mind* [34]

Сеть *Innokas* является партнером исследовательского проекта *Growing Mind*, финансируемого Академией Финляндии (англ. the Academy of Finland). Этот проект (2018-2022 гг.) направлен на развитие системы школьных

мероприятий в рамках цифровизации общества. Проект *Growing Mind* направлен на создание материальных фондов для обновления и развития школ, повышения квалификации учителей и обучения школьников. Проектная деятельность осуществляется в сотрудничестве со школами на основе академических исследований. Мероприятия поддерживают цели новой Основной учебной программы и направлены на развитие у обучающихся компетенций XXI века и профессиональное развитие учителей.

– Проект *Uutta luova asiantuntijuuus* (ULA) [35]

Сеть *Innokas* является партнером проекта подготовки учителей, финансируемого Министерством образования и культуры Финляндии, «Новые творческие знания – сочетание начального и непрерывного педагогического образования» (англ. “New Creative Expertise – Combining Primary and Continuing Teacher Education”, ULA). Проект направлен на разработку новых структур и содержания образования, что позволяет объединить подготовку новых учителей, а также переподготовку действующих учителей без отрыва от профессиональной деятельности. Междисциплинарные темы в обучении включают изучение языков, исследовательскую работу, коллегиальное сотрудничество, изучение способов повышения мотивации обучающихся и организации их взаимодействия, вопросы цифровизации, а также междисциплинарной интеграции.

– Проект *Finnable* [36]

В 2012-2015 годах сеть *Innokas* отвечала за реализацию проекта «Инновационная Школа», финансируемого компанией *TeKes*. В рамках проекта школа и общество изучались как совокупность сетей образовательных сред. Для проекта «Инновационная Школа» были разработаны новые методы использования технологий, в том числе новые способы использования цифровых технологий для обучающихся. Таким образом был создан проект *Finnable*. *Finnable 2020* способствует созданию новых образовательных экосистем, которые выходят за рамки традиционных границ в аспекте места, времени и субъектов обучения.

В рамках этого проекта проводятся исследования и разработки совместных, технологоориентированных образовательных сред XXI века как на местном, так и на международном уровне. *Finnable 2020* финансируется за счет взносов исследовательских институтов, учителей-практиков и отраслевых партнеров. *Finnable 2020* состоит из четырех рабочих пакетов: «Класс без границ» (англ. Boundless Classroom), «Методический комплект для учителя» (англ. Teacher's Toolkit), «Геймификация в обучении» (англ. Exergames in Learning) и «Новые технологии обучения» (англ. Emergent Learning Technologies).

– *Экологическая школа Ekoraku* [37]

Ekoraku функционирует как экологическая школа, располагающаяся в эко-грузовике (Финская ассоциация школ природы и окружающей среды) на открытом воздухе. Автомобиль включает в себя все оборудование для исследования окружающего мира, а также учебные материалы и заранее разработанные учебные пособия. В новых учебных программах очень важную роль в обучении играет запоминающееся, экспериментальное, феномено-ориентированное обучение. Один из способов расширить возможности обучения – это проводить его на открытом воздухе. В эко-грузовике есть все необходимое для этого.

– *Программа ScratchJr* [38]

ScratchJr – это язык программирования, который позволяет маленьким детям (5-7 лет) создавать свои собственные интерактивные истории и игры. Дети объединяют блоки графического программирования таким образом, чтобы персонажи двигались, прыгали, танцевали и пели. Дети могут изменять цвет персонажей в редакторе, добавлять им голоса и звуки, даже вставлять свои фотографии, а затем использовать программные блоки, чтобы оживить своих персонажей. *ScratchJr* был создан на основе популярного языка программирования *Scratch* (scratch.mit.edu), которым пользуются миллионы молодых людей (от 8 лет и старше) по всему миру. *ScratchJr* доступен в виде бесплатного приложения для *iPad* и планшетов с *Android*.

– *Международная школа Arkki (ArkkiInternational Ltd)* [39]

В 1993 году Национальное агентство образования Финляндии (англ. the Finnish National Education Agency) создало основу для запуска и реализации дополнительной программы по архитектурному образованию. Именно тогда у школ изобразительного искусства, музыки и танцев появился новый партнер – школа архитектуры. Учебная программа архитектурного образования разделена на начальный, базовый и продвинутый уровни. Начальный уровень предназначен для детей от 4 до 6 лет и родительских групп, базовый – для детей от 7 до 14 лет, а продвинутый – для детей от 14 до 19 лет.

Arkki использует широкий спектр методов обучения, но фокусируется на методах работы в 3D. Создавая миниатюрные модели, а также модели в масштабе 1:1, дети могут делать открытия самостоятельно, а не получать ответы от взрослых. Обучение в *Arkki* посвящено искусству и окружающей среде. Одна из основных целей архитектурного образования – предоставить детям способы и возможности наблюдать и оценивать окружающий их мир. В семейных группах одна из целей обучения – помочь детям начать формировать навыки взаимодействия со своим окружением.

Архитектурное образование улучшает их чувство пространства, формы, движения, материалов и структур. Ребенок принимает активное участие в образовательном процессе. Обучение основано на особом подходе каждой возрастной группы к восприятию мира.

– *Школа дизайна SuoMi* [40]

SuoMi, финская ассоциация по обучению дизайну, продвигает использование образования в сфере дизайна на различных образовательных платформах. *SuoMi* проводит семинары и лекции, а также различные культурные мероприятия для школ. На мероприятиях от Школы дизайна *SuoMi* вы можете войти в образ дизайнера и пройти весь процесс проектирования с тьюторами *SuoMi* в рамках различных предметов. Проект *Mutku* – «Дизайн-образование для начальных школ» (англ. “Design Education for Elementary Schools”) был запущен в 2012 году, в результате чего в 2014 году было опубликовано руководство по дизайну для учителей начальной школы *Mutku*. Осенью 2015 года для учителей начальной школы в Хельсинки стартовал пилотный проект, целью которого выступило обучение учителей внедрению инновационных образовательных технологий в образовательный процесс.

– *Международная ассоциация преподавателей технологии и инженерии ITEEA* (англ. *The International Technology and Engineering Educators Association*) [41]

Миссия ассоциации *ITEEA* заключается в расширении технологических и инженерных навыков людей, а также в обучении и развитии профессиональных компетенций специалистов этих сфер. Ассоциация *ITEEA* стремится удовлетворить профессиональные потребности и интересы своих членов, а также улучшить понимание обществом технологий, инноваций, дизайна и инженерии, а также их значения в жизни человека.

– *Программы и курсы подготовки учителей STEM*

Финский национальный совет по образованию выделил следующие основные ценности в контексте развития профессиональных компетенций учителя [42]:

- обучение в течение всей жизни;
- ориентация на знания и исследования;
- эффективность;
- предвидение будущих потребностей и компетенций в образовании.

Профессия учителя – это профессия в области обучения, которая предполагает развитие компетенций в течение всей жизни. Исследовательский компонент занимает важное место в педагогическом образовании Финляндии. Формирование рефлексивных умений и критического мышления также важно

для обучения педагогов без отрыва от профессиональной деятельности. В Национальном совете по образованию Финляндии подчеркнули, что обучение педагогов должно опираться на новейшие исследования, знания, полученные в результате оценки качества образования, и развитие компетенций.

В большинстве университетов есть учебные центры для повышения квалификации учителей. Важно, чтобы подготовка учителей продолжала быть научно-ориентированной, чтобы учителя могли получать самые современные и передовые знания в рамках своих предметов без отрыва от профессиональной деятельности. Университетские центры, которые ориентированы на обучение педагогов без отрыва от профессиональной деятельности, реализуют больше проектов и более эффективны в развитии компетенций педагогов, чем краткосрочные курсы. Цель состоит в том, чтобы учителя критически осмысливали свою собственную деятельность и создавали небольшие исследовательские проекты, основанные на педагогическом проектировании, с помощью которых они смогли бы получить новые компетенции, а также поделиться новыми идеями со своими коллегами.

Центр *LUMA* в Финляндии также способствует эффективному непрерывному профессиональному развитию учителей STEM. Университет Хельсинки запустил массовый открытый онлайн-курс MOOC (на финском языке), цель которого – предоставить учителям методическую поддержку и идеи для поиска и использования подходящего отраслевого предприятия в качестве учебной среды. Кроме того, в содержание курса входят рекомендации по организации взаимодействия с этим предприятием в образовательных целях, а также по созданию учебных материалов.

Текущая экосистема *LUMA* – это социальная инновация, в которой университеты, школы, учителя, обучающиеся, родители и бизнес партнеры совместно вовлекают детей и молодых людей в возрасте от 3 до 19 лет в изучение математики, естественных наук и технологии, а также оказывают поддержку учителям, ориентированным на исследования, на всех уровнях непрерывного образования [43]. Основная ценность этого сотрудничества – обмен опытом.

Центр *LUMA* в Финляндии призывает всех партнеров свободно делиться своими идеями, опытом и практиками в духе открытого образования. Центр поддерживает общность детей, молодежи и учителей. Их естественное взаимодействие с научным сообществом в университетах и на предприятиях всячески поощряется.

Центр *LUMA* поддерживает непрерывное образование учителей с помощью модели континуума [44], которая включает в себя следующие компоненты: (1) обучение на педагогических направлениях подготовки в

университете, (2) вводный этап профессиональной деятельности и (3) обучение без отрыва от профессиональной деятельности. Мероприятия Центра были интегрированы в подготовку учителей начальных классов и учителей-предметников в университетах Финляндии. Во время учебы студенты имеют возможность получить аутентичный опыт общения с детьми и молодежью, участвуя в организации и проведении различных мероприятий в рамках функционирования Центра *LUMA*. Студенты также используют материалы исследований для создания учебных материалов и идей, которые принесут пользу всем учителям STEM-предметов в Финляндии.

STEM-образование в Ирландии

Общие положения

В последние годы правительства развитых стран по всему миру, включая Ирландию [45], уделяют особое внимание повышению качества образования в области науки, технологий, инженерии и математики (STEM). Дисциплины STEM очень важны для современного общества. Они расширяют наше понимание мира и являются ключевыми во многих важных сферах деятельности [46]. Математика и естественные науки дают ответы на фундаментальные вопросы окружающего мира, а инженерия позволяет превратить эти ответы в технологии. Анализ текущей ситуации показывает, что развитие STEM-дисциплин ускорит экономическое развитие, поддержит инновации и создаст основу для будущего процветания [47]. Качественная подготовка выпускников STEM-направлений обеспечит развитие экономики знаний. Ирландия нацелена стать центром технологических инноваций и лидером высокоинтеллектуальных отраслей. Для этого создается ирландская стратегия исследований и разработок, науки и технологий. Этот план развития обеспечит качественные изменения в области STEM-образования для поддержки наиболее талантливых людей, а также руководителей учебных заведений и методических центров.

Акт об образовательной политике в области STEM и План ее реализации для школ

В Ирландии STEM-образование было признано одним из способов получения высококвалифицированных кадров. Этот подход требовал четкого понимания сути STEM-образования в контексте системы образования Ирландии. Внедрение этого концепта в систему образования поможет помочь трансформировать образовательный опыт обучающихся в области STEM на каждом этапе обучения.

В ноябре 2016 г. был опубликован отчет о научно-техническом, инженерном и математическом образовании (STEM) [48], который включал в себя следующие аспекты:

- Подготовка учителей в области STEM (начальное педагогическое образование (англ. Initial Teacher Education, ITE)) для начальной и основной школы.

- Лучшие методы поддержки учителей STEM с особым акцентом на программы повышения квалификации в рамках непрерывного профессионального развития.

- Внедрение новых методов обучения, которые улучшили бы образование в области STEM в школах (методы обучения, которые в качестве основы используют прочную доказательную базу, например, обучение на основе исследований, проблемное обучение, новые методы оценивания).

- Использование образовательных технологий для повышения результатов обучения (особенно цифровых и/или онлайн технологий).

- Продвижение профессий в области STEM и повышение вовлеченности обучающихся в предметные области STEM.

Проанализировав текущую ситуацию, авторы этого отчета [49] предлагают следующее:

- Подготовить интегрированный Акт об образовательной политике в области STEM с участием всех заинтересованных сторон на всех уровнях образования Ирландии (на начальной, средней и высшей ступенях образования). Этот Акт должен включать подробный план реализации с четко обозначенными обязанностями сторон и сроками реализации.

- Ввести информатику (включая кодирование) в качестве предмета, обязательного для сдачи с целью получения выпускного аттестата. Это имеет существенное значение для решения проблемы, связанной с нехваткой у обучающихся в Ирландии навыков в области ИКТ.

- Создать Партнерство *STEM 2020* – партнерство государственного и частного секторов (предприятия и казначейство) на определенный срок для создания фонда финансовой поддержки нескольких приоритетных, конкретных инициатив в соответствии с рекомендациями этого отчета. Это повлечет за

собой объединение ресурсов корпоративных партнеров с ресурсами казначейства. Предусматривается финансирование в размере 8 млн. евро в год в течение пяти лет в равной степени за счет государственных и частных заинтересованных лиц.

- Сделать исследования в области STEM-образования национальным приоритетом с многолетним устойчивым финансированием через Научный Фонд Ирландии (англ. Science Foundation Ireland, SFI). Следующая рекомендация может стать отличным средством достижения этой цели.

- Создать Национальный исследовательский центр STEM-образования, состоящий из небольшого числа региональных распределенных сетей (на основе весьма успешной модели Научного центра Великобритании). Этот национальный центр будет действовать не только как центр передового опыта в сфере исследований и инноваций в области STEM-образования, он также предоставит места для проведения программ повышения квалификации для учителей.

- Создать ежегодную систему награждения «За выдающиеся достижения в обучении STEM», чтобы отметить тех учителей, которые являются выдающимися педагогами и новаторами в области STEM-образования.

Несмотря на то, что в этом докладе основное внимание уделяется практически только дисциплинам STEM и STEM-образованию в целом, в настоящее время установлено, что пересечение этих областей с искусством (визуальным и исполнительским), а также дизайном открывает большие возможности как с точки зрения прогресса в области культуры, так и с точки зрения возможностей экономического развития. Учитывая это, важно, чтобы любая будущая стратегия в области STEM-образования в Ирландии учитывала бы гибриды STE(A)M, где «А» представляет Искусство и Дизайн (включая дизайн-мышление). Поэтому авторы предлагают, чтобы Ирландская королевская академия приняла бы на себя ведущую роль в продвижении этой идеи с целью оказания влияния на будущие политические решения в отношении STEM-образования.

После выхода Отчета о STEM-образовании последовала разработка Акта о политике в области STEM-образования и Плана ее реализации [50]. В период с мая по июль 2017 года была проведена серия консультаций по теме STEM-образования с целью сбора идей и мнений ключевых заинтересованных сторон для включения их в Акт о политике в области STEM-образования [51]. Реализация этого подхода будет проходить в несколько этапов с 2017 по 2026 год.

1 этап (2017-2019 гг.) – Активизация. Первый этап был направлен на интенсификацию уже осуществляемой деятельности в ключевых областях. Он

также применялся для укрепления потенциала всей системы и разработки новых инициатив. Особенно поощрялись инициативы самих школ в рамках кластеров и партнерств. Аудит и оценка ключевых методов, которые имеют решающее значение для достижения наших целей, являлись обязательными компонентами данного этапа. Первый этап был сосредоточен на определении того, что необходимо для обеспечения качественного образования в области STEM посредством анализа существующих исходных данных и выработки новых контрольных показателей для разработки четко определенных, реалистичных и ограниченных по срокам целей и индикаторов.

2 этап (2020-2022 гг.) – Внедрение. 2 этап сфокусирован на наращивании потенциала и поддержке целостной STEM-среды. Структурированный подход, включающий мониторинг и обзор, позволит пересматривать и развивать мероприятия в соответствии с выявленными потребностями.

3 этап (2023-2026 гг.) – Реализация. Третья фаза сфокусирована на предоставлении обучающимся высококачественного STEM-образования. Действия на этапе 3 основываются на результатах внедрения 1 и 2 этапов, текущих исследованиях и состоянии изменяющейся социально-образовательной среды.

Акт о политике в области STEM-образования [52] (2017–2026 гг.) фокусируется на многих сильных сторонах STEM и представляет так называемую дорожную карту для определения основных направлений развития. При разработке этого Акта были определены три ключевых принципа, которые будут лежать в основе всех образовательных инициатив в области STEM: в основе STEM – пробуждение любопытства обучающихся для их вовлечения в решение реальных проблем и мотивации к осознанному выбору карьеры; STEM носит междисциплинарный характер, позволяет обучающимся накапливать и применять знания, углублять своё понимание различных областей и развивать навыки творческого и критического мышлений в аутентичных контекстах; STEM-образование включает в себя творчество, искусство и дизайн. Все вышеизложенное будет основываться на ряде реформ и уже реализуемых мероприятиях, таких как реформа учебных программ и внедрение инновационных методов обучения и оценивания. К другим важным факторам относятся ожидания родителей и развивающаяся экосистема STEM-образования.

Концепции и проекты

– *Национальный Центр EPI-STEM*

Национальный Центр передового опыта в области обучения математике и естественным наукам был основан в сентябре 2008 года в университете г. Лимерик при финансовой поддержке Стратегического инновационного фонда Управления высшего образования (англ. the Higher Education Authority's Strategic Innovation Fund). В 2014 году в университете была создана кафедра STEM-образования, и Центр был переименован в *EPI-STEM* – Национальный центр STEM-образования (tel.: +353 (61) 234786, FAX: +353 (061) 234799, e-mail: epistem@ul.ie) [53]. Центр стремится улучшить качество STEM-образования посредством проведения исследований в области эффективных методов обучения и профессионального развития. Миссия *EPI-STEM* заключается в проведении комплексной программы исследований, направленной на решение национальных и международных проблем в области STEM-образования, совершенствование методов обучения и способов взаимодействия. Эта цель может быть достигнута за счёт использования особых форм взаимодействия между исследователями в области STEM-образования и учителями STEM-дисциплин, а также путём налаживания связей с политиками, учителями-практиками, представителями промышленного сектора и общественными группами, заинтересованными в STEM-образовании.

EPI-STEM должен быть признан главным национальным центром STEM-образования, который положительно влияет на политику и практику его реализации, а также на общественное восприятие STEM. *EPI-STEM* стремится к международному признанию высококачественных, высокоэффективных исследований в области STEM-образования, которые способствуют обмену знаниями между исследователями и приводят к совершенствованию методик обучения и повышению образовательных результатов обучающихся.

– Проект «Математическая грамотность в рамках учебной программы» (англ. “Numeracy Across the Curriculum”)

В августе 2019 года *EPI-STEM* запустил проект «Математическая грамотность в рамках учебной программы» (англ. Numeracy Across the Curriculum, NAC) [54] для школ в городе-графстве Лимерик. Это рассчитанный на год проект, заключающийся в проведении исследований и разработок, в ходе которого вырабатываются стратегии обучения математике в рамках учебной программы в начальной и средней школе.

Проект «Математическая грамотность в рамках учебной программы» – это прекрасная возможность для школ города-графства Лимерик установить плодотворные и конструктивные связи с Университетом. Этот проект направлен на развитие у учителей понимания сущности математической грамотности, а также на то, чтобы научить учителей распознавать и использовать возможности математики в своей предметной области. Чтобы

принять участие в рассматриваемом проекте два учителя (любого предмета) из каждой школы должны были стать участниками летней школы (три дня в августе 2019 года) и двух семинаров (один день в ноябре 2019 года и один день в мае 2020 года), а также участвовать в двух циклах практических исследований, которые включали в себя презентацию модельных уроков, посещения занятий, получение положительных отзывов от команды *EPI-STEM*, интервью учителей и обучающихся.

– *Общеввропейская система математической грамотности (англ. Common European Numeracy Framework) 2019 – 2021 гг.*

При финансовой поддержке Европейского Союза в рамках программы Erasmus + четыре страны (Нидерланды, Австрия, Испания и Ирландия) предприняли первые шаги по переходу к Общеввропейской системе математической грамотности (англ. Common European Numeracy Framework, CENF) [55]. В результате этого проекта должна быть создана Общеввропейская система математической грамотности и разработан набор модулей профессионального развития для учителей математики старшего возраста. Эта система будет включать в себя новейшие знания о качественных навыках и компетенциях в области математической грамотности, которые актуальны для нашего технологизированного и насыщенного цифрами общества.

– *Проект «Глобальный подход к гендерному разрыву в математике, информационных технологиях и естественных науках: Как его измерить, как его уменьшить?»*

Этот проект [56] стартовал в январе 2017 года, продолжался до января 2020 года. Проект состоял из трех основных задач: задачи 1 и 2 – предоставить данные, на основе которых можно делать выводы, координировать действия по привлечению и удержанию женщин в науке, а также разрабатывать и оценивать практические рекомендации. Задача 3 – собрать информацию об эффективных методах работы.

Актуальность исследования обусловлена тем фактом, что, хотя участие женщин в развитии математических и естественных наук имеет давние традиции, но, тем не менее, процент женщин-ученых остается очень низким, и существует значительный гендерный разрыв на всех уровнях науки.

– *Понимание студентами педагогических направлений подготовки концепции математической грамотности как междисциплинарной области в учебной программе средней школы в Ирландии*

В настоящее время во всем мире, и в Ирландии в частности, прилагаются значительные усилия по улучшению качества обучения математической грамотности. Восприятие и интерпретация учителями концепции математической грамотности в значительной степени зависит от их понимания

сущности этого понятия и осознания роли, которую оно играет в том, чтобы человек мог в полной мере участвовать в жизни общества. Исследование началось в сентябре 2016 года. Его цель состоит в том, чтобы оценить понимание нынешними студентами педагогических направлений подготовки сущности математической грамотности как междисциплинарной области, а также определить знания, необходимые будущим учителям для интеграции обучения математической грамотности в свои уроки. Это исследование проводилось в трех университетах Ирландии до июня 2020 года со студентами второго года обучения педагогической магистратуры.

– *Мнения учителей начальной и основной школы о своей профессиональной деятельности в области обучения алгебре*

С января 2018 года это исследование фокусировалось на понимании учителями того, как они обучают алгебре, особенно во время перехода из начальной школы в основную. Данные, полученные в этом исследовании, показывают концептуальное понимание алгебры учителями начальной и основной школы. Исследование носило качественный характер и включало два полупформальных опроса групп учителей начальной и основной школы.

– *В чем смысл? Взгляды учителей на стимулирование бонусными баллами за изучение математики повышенной сложности*

В Ирландии в 2012 году была введена инициатива по начислению бонусных баллов (англ. Bonus Points Initiative, BPI) по математике. Благодаря этой инициативе любой обучающийся, решивший изучать математику повышенной сложности, получал дополнительные 25 вступительных баллов в университет при условии, что он сдал выпускной экзамен. Основная цель этого исследования – изучить преимущества и проблемы, связанные с инициативой начисления бонусных баллов с точки зрения учителей математики. Этот проект начался в январе 2018 года, а анкеты были распространены в апреле 2018 года. Было опрошено 800 учителей в 400 средних школах, и были получены ответы от 266 педагогов.

– *Программа присуждения стипендий женщинам в области науки, техники, инженерии, математики, производства и дизайна (англ. WiSTEM2D Scholars Award Program) [57]*

Эта программа финансируется компанией *Johnson&Johnson*, предоставляя стипендии и поддержку студенткам при обучении на любом из STEM-направлений Университета г. Лимерик. Цель состоит в том, чтобы вдохновить студенток на карьерный рост в соответствующих областях STEM.

– *Проект «Карьера в области математики» (англ. Career Mathways)*

Проект «Карьера в области математики» [58] получил финансирование в рамках программы Научного фонда Ирландии *Discover scheme*. Это программа

в области образования направлена на повышение осведомленности и вовлечения ирландской общественности в STEM. Согласно Научному фонду Ирландии «...миссия этой программы состоит в том, чтобы стимулировать, вдохновлять и направлять в области STEM-образования лучших обучающихся. Это достигается путем поддержки и развития образования в целом и STEM-образования в частности, путем инвестирования в расширение потенциала STEM, а также изучения и внедрения новых средств привлечения общественности».

Проект «Карьера в области математики» согласуется с целями программы *Discover scheme*, поскольку она направлена на продвижение STEM областей, в частности математики, среди обучающихся «переходного года», их родителей, учителей математики, а также учителей по профориентации. Инициатива направлена на то, чтобы подчеркнуть важность математики, которая лежит в основе различных профессий, для повышения вовлеченности обучающихся во все предметные области STEM. В проекте участвовали несколько известных выдающихся личностей (например, телеведущие и спортивные комментаторы, юрист, метеоролог) и другие специалисты, которые выступали в качестве послов STEM. Эти специалисты записали интервью с исследовательской командой *Career Mathways*. В интервью они рассмотрели различные области математики, которые они используют в своей карьере, и подчеркнули, насколько важно хорошо понимать и знать математику. Эти видеоролики были направлены на то, чтобы сделать математику более наглядной и увлекательной для обучающихся, и есть надежда, что это поможет учителям ответить на распространенный вопрос обучающихся: «Где я буду использовать эти знания?». Затем команда исследователей использовала видеоролики для разработки ряда ресурсов, включая подробные и инновационные планы занятий, рабочие тетради для обучающихся с аутентичными, реальными проблемами, а также серию плакатов, опубликованных в национальной газете, чтобы подчеркнуть ценность математики в различных профессиях.

– Проект *TiME* (англ. *Time in Mathematics Education*)

Этот проект финансировался Ирландским исследовательским советом [59]. Введение новой учебной программы по математике в основной школе в 2010 году послужило причиной появления ряда докладов и исследований о том, что в Ирландии недостаточно времени выделяется на обучение математике (Департамент образования и навыков (англ. *Department of Education and Skills*), 2011; Косгроув (Cosgrove) и др., 2012; Ирландская ассоциация учителей математики (англ. *Irish Maths Teachers Association*), 2012; Джефферс (Jeffers) и др., 2013; Бегги и О'Мира (Begygy and O'Meara), 2014). Однако ни в одном из этих отчетов не было представлено конкретных цифр относительно точного

количества выделенного времени. Таким образом, основной целью проекта *TiME* было изучение вопросов, связанных с распределением времени, выделенного на обучение математике.

– *Проект «Цепная реакция» (англ. Chain Reaction)*

Проект «Цепная реакция» [60] направлен на создание устойчивого подхода к использованию научных исследований на занятиях с включением каскадной модели. Этот проект осуществлялся с 2013 по 2016 год в 12 странах-партнерах. Проект «Цепная реакция» носил циклический характер, поэтому каждый год в рамках проекта привлекались новые учителя (по 10 человек в год) из разных школ, что обеспечивало возможность участия большого числа учителей и обучающихся. В Ирландии основное внимание уделялось созданию профессионального образовательного сообщества (англ. Professional Learning Community, PLC) с участием педагогов высшей квалификации, учителей, студентов педагогических направлений подготовки, практикующих ученых и политиков с целью разработки «живой» теории образования, а именно, как необходимо использовать исследования для проведения занятий. После того как преподаватели приняли участие в интерактивном курсе повышения квалификации IBSE, их ученики (в возрастной группе 14-16 лет) начали работать над научными сценариями. Затем их работа была обобщена на национальной конференции «Вырази себя» (англ. “Express Yourself”), которая проводится каждый год в Университете г. Лимерик. Обучающиеся представили плакаты, связанные с их исследованием и опытом использования рассматриваемого подхода. Все используемые методы обучения соответствовали обновленной учебной программе в области естественнонаучных дисциплин. Особое внимание уделялось обмену идеями.

– *Проект «Уровень подготовки студентов в области математического образования для получения высшего образования в области STEM»*

Цель этого проекта состояла в том, чтобы изучить уровень подготовки студентов в области математического образования для обучения STEM на третьем уровне образования (высшее образование) в Ирландии. В рамках проекта был применен инновационный подход к решению проблемы удержания студентов на направлениях подготовки в STEM-областях путем изучения мнений трех заинтересованных сторон (педагогов, студентов и преподавателей) о достаточном уровне подготовки студентов в области математического образования для изучения естественных и технических наук. В этом проекте также изучалась необходимость использования междисциплинарного STEM-образования для подготовки студентов к обучению STEM в университете.

– *Исследовательский центр CASTeL*

CASTeL – крупнейший в Ирландии исследовательский центр в области науки, технологий, инженерии и математического образования (STEM) (Дублинский городской университет, Дублин 9, тел.. +353 (0) 1700 5862, castel@dcu.ie, eilish.mcloughlin@dcu.ie) [61]. Его миссия состоит в том, чтобы реализовывать развитие обучающихся с раннего возраста и, таким образом, повышать научный, математический и технологический потенциал ирландского общества. На протяжении почти двух десятилетий *CASTeL* вносит значительный вклад в образование STEM как на национальном, так и на международном уровнях. Используя в качестве основы научные исследования, *CASTeL* участвует в разработке инновационных учебных программ, направленных на обучение в STEM-областях, для обучающихся различных возрастных групп: от детей раннего возраста до студентов вуза. Исследовательский центр *CASTeL* обладает уникальными возможностями для проведения междисциплинарных исследований благодаря накопленному разнообразному опыту своих специалистов в STEM-областях (математика, естественные науки, биология, химия, физика, инженерия, цифровое обучение и технологии). Исследовательский центр *CASTeL* объединяет исследовательский опыт преподавателей Факультета естественных и медицинских наук (англ. the Faculty of Science and Health Sciences) и Института образования Дублинского городского университета (англ. Dublin City University, DCU), который является крупным центром педагогического образования в Ирландии. Кроме того, исследовательский центр *CASTeL* обеспечивает непрерывное профессиональное развитие педагогов в области STEM-образования посредством организации курсов повышения квалификации. Исследовательский центр *CASTeL* известен своей ведущей ролью в разработке международных образовательных инициатив в области STEM. Многие из них основаны на исследовательских методах обучения, в которых центральное место занимают решение реальных проблем и экспериментирование, что позволяет обучающимся осмысливать мир с помощью критического мышления и рефлексии.

– Проект «Оценка трансверсальных навыков в STEM» (англ. *Assessment of Transversal Skills in STEM, ATSSSTEM*) [62]

ATSSSTEM – это проект, ориентированный на проведение инновационных экспериментов, который реализуется в 8 странах ЕС и включает партнерскую сеть из 12 учебных заведений. Проект *ATSSSTEM* ориентирован на знакомство педагогов и школьников с эффективными подходами к оцениванию с использованием цифровых ресурсов для развития универсальных компетенций обучающихся основной школы в области STEM (науки, техники, инженерии и математики). Эта модель разрабатывается, внедряется и оценивается в рамках

крупномасштабного пилотного проекта, ориентированного на выработку рекомендаций в сфере образования как на национальном, так и на общеевропейском уровнях, для дальнейшей трансформации образования. Педагоги, исследователи и обучающиеся, участвующие в проекте, помогают разработать новые педагогические подходы и спланировать результаты обучения с целью внедрения системных изменений, которые позволят им добиться успеха в достижении своих образовательных целей. Проект также направлен на обеспечение того, чтобы у директивных органов была выработана эффективная стратегия для создания творческой образовательной среды, соответствующей национальному или региональному контексту.

– Проект *ENERGE*

По мере старения существующего фонда зданий средней школы (от планирования до завершения строительства новых школ или их капитального ремонта могут пройти годы) возникает потребность в недорогих решениях, которые обеспечивают долгосрочную эффективность использования ресурсов в школах и сокращают выбросы парниковых газов. Директивы ЕС по использованию электроэнергии в строительстве и меры по защите климата на 2020-2030 гг. также направлены на эти цели. Проект *ENERGE* [63] объединяет в себе веб-платформу и систему датчиков в здании (например, электрических, тепловых и т.д.), а с точки зрения образовательных целей включает в себя исследования поведения человека и разработку новых образовательных подходов, которые будут стимулировать школы участвовать в проектах по сокращению использования энергии и уменьшению выбросов парниковых газов.

Этот междисциплинарный проект сочетает социологический, педагогический и коммуникационный аспекты, а также недорогие технологии с использованием ИКТ и системной инженерии. Проект *ENERGE* реализуется в школах Франции, Германии, Люксембурга, Ирландии, Нидерландов и Великобритании. Проект *ENERGE* нацелен на достижение минимально 15% сокращения общего потребления энергии в 12 школах, выступающих в качестве демонстрационных площадок, в течение периода реализации проекта посредством развития нового веб-сайта – платформы, адаптированной для различных категорий стейкхолдеров школьной экосистемы. Долгосрочные эффекты будут достигнуты за счет переработки имеющихся и разработки дополнительных учебных материалов для дополнения существующих школьных программ (для учащихся в возрасте 12-18 лет). В рамках проекта *ENERGE* изучено влияние проектных инициатив на домашнюю среду сотрудников и обучающихся (всего 24 дома), т.е. их влияние за пределами школы. В пилотных школах будут созданы комитеты *ENERGE*, целью которых

будет поддержка школ, участвующих в проекте, на международном уровне, долгосрочные исследования воздействия проектных инициатив и расширение возможностей всего школьного сообщества участвовать в сокращении выбросов парниковых газов и повышению энергоэффективности.

– Проект «Давайте поговорим о STEM» (англ. *Let's Talk about STEM*)

«Давайте поговорим о STEM» – это пилотный проект [64], финансируемый Научным фондом Ирландии (англ. Science Foundation Ireland) и курируемый Институтом образования Дублинского городского университета (англ. Dublin City University, DCU) совместно с Центром развития технологий обучения в области STEM (CASTeL) в Дублинском городском университете. Этот проект представляет собой коллаборацию между исследователями в области психологии, естественнонаучного и технологического образования с целью реализации пилотной программы по решению проблемы малой репрезентативности женщин в науке с ориентацией на раннюю профориентацию девочек. Этот проект, основанный на двадцатилетних международных исследованиях и инициативах, представляет собой образовательную программу STEM для родителей и педагогов, работающих с детьми раннего возраста, в основу которой положено потенциальное влияние языка на мотивацию детей к изучению науки. В частности, подчеркивается, что девочки считают себя способными исследовать научные явления и использовать научные данные. Программа ориентирована на родителей, дошкольных воспитателей, учителей начальных классов и педагогов STEM.

– Веб-сайт *Maths4All.ie*

Maths4All.ie [65], финансируемый программой Научного фонда Ирландии *Discover*, – это веб-сайт, разработанный для учителей и с участием учителей. Он содержит планы занятий, материалы для повышения квалификации педагогов и видеоклипы, демонстрирующие мероприятия, проведенные в начальных классах и детских садах Ирландии. Планы мероприятий разработаны с учетом учебной программы начальной школы в области обучения математике и учебной программы для детей от рождения до 6 лет *Aistear*, т.е. подходят для использования как на уровне дошкольного образования, так и начальной школы (до 3-го класса). Веб-сайт предлагает видеоролики для профессионального развития педагогов, а также модули, содержащие математические задачи, игры, электронные книжки с картинками. В настоящее время ведется работа по расширению предлагаемых планов занятий для обучающихся старшего возраста. Новые модули повышения квалификации также разрабатываются в свете существования такой потребности среди учителей.

– Проект *3DIPHE* (англ. *Three Dimensions of Inquiry in Physics Education*) «Исследовательская работа в физическом образовании»

Проект ERASMUS+ *3DIPHE* [66] ориентирован на: 1) обучение школьников посредством реализации исследовательской работы; 2) обеспечение потребности в педагогических кадрах; 3) реализацию коучинга для партнеров; 4) осуществление исследований в области образования. Цель проекта заключается в создании профессиональных учебных групп (англ. Professional Learning Groups, PLG) из учителей-практиков и их обучении разработке и внедрению исследовательской работы (англ. Inquiry Based Learning, IBL) в образовательный процесс. Регулярное взаимодействие членов групп, обмен опытом, обсуждение проблем в рамках форума способствует совершенствованию технологий внедрения исследовательской работы в школах.

– Проект «Открытые школы для открытых сообществ»

Этот проект [67] поддерживает большое количество европейских школ в реализации подходов к открытому школьному образованию путем а) разработки модели, способствующей развитию такой культуры, б) разработки руководящих принципов и рекомендаций по таким вопросам, как повышение квалификации педагогов, перераспределение времени и развитие партнерских отношений с организациями (местными отраслями промышленности, исследовательскими организациями, ассоциациями родителей и политическими силами), и с) предложение возможных проектов для внедрения, от небольших прототипов до создания “открытой школы в школе” или даже проектирования новой школы. Темы проектов, разработанных и реализуемых в школах, участвующих в проекте, сосредоточены на областях науки и связаны с семью социальными вызовами (англ. Grand Societal Challenges), сформулированными в Восьмой рамочной программе Европейского Союза по развитию научных исследований и технологий (Horizon 2020), в частности, с направлением Ответственные исследования и инновации (англ. Responsible Research & Innovation, RRI), а также с региональными и местными проблемами, представляющими интерес для обучающихся. Проект координируется компанией *Ellinogermaniki Agogi Scholi Panagea Savva* и включает 20 партнерских учреждений. Проект направлен на описание и реализацию процесса преобразования школ в инновационные экосистемы, которые выступают в качестве общедоступных площадок для обучения естественнонаучным дисциплинам.

Мероприятия в области STEM-образования

– Проект «Умное будущее» (англ. *Smart Futures*)

Это подборка различных образовательных мероприятий для школьников и студентов, которые помогают им понять значение STEM-образования [68].

– Программа *SciFest*

Программа *SciFest* состоит из серии однодневных STEM-ярмарок для школьников. Цель программы – повышать интерес и мотивацию обучающихся к изучению STEM-дисциплин.

– Проект «Технологическая неделя» (англ. *Tech Week*)

Это серия мероприятий, проводимых на национальном уровне и демонстрирующих достижения Ирландии в области технологического образования, в рамках которых обучающимся предоставляется платформа для обучения, обмена идеями.

– Фестиваль любознательности (англ. *The Festival of Curiosity*)

Это ежегодный Дублинский международный фестиваль науки, искусства, дизайна и технологий в цифровом, виртуальном и смешанном форматах для людей всех возрастов. Цель фестиваля – исследовать и открывать науку, искусство, дизайн и технологии посредством новых игровых способов.

– STEM в регионе Мидлендс

Специалисты консалтинговой компании *Accenture* посетили школы в регионе Мидлендс и представили обучающие материалы в области STEM-образования, а также объяснили, какие вакансии в области STEM-образования компания *Accenture* может предложить.

– Проект *CoderDojo*

В 2016 году консалтинговая компания *Accenture* создала свой первый клуб кодирования *CoderDojo* с командой энтузиастов-наставников из компании *The Dock* для группы энергичных молодых людей. Компания *Accenture* продолжает руководить клубом для обучающихся начинающего и продвинутого уровней в возрасте 7-17 лет через свои офисы в Дублине. *CoderDojo* предлагает ряд обучающих занятий по робототехнике, а также занятий с использованием языков программирования *Scratch*, *Lightbot* и др., в ходе которых дети могут научиться разработке веб-сайтов, созданию приложений и игр.

– Программа «Только девушки – «переходный год» за неделю» (англ. *Girls Only TY Week*)

Это недельная программа для получения опыта реализации «переходного года», предназначенная только для девушек, с целью профориентации по

направлениям STEM для последующего поступления в колледж на соответствующие программы обучения. В программе участвовали 15 девушек, находящихся на «переходном году» обучения. После окончания программы все обучающиеся согласились, что они примут во внимание возможность построения карьеры в STEM-областях в будущем и теперь будут рассматривать предметы STEM в качестве вариантов выпускных экзаменов для получения аттестата об образовании.

– *Организации CWIT и TeenTurn*

Teen-Turn – это некоммерческая организация, полностью функционирующая усилиями волонтеров. Эта организация ставит своей целью предоставить девочкам-подросткам из неблагополучных районов или школ возможность изучать технологию и STEM-дисциплины как в средней школе, так и в университете. «Объединение женщин в технологии» (англ. Connecting Women in Tech, CWIT) – это сеть технологических компаний, работающих над достижением общей цели: привлечения, удержания и продвижения женщин в технологическом секторе.

– *Мероприятие компании Intel «Запуск воздушного шара-ракеты» (англ. Intel Ireland Balloon Rocket Launch)*

Компания *Intel Ireland* обратилась к 16 местным начальным школам с целью вовлечь обучающихся третьего класса в науку и инженерию, используя недорогие и широкодоступные материалы, чтобы продемонстрировать научные принципы и основы экспериментирования интересным способом.

– *Соревнования «Мини-ученый Intel Ireland»*

Сотрудники-волонтеры компании *Intel* взаимодействовали со школами Ирландии в контексте организации соревнований школьных проектов среди обучающихся. Школам предлагалось заполнить регистрационную форму для участия в проекте (www.intel.ie/miniscientist). Школы-участники делили обучающихся на команды по 4 человека для работы над проектами, связанными со STEM, а затем приглашали их провести выставку проектов в школе. При этом сотрудники компании *Intel* входили в экспертное жюри. Также компания предоставляла призы победителям. Проекты-победители от каждой школы впоследствии участвовали в региональном, а затем и в национальном этапах соревнований.

– *Программа «Знакомство студентов с программированием» – Google CS First*

Google CS First – шестинедельная программа под руководством волонтеров из компании *Google*. Цель программы – познакомить обучающихся 4-го класса из числа девочек в возрасте 9–10 лет с особенностями программирования (школа ориентирована на детей из неблагополучных семей).

Сотрудники офиса *Google* выделяли 1 час в неделю на то, чтобы обучить школьников программированию в рамках структурированных уроков по *CS First* – бесплатной учебной программе *Google* по обучению программированию с помощью языка *Scratch*.

– Программа компании *Ericsson* «Инвестиции в будущих программистов»

Программа компании *Ericsson Athlone* «Инвестиции в будущих программистов» (англ. Investing in Future Software Engineers, INFUSE) – это ряд инициатив, направленных на повышение мотивации и интереса к науке и математике. Программа *INFUSE* ориентирована на взаимодействие с обучающимися начальной школы для предотвращения формирования негативных стереотипов будущей карьеры, особенно для девочек, которые в качестве профессии выберут инженерные области.

– Программа делового партнерства между компанией *Fujitsu* и школами

С 2011 года ирландская компания *Fujitsu* и Школа Святого Иосифа (англ. St. Joseph's School) сотрудничают по программе «Бизнес в обществе Ирландии» (англ. Business in the Community Ireland's, BITCI) в рамках бизнес-партнерства со школами (англ. Schools' Business Partnership Programme). Эта программа направлена на сохранение количества обучающихся при переходе из начальной школы в основную и дает обучающимся представление о карьере и возможностях, доступных в STEM отраслях. Каждый год обучающимся, которые показывали хорошие результаты при обучении на программе, предлагаются четыре стажировки. Школьники приезжают на одну неделю в летний период, чтобы проработать значимые задачи и проекты в рамках направлений работы компании *Fujitsu*. Для повышения эффективности подготовки, например, с обучающимися 5-го класса был проведен мастер-класс по написанию резюме и занятие по обучению навыкам прохождения собеседования. Это жизненно необходимые навыки, которые очень пригодятся обучающимся в долгосрочной перспективе. Затем школьники были приглашены в офис компании *Fujitsu*, где они встретились с генеральным директором компании. Для школьников была организована экскурсия по зданию и встреча с сотрудниками *Fujitsu*. После посещения офиса компании обучающиеся подали заявки на стажировку, резюме и сопроводительные письма, которое они самостоятельно составили во время проведения мастер-класса. Затем их пригласили на собеседование, во время которого были отобраны четыре кандидата для прохождения стажировки.

STEM подготовка учителей

Качество преподавания предметов STEM в школах напрямую влияет на уровень успеваемости обучающихся. Таким образом, любой подход, направленный на улучшение STEM-образования в школах Ирландии, должен рассматривать STEM-образование как ключевой приоритет.

Важность начального педагогического образования (англ. Initial Teacher Education, ITE) в STEM заключается в проблемном представлении материала, углублении понимания студентов педагогических направлений подготовки сущности процесса обучения, развитии их понимания природы STEM-дисциплин и ознакомлении с различными подходами к обучению. Знаниевый компонент компетентности педагога обычно рассматривается в трех направлениях: знание предмета, педагогические знания и педагогические содержательные знания (Shulman, 1987).

Знание предмета – это знание содержания (например, знание математических или научных концепций, математических или научных рассуждений и т. д.). Педагогические знания относятся к знаниям в области педагогики и, как правило, не зависят от предмета (например, социологические или психологические аспекты образования). Педагогические содержательные знания – это взаимодействие между содержанием и педагогическими знаниями, то есть связь между знанием чего-либо и содействием другим в изучении этого. Во время обучения студентов в вузе эти формы знаний становятся тесно взаимосвязанными.

Существует два пути получения регистрации в качестве учителя начальной школы в Ирландии: параллельный, который включает в себя получение степени бакалавра начального педагогического образования, и последовательный, который включает получение степени бакалавра и магистра начального педагогического образования.

Во время обучения студенты реализуют научную составляющую учебной программы, получают профессиональные компетенции, проходят педагогическую практику в школах. В рамках профессионального модуля студенты развивают компетенции в области методики преподавания всех учебных предметов начальной школы, включая предметы STEM. Кроме того, необходимо отметить, что обучение студентов ориентировано на работу с детьми, начиная от младенчества вплоть до 6-го класса.

Для получения права на регистрацию в качестве учителя после получения начального педагогического образования студент обязан иметь в дипломе следующие оценки: оценка C3 (высокий уровень) по ирландскому языку, оценка C3 (средний уровень) или D3 (высокий уровень) по английскому языку и оценка D3 (обычный или высокий уровень) по математике.

По такому же принципу реализуются две модели регистрации учителей основной школы. Одна из них – это параллельная модель получения степени, которая сочетает в себе изучение одного или нескольких учебных предметов наряду с педагогикой и методикой преподавания.

Последовательный подход состоит в том, чтобы сначала получить степень бакалавра, которая позволяет выпускнику преподавать по крайней мере один учебный предмет, а затем завершить магистерскую программу начального педагогического образования, ориентированную на возрастную группу среднего звена основной школы.

В настоящее время студенту, поступающему на программы подготовки начального педагогического образования, необходима как минимум оценка D3 (среднего или высокого уровня) по математике в аттестате об окончании школы. Однако большинство абитуриентов, поступающих на программы начального педагогического образования, имеют более высокие оценки, и лишь незначительное количество абитуриентов имеет минимально требуемый балл по математике.

Несмотря на то, что студентам необходим высокий уровень предметных знаний, этого все равно недостаточно для эффективного преподавания математики в будущем. Согласно Комитету по образованию Европейского математического общества (англ. Education Committee of the European Mathematical Society), педагогические содержательные знания в настоящее время признаны «решающей» переменной, влияющей на улучшение образовательных результатов студентов в области преподавания математики. Кроме того, одно исследование показало, что повышение минимальных требований к уровню знаний в области математики для поступления в вуз само по себе не может привести к значительному улучшению качества преподавания (Corcoran, 2008). Тем не менее, относительно низкие требования к уровню знаний в области математики для поступления на начальное педагогическое образование по сравнению с оценками по английскому и ирландскому языкам могут оказаться проблемой с точки зрения дисциплинарных приоритетов образовательной программы. Этот баланс необходимо соблюдать. Кроме того, необходимо уделить большее внимание расширению предметных знаний STEM-дисциплин как на начальном, так и на последующих уровнях образования.

Тот факт, что математика лежит в основе всех предметов STEM, является веским основанием для улучшения качества преподавания математики в педагогических вузах. Повышение требований к уровню знаний в области математики для поступления на начальное педагогическое образование не только улучшит понимание общественностью и студентами важности

математики, но также обеспечит более высокий базовый уровень предметных знаний, который выступит фундаментом для формирования педагогических содержательных знаний студентов.

Правительством Ирландии были разработаны инициативы, направленные на повышение уровня грамотности речи и математической грамотности при подготовке будущих учителей, но естественнонаучное образование вышло за рамки внимания политиков, особенно при подготовке учителей начальной школы. Разработка специализированных курсов/модулей по естественнонаучным предметам во время начальной педагогической подготовки будущих учителей начальной и основной школы будет способствовать увеличению содержательного компонента естественнонаучного модуля в образовательных программах педагогических вузов.

В целом, глубокую озабоченность вызывает низкий уровень знаний студентов в естественнонаучных областях, а также понимания естественных наук. Низкий процент студентов, поступающих на начальную педагогическую подготовку, сдавали экзамены по физике или химии для получения аттестата об окончании школы, в то время как студентов, изучавших биологию, было значительно больше (Murphy and Smith, 2012). Низкий уровень научных знаний приводит к снижению качества преподавания этих предметов в последующем.

В Ирландии в последние годы наблюдается тенденция к установлению общего стандарта для педагогов, который включает, в том числе, использование ИКТ в образовательном процессе вуза. Выдвигая информационно-коммуникационные технологии в качестве одной из ключевых национальных приоритетных областей и важного аспекта развития профессиональных компетенций будущих учителей, Совет по вопросам преподавания Ирландии определяет их как обязательный элемент образовательной программы начального педагогического образования (Teaching Council, 2011). Поскольку ИКТ способствуют трансформации и проектированию новых образовательных сред, их использование обязательно должно быть встроено в образовательную программу начального педагогического образования.

Производственная практика на базе школ является неотъемлемым компонентом всех образовательных программ начального педагогического образования. Она обычно реализуется в начальной или основной школе (в зависимости от программы обучения). Однако короткие стажировки студентов на предприятиях, чья деятельность связана со STEM-отраслями, также могут дать понимание особенностей практического применения STEM. Это хорошая возможность для промышленности внести свой вклад в развитие STEM-образования в Ирландии.

Непрерывное профессиональное развитие педагогов

– Стажировки учителей STEM-дисциплин [69]

Это 12-недельная оплачиваемая стажировка для будущих учителей начальной и основной школы на предприятиях, чья деятельность связана со STEM-отраслями (например, сфера технологий/фармацевтики/финансов). Пилотная программа была запущена в 2016 году как результат сотрудничества Дублинского городского университета, консалтинговой компании *Accenture* и компании *30% Club*. С тех пор более 20 компаний из STEM-областей участвовали в программе в качестве баз стажировок. В 2019 году 32 студента прошли стажировку в 19-ти компаниях, а на сегодняшний день в программе участвуют 54 студента. Пилотный проект был разработан Дублинским городским университетом, компаниями *Accenture* и *30% Club* в качестве практического способа решения проблемы низкой вовлеченности студентов, особенно студенток, в профессии в STEM-областях, о чем постоянно сообщается в отчетах компании *Accenture*. Педагоги, участвующие в программе, применяют этот уникальный опыт в своей профессиональной деятельности в школе. Они передают полученные знания и навыки обучающимся и коллегам, чтобы повысить интерес обучающихся к профессиям в области STEM-образования.

В пилотной программе участвовали 5 студентов Дублинского городского университета, обучавшихся на программах бакалавриата в области подготовки учителей физики, химии и математики. Студенты прошли 12-недельную оплачиваемую стажировку в компании *Accenture* в летние месяцы. Затем в программу включились компании *Intel* и *AIB* в 2017 году, а затем и другие компании (9 компаний – в 2018 году, 19 компаний – в 2019 году). Исследования, в том числе отчеты компании *Accenture* «Девочки в STEM» за 2013 и 2015 годы, показали, что учителя являются одними из самых влиятельных лиц в жизни молодых людей. Это привело к созданию пилотной программы стажировки для учителей STEM. Последующий отчет по STEM от компании *Accenture* в 2017 году и отчет «What Now for STEM» в 2019 году дополнительно подчеркивают необходимость сделать предметы STEM интересными для всех обучающихся с самого раннего возраста. Получение учителями непосредственного опыта работы в отрасли STEM может помочь изменить мнение студентов в пользу выбора профессии в STEM-областях. Участие в программе, с одной стороны, помогло учителям улучшить понимание роли STEM и важности STEM-профессий, а с другой, способствовало развитию ключевых компетенций, необходимых для успешной

карьеры в STEM-отраслях. Все компании, участвовавшие в программе, выразили свое желание продолжить участие в проекте и увеличить количество вакансий в последующие годы.

– *Программа профессионального развития учителей (англ. Professional development service for teachers) [48]*

Программа профессионального развития учителей – это крупнейшая в стране программа поддержки, предлагающая учителям и руководителям школ возможность профессионального обучения в различных педагогических областях. Программа профессионального развития была разработана в сентябре 2010 года как универсальная, интегрированная и междисциплинарная программа поддержки школ. В рамках Программы были объединены и реструктуризированы ряд автономных служб, которые теперь предоставляют свои услуги школам в контексте общей миссии Программы. Программа способствует улучшению качества образовательного процесса в школе посредством стимулирования рефлексивных практик учителей и руководителей образовательных учреждений. Среди приоритетов Министерства образования и профессиональной подготовки Ирландии (англ. Department of Education and Skills, DES) на ближайшие годы заявлена реализация предложений по повышению уровня грамотности речи и математической грамотности обучающихся как начальной, так и основной школы. Среди других ключевых приоритетов можно выделить поддержку школьного руководства, модернизацию системы оценивания, расширение использования ИКТ, развитие инклюзивной среды. Здоровье и благополучие обучающихся являются главными ценностями. Эти приоритеты определяют направления Программы.

– *План работы Программы профессионального развития учителей на 2019-2020 гг.*

Программа предлагает кастомизированные решения по поддержке школ по всем приоритетным областям. Для участия в Программе школы заполняют онлайн-заявки, в которых отражают свои потребности и планы по совершенствованию деятельности. Программа поддержки включает в себя различные форматы глубоких трансформационных моделей обучения учителей, направленных на развитие внутреннего потенциала педагога, такие как коучинг, анализ уроков, взаимодействие в рамках профессиональных сообществ в школе и развитие культуры лидерства. Реализуется также работа в команде, исследовательское обучение, веб-семинары по игровым подходам к обучению математике и естествознанию [70].

– *Программа «Восстановление математической грамотности» (англ. Maths Recovery)*

В рамках программы профессионального развития учителей совместно с программой «Восстановление математической грамотности» реализуются курсы повышения квалификации для педагогов школ, прошедших предварительный отбор. Отобранные школы обязательно должны быть участниками программы «Создание равных возможностей в школах» (англ. *Delivering Equality of Opportunity In Schools, DEIS*). В соответствии с Соглашением между организаторами Программы профессионального развития учителей и Программы «Восстановление математической грамотности» в 2019-2020 гг. был реализован 8-дневный обучающий курс для всех партнеров Программы. Один тьютор Программы «Восстановление математической грамотности» обучал педагогов из 120 отобранных школ (по заявке).

– *Программа поддержки начальной школы в области STEM (англ. Primary STEM Sustained School Support)*

Программа поддержки начальной школы в области STEM включала в себя модели поддержки реализации начального уровня STEM-образования, анализ уроков, организацию профессиональных сообществ педагогов-практиков, коучинг и наставничество (с сентября 2019 г. по июнь 2020 г.).

– *Летний курс STEM для начальной школы*

Этот летний курс в рамках реализации Программы профессионального развития учителей был направлен на обучение педагогов приемам и методам стимулирования познавательной деятельности обучающихся в STEM-областях и формирования навыков исследовательской работы школьников в рассматриваемой предметной области. Летний курс STEM для начальной школы являлся практико-ориентированным. Учителя получили возможность комплексно реализовывать STEM-подход в начальной школе. Целый ряд соответствующих модулей учебной программы STEM включал в себя разнообразные задания, основанные на исследовательской работе. Тесная интеграция с учебной программой по искусству, позволила включать в модули творческий компонент и сочетать его с предметными областями STEM. Этот курс представлял собой междисциплинарный подход к обучению STEM дисциплинам (июль – август 2020 г.).

– *Пилотный проект «Цифровое портфолио» (англ. Digital portfolio)*

Это пилотное исследование [71] было направлено на взаимодействие с 24 школами для изучения того, как использование цифровых портфолио могло повысить качество промежуточного контроля в начальной школе. Для этого использовался совместный кросс-командный подход, при котором 4 представителя компании *Digital Technologies* взаимодействовали в рамках повышения квалификации с 4-мя STEM-педагогами. Затем 8 консультантов Программы профессионального развития учителей оказывали поддержку 24

школам, участвовавшим в этой инициативе (3 школы на одного консультанта). Программа профессионального развития учителей опирается на успешный опыт проведения промежуточного контроля на уровне основного образования при реализации проекта «Электронное портфолио» (ноябрь 2019 г. – апрель 2020 г.)

Как только лаборатории переходят в онлайн среду, преподаватели и студенты становятся «не привязанными» к оборудованию, и, соответственно, отсутствуют ограничения, связанные с расписанием, как в обычной лаборатории.

STEM-образование в Швеции

Общие положения

STEM – это акроним, образованный от слов *наука* (англ. *Science*), *технология* (англ. *Technology*), *инженерия* (англ. *Engineering*) и *математика* (англ. *Mathematics*). Он включает широкий спектр дисциплин в рамках указанных областей. Перечислить все дисциплины не представляется возможным. Области STEM включают аэрокосмическую инженерию, астрофизику, астрономию, биохимию, биомеханику, химическую инженерию, химию, гражданское строительство, информатику, математическую биологию, нанотехнологию, нейробиологию, ядерную физику, физику и робототехнику и многие другие. Судя по множеству дисциплин, очевидно, что области STEM влияют практически на все стороны повседневной жизни.

Сегодняшние студенты – это завтрашние лидеры. Профессии, связанные со STEM, являются одними из самых развивающихся и наиболее высокооплачиваемых в 21 веке, и они часто имеют наибольший потенциал с точки зрения роста рабочих мест. Чтобы соответствовать текущему и прогнозируемому спросу, важно, чтобы страна оставалась конкурентоспособной в областях науки, технологий, медицины и всех других областях STEM. Лучший способ обеспечить будущий успех и долголетие – это научить хорошо разбираться в этих областях. Создание прочной основы STEM на основе хорошо продуманной учебной программы – это лучший способ добиться того, чтобы обучающиеся занимались математикой, естественными

науками и технологиями на протяжении всего образовательного маршрута и профессиональной карьеры.

Национальная политика в области STEM в Швеции

Учебный план общего образования (пересмотрен в 2018 г.) [72] содержит разделы, посвященные Технологии: Учебный план общего образования [73] (см. подробнее: Шведское национальное агентство по образованию [74]).

Также концепция STEM отражена в Руководстве по инновационной педагогике STEM подхода (англ. *Do Well Science – Manual to Innovative Pedagogy in STEM Content*) [75] (Проект Erasmus+ по повышению успеваемости обучающихся средних школ в области естественных наук).

Специальная политика по развитию STEM-образования в Швеции не ведется, но цель научной программы (гимназия, средняя школа) отражает особенности реализации STEM подхода. Научная программа – это программа для подготовки к поступлению в высшее учебное заведение. По окончании программы, обучающиеся приобретают знания, необходимые для получения высшего образования, прежде всего в области естественных наук, математики и технологий, а также в других областях.

Контекст профессионального развития STEM в Швеции

– *Университет Линчёпинга реализует проекты в Восточной Европе* [76]

Университет Линчёпинга (англ. *Linköping University*; швед. *Linköpings universitet, LiU*) взял на себя ответственность по разработке двух крупных проектов в рамках программы *Erasmus* в Восточной Европе. Частично цель состоит в разработке новой магистерской программы по разработке мобильных приложений и игр, а также нового учебного плана для будущих учителей математики, технологий и естественных наук.

Два новых проекта рассчитаны на период с 2019 по 2022 год. На реализацию каждого проекта от ЕС выделено около 10 миллионов шведских крон. Университет Линчёпинга является ведущим ответственным университетом в двух консорциумах, объединяющих 20 университетов, двенадцать из которых находятся в «странах-получателях» России, Азербайджане и Казахстане.

Второй проект, *Интегрированный подход к подготовке учителей в рамках STEM подхода*, в Казахстане и России направлен на разработку новых учебных программ для будущих учителей математики, технологии и

естественных наук. Текущие программы устарели, и интерес к ним как со стороны обучающихся, так и со стороны будущих учителей низкий. Многие страны сталкиваются с аналогичными проблемами при подготовке учителей по указанным предметам.

Важным направлением является выявление связи между областями. Каким образом, например, математика связана с физикой и технологиями. Обучающиеся осваивают указанные области изолированно, не видя взаимосвязей.

Центры STEM построены в нескольких локациях Линчёпинга, например, в музее *Fenomenmagasinet*, который представляет особый интерес для обучающихся и учителей математики и технологии.

Университеты-участники проекта STEM:

- Университет Линчёпинга, Швеция
- Университет Хаджеттепе, Турция
- Университет Лимерика, Ирландия
- Университет Хельсинки, Финляндия
- Южный федеральный университет (ЮФУ), Россия
- Балтийский федеральный университет им. И. Канта (БФУ им. И. Канта), Россия
- Белгородский государственный национальный исследовательский университет (НИУ БелГУ), Россия
- Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Казахстан
- Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова, Казахстан
- Восточно-Казахстанский государственный университет имени Сарсена Аманжолова, Казахстан

О STEM проекте

Знания и навыки в области науки, технологий, инженерии и математики (STEM) имеют решающее значение для устойчивого экономического развития в 21 веке и становятся все более важной частью базовой грамотности в контексте сегодняшней экономики знаний, согласно данным организации *European Schoolnet*. Достижения в этих областях лежат в основе исследований всех научных направлениях и стимулируют инновации и создание рабочих мест во всем мире.

Основная цель проекта – повысить качество подготовки STEM преподавателей в университетах-партнерах в соответствии с положениями Болонской декларации и потребностями экономики знаний.

Цели проекта:

- разработка магистерских программ по подготовке STEM учителей на основе комплексного подхода;
- создание региональных ресурсных центров STEM, предоставляющих услуги по консультированию и взаимодействию;
- подготовка STEM амбассадоров;
- обучение учителей новым навыкам.

Проект направлен на обеспечение потребностей стран-партнеров в квалифицированных STEM учителях путем повышения качества STEM образования. Совместно с партнерами из ЕС будет разработана уникальная магистерская программа подготовки учителей, основанная на комплексном подходе. На первом этапе учителя, задействованные в реализации новой программы, а затем более широкий круг преподавателей из членов консорциума и региональных университетов и школ будут обучены современным методам преподавания.

Результаты будут достигнуты за счет реализации 6-ступенчатой программы:

- ПОДГОТОВКА «Лучшие принципы и практика»
- РАЗРАБОТКА «Разработка магистерской программы STEM»
- РАЗРАБОТКА «Учебная структура»
- ПЛАН КАЧЕСТВА «Обеспечение качества реализации проекта»
- ДИССЕМИНАЦИЯ И РАЗРАБОТКА «Видимость и устойчивость проекта»
- УПРАВЛЕНИЕ «Эффективное управление и координация проектов».

На этапе подготовки будут разработаны основные принципы и этапы проекта, а также проведен анализ основных потребностей работодателей. Основные результаты будут получены на стадии разработки проекта. Обучение инструкторов (англ. *trainers*) будет осуществляться по каскадной модели: сначала будет введена программа обучения для небольшого числа квалифицированных инструкторов, затем обученные инструкторы обучат более широкий круг заинтересованных сторон в области STEM. Все результаты проекта будут подвергаться внутренней и внешней оценке. Консорциум проекта состоит из 10 университетов из 4 стран ЕС и 6 университетов из России и Казахстана. Ассоциированные партнеры будут активно участвовать в образовательной деятельности и распространении информации.

Университет Линчёпинга – это крупный университет Швеции, специализирующийся в области медицины, образования, инженерии и экономики. Университет Линчёпинга реализует программы подготовки учителей для всех уровней школьной системы Швеции, а также внешкольные педагогические программы по дополнительному образованию, в том числе для людей с особыми потребностями. Подготовку учителей осуществляет Педагогический факультет, который несет основную ответственность, но при этом кафедры всех факультетов университета также участвуют в подготовке учителей.

Университет Линчёпинга имеет два национальных центра профессионального развития STEM: *Национальный центр образования в области науки и технологий* (англ. *National Centre for Science and Technology Education, Linköping University, NATDID*) и *Национальный центр школьного технологического образования* (англ. *The Swedish National Resource Centre for School Technology Education, Linköping University, CETIS*). Оба центра назначаются и финансируются правительством Швеции.

- *Национальный центр образования в области науки и технологий* (англ. *National Centre for Science and Technology Education, Linköping University, NATDID*) [77]

Целью центра является поддержка развития школ в области науки и технологий на национальном уровне.

Для выполнения миссии центр будет передавать результаты исследований в области естественнонаучного и технологического образования в школы. Цель состоит во внедрении исследований учителями в практику преподавания и обучения в школах.

NATDID был основан по решению правительства Швеции в 2014 году. Центр расположен в Университете Линчёпинга и находится в кампусе Норрчёпинг, Швеция. Правление NATDID состоит из делегатов от разных университетов и школ. Директор руководит работой центра совместно с заместителем и административно-управленческим персоналом.

Один из аспектов исследований касается определения доступных каналов коммуникации. Цифровые платформы, веб-сайты, а также социальные сети – это форумы, на которых активно работают как учителя, так и исследователи. Важно, чтобы NATDID был представлен на форумах учителей и исследователей. Тем не менее, NATDID также подчеркивает важность личных встреч: конференции, сетевые встречи, семинары и пленарные выступления.

Одной из важных задач NATDID является создание и управление целевыми группами в школе, в части подготовки педагогов, а также соответствующими группами и организациями. Это подразумевает создание

условий для развития устойчивых отношений и диалога между целевыми группами.

NATDID также координирует работу четырех шведских ресурсных центров по биологии, физике, химии и технологиям по вопросам исследовательской коммуникации:

- Ресурсный центр для учителей химии
- Национальный ресурсный центр биологии и биотехнологии (биоресурсы)
- Национальный ресурсный центр для учителей физики
- Центр технологий в школах (CETIS)

В Швеции функционируют 4 ресурсных центра для учителей, финансируемых *Skolverket*, Шведским национальным агентством по образованию, каждый из которых специализируется на отдельной области STEM (физика, химия, биология и технология). Ресурсные центры осуществляют подготовку учителей без отрыва от производства, разрабатывают учебные материалы, информационные материалы, организуют конференции и предоставляют необходимые педагогические ресурсы.

В Швеции также функционирует ряд региональных научных центров, которые с 1997 года имеют возможность получения государственных грантов. В 2009 году 14 региональных научных центров получили государственное финансирование. Научные центры ориентированы на учителей, обучающихся и широкую общественность и реализуют задачи по распространению знаний и стимулированию интереса к области STEM.

В центре реализуют специально разработанные для учителей образовательные программы, которые ежегодно осваивают несколько тысяч учителей по всей стране. Многие центры также организуют выездные мероприятия и профориентационные мероприятия с целью привлечения новой аудитории.

– *Шведский национальный ресурсный центр школьного технологического образования, Университет Линчёпинга (англ. The Swedish National Resource Centre for School Technology Education, Linköping University, CETIS) [78]*

Шведский национальный ресурсный центр школьного технологического образования, CETIS, при университете Линчёпинга начал свою работу в 1993 году. В 1996 году правительство преобразовало CETIS в национальный центр. Основная цель центра – это сотрудничество с учителями, педагогами по подготовке будущих учителей, представителями промышленности с целью развития технологического образования в школах.

CETIS реализует широкий спектр деятельности. В зону ответственности входит проведение два раза в год региональных или национальных

конференции для учителей технологии. CETIS организует встречи для педагогов по подготовке будущих учителей технологии. Четыре раза в год Центр издает информационные материалы и бесплатно рассылает его во все шведские школы. Раз в год центр проводит двухдневный национальный исследовательский семинар для аспирантов в области технологического образования. У Центра есть действующий веб-сайт (www.cetis.se) с веб-адресом на Facebook (CETISliu). Он обеспечивает учителей дополнительными материалами для преподавания. Сотрудничество с Министерством образования и Национальным управлением образования является важным аспектом деятельности Центра, также как и взаимодействие с промышленностью, профсоюзами, организациями, музеями и пр. Центр сотрудничает с другими национальными центрами, а также с аналогичными международными центрами, поскольку международный опыт и контакты имеют большое значение. Центры участвуют в национальных конкурсах, заявках ЕС, учебных мероприятиях, профессиональной подготовке кадров без отрыва от производства и т. д.

CETIS расположен в университете Линчёпинга, в кампусе Норрчёпинг.

Конечная цель – вдохновлять, поддерживать и помогать учителям развивать хорошее общее техническое образование у всех шведских школьников и студентов. Для этой цели часто используется широкий термин «Технологическое образование», который охватывает большинство аспектов развития обучающегося в направлении формирования более глубоких технологических знаний, навыков, компетенций и грамотности. Миссия Центра заключается в формировании знаний, сочетающих теорию и практику, объединяющих технологические знания, философию и науку с гуманитарными, а также социальными и естественными науками.

Шведская национальная учебная программа по предмету «Технология» изменилась за последние шесть десятилетий, в том числе и ее задачи. Произошел сдвиг с ориентированного на мальчиков промышленного предмета в младших классах средней школы до обязательного предмета для всех обучающихся любого возраста.

В новой учебной программе технология является основным предметом с первого по девятый класс (возрастные группы от 6 до 16 лет). Для этого есть как минимум три основания. Каждый гражданин, живущий в условиях демократии, должен попытаться понять и оценить технологии и технические системы. Многие из важных социальных проблем сегодняшнего дня касаются выбора технологий. Поиграв, опробовав и разработав различные технические решения, обучающиеся познакомятся с технологиями, которые окружают их в повседневной жизни. Современное общество в значительной степени зависит

от образования ученых и технологов, которые разбираются в важных вопросах во все большем количестве областей.

Практическая и исследовательская работа важна, но в программе также подчеркивается, что в обучении должны присутствовать научные и социальные аспекты, а также исторические и международные перспективы.

- *Национальный ресурсный центр по физике, Лундский университет (англ. The National Resource Centre for Physics Education, NRCF, Lund University) [79, 80]*

Национальный ресурсный центр по физике – это национальный ресурсный центр с мандатом от Национального агентства по образованию. Целью центра является развитие интереса к науке и технологиям, в частности к физике. Этого можно добиться, работая с педагогами дошкольных учреждений, начальных школ, старших классов и центров непрерывного образования, а также через обновление системы подготовки и повышения квалификации учителей. Национальный ресурсный центр по физике действует на общегосударственной основе.

Миссия ресурсного центра – предоставить учителям возможность непрерывного образования и помощь в поиске ресурсов для преподавания физики. Это достигается через проведение курсов и учебных дней, разработку материалов, а также сбор, анализ, оценку и распространение информации.

Компетенция сотрудников центра охватывает множество различных областей физики и дидактики, и у них есть опыт преподавания на всех уровнях образования. Они работают с исследователями и преподавателями во всех шведских университетах, реализующих программы по физике, с учителями естественных наук и учителями многих школ по всей стране. Также у них развиты широкие международные контакты в области научно-исследовательской деятельности и образования.

Ресурсный центр находится в Лунде и располагает помещениями на факультете физики Лундского университета. Их финансируют Министерство образования и Национальное агентство по образованию при дополнительной поддержке ректора и научно-технических факультетов Лундского университета.

Ресурсный центр также активно принимает участие в обсуждении вопросов преподавания физики на различных платформах в социальных сетях.

Центр участвует в различных мероприятиях, таких как школьный форум, математическая биеннале, дошкольная биеннале и дни физики физического общества.

- *Национальный центр математического образования, Гётеборгский университет* (англ. *National Center for Mathematics Education, Gothenburg University, NCM*) [81]

Задача центра – развитие математического образования в дошкольных учреждениях, в системе обязательного и добровольного школьного образования. Он был учрежден постановлением правительства в январе 1999 года. Центр является одним из нескольких ресурсных центров по школьным предметам, созданных за последние 20 лет.

Центр расположен в Гётеборгском университете. В штат центра входят директор, который вместе с сотрудниками центра принимает общие решения; сотрудники имеют опыт работы или работают учителями (в том числе учителями математики), педагогами и исследователями. Они несут ответственность и участвуют в различных мероприятиях и проектах, таких как:

- издание журналов *Nämnaen* и *NOMA*
- издание литературы по педагогическому образованию и повышению квалификации учителей
- участие и организация семинаров, курсов и конференций
- развитие нескольких сайтов.
- *Центр школьного образования по биологии и биотехнологиям Уппсальского университета* (англ. *Centre for School Biology and Biotechnology, Uppsala University*) [82]

Задачи, поставленные Министерством образования и Уппсальским университетом, заключаются в поддержке учителей дошкольных учреждений, общеобразовательных школ, а также педагогов сферы непрерывного образования на основе:

- обсуждения и обмена идеями между учителями
- работы над повышением компетентности на всех уровнях преподавания биологии
- советов по практической работе в лаборатории
- содействия развитию внешкольного образования
- поддержки комплексного взгляда на естественные науки
- предоставления информации о текущих разработках в области биологии
- поддержки и развития контактов между исследователями, школой и промышленностью
- дискуссии об устойчивом развитии и этических вопросах.

Начиная с 2003 года Центр выпускает журнал *Vi-lagan* на шведском языке.

- *Центр школьного образования по химии, Стокгольмский университет* (англ. *Centre for School Chemistry Education, Stockholm University*) [83]

Ресурсный центр для учителей химии является национальным ресурсным центром и является инициативой Министерства образования и Стокгольмского университета. Центр был открыт 1 июля 1994 года. Ресурсный центр поддерживает тесные контакты со Шведским химическим обществом и организациями бизнес-индустрии.

Центр поддерживает учителей химии начальных и старших классов школы. Поддержка учителей химии включает, помимо прочего, подготовку и консультирование по экспериментам и учебным материалам, консультирование по вопросам безопасности, организацию и проведение непрерывного образования для школьных учителей, а также установление контактов между школой и химической промышленностью.

- *Шведское национальное агентство по образованию (англ. The Swedish National Agency for Education, NAfE) [74]*

Национальное агентство по образованию является центральным административным органом для системы государственных школ, государственных дошкольных учреждений, учреждений по уходу за детьми школьного возраста и системы непрерывного образования.

Шведское национальное агентство по образованию призвано обеспечить, чтобы все обучающиеся получали образование в соответствии с высококачественными стандартами образования и в безопасных условиях. Наша миссия – создать лучшие условия для развития и обучения детей и помочь им повысить результаты обучения.

Агентство разрабатывает требования к уровню знаний, правила, общие рекомендации и национальные тесты. Агентство также отвечает за официальную статистику в области образования, проводит контроль и оценку. Агентство также контролирует участие Швеции в международных исследованиях в области образования.

Национальное агентство образования также обеспечивает высокий уровень качества шведского образования. Агентство достигает этого с помощью национальных программ развития школ и повышения квалификации педагогов.

Агентство распределяет гранты и организует программы по обучению директоров школ.

Шведское национальное агентство по образованию профинансировало:

- 2013-2016 Научно-технологический проект, около 15 Млн €
- 2012-2016 Проект по математике, около 270 млн €
- 2007-2010 Проект по поддержке учителей, около 360 млн €
- 2011-2015 Проект по поддержке учителей II, около 140 млн €
- 2016-2018 Проект по поддержке учителей II, около 120 млн €

- Проект коллегияльного обучения (англ. *Collegial Learning Project*), Модули, (в том числе STEM) 20 млн €

В 2013 году в школьную программу по математике добавлены дополнительные часы. В 2017 году в школьную программу 1 - 9 классов введены 200 часов по технологии.

Сетевой проект STEM PD по профессиональному развитию учителей (англ. STEM PD Net project) [84]

CETIS и NATDID – два национальных центра Университета Линчёпинга. Совместно они реализуют проект Европейского Союза *STEM PD Net* по развитию компетенций в области STEM (наука, технологии, инженерия, математика).

Это европейский проект, реализуемый 14 партнерами из 7 стран. Его целью является развитие сети для обмена опытом и расширения возможностей в различных странах для развития навыков в области STEM. Университет Линчёпинга отвечает за так называемый интеллектуальный результат с целью поддержки субъектов, которые хотят участвовать в развитии компетенций в рамках STEM.

Цели сетевого проекта STEM PD Net:

Повышение качества профессионального развития учителей в области STEM, проводимого в Европе в больших масштабах, осуществляется за счет:

- создания критериев, основанных на исследованиях, для высококачественного профессионального развития с учетом примеров передовой практики
- разработки рекомендаций по измерению уровня профессионального развития учителей как средства обеспечения качества
- разработки каталога для организаций, реализующих программы профессионального развития учителей, в котором собраны примеры передовой практики по подготовке учителей к работе в условиях многообразия
- разработки коллекции материалов по профессиональному развитию в области STEM, позволяющей соответствующим организациям легко находить и выбирать материалы в соответствии с их целями, содержанием, качеством и потенциалом.

Поддержка преподавателей в области STEM путем укрепления партнерских отношений с организациями, реализующими программы профессионального развития учителей:

- создание европейской сети центров профессионального развития в области STEM с целью укрепления партнерства

- укрепление национального статуса центров и их потенциала для формирования сети региональных партнерств через участие в европейской сети
- продвижение компендиума моделей центров профессионального развития учителей, чтобы стимулировать создание новых специализированных центров по всей Европе, где они еще не существуют
- усиление роли европейских центров профессионального развития на основе участия в брифингах и укрепления партнерских отношений

Работа в новых условиях предъявляет высокие требования к подготовке учителей. Таким образом, учителям необходимо обеспечить поддержку через систему мероприятий по профессиональному развитию в области внедрения новых интегративных методов. Эта потребность особенно ярко выражена в преподавании STEM (наука, технология, инженерия и математика), поскольку STEM – это область, в которой все обучающиеся, включая мигрантов или лиц из неблагополучных семей, приобретают соответствующие навыки.

В настоящее время признается необходимость в высококачественной профессиональной переподготовке учителей STEM и разработке подходов, которые позволяют учителям решать профессиональные задачи в новых условиях. Это также можно увидеть в программных документах и отчетах, таких как отчет о естественнонаучном образовании (англ. *Science Education for Responsible Citizenship, European Commission, 2015*). Об этом также свидетельствует недавняя тенденция в Европе к созданию центров профессиональной переподготовки для учителей STEM. Однако эти центры не были связаны друг с другом и обмен опытом не осуществлялся. Таким образом, цель Европейской сети центров профессионального развития STEM (*STEM PD Net*) заключается в укреплении позиций, объединении базы знаний центров STEM по всей Европе: посредством транснационального обмена и взаимного обучения в стабильной сети европейских центров, через связь исследований с практикой посредством разработки руководств и справочных материалов для поставщиков STEM образования. Это также будет способствовать повышению качества и значимости подготовки STEM учителей в больших масштабах.

В этом суть нашего проекта *STEM PD Net*, финансируемого Erasmus + KA2 (Key action for *Cooperation for Innovation and the Exchange of Good Practices*, «Сотрудничество с целью внедрения инноваций и обмена передовым опытом»). Проект координируется Международным центром STEM-образования Педагогического университета Фрайбурга, Германия.

Сеть учителей европейских центров профессионального развития в области STEM

С целью обеспечения большего количества учителей соответствующими высококачественными курсами повышения квалификации, в последние годы во многих странах были созданы национальные центры профессионального развития. Сеть европейских центров профессионального развития в области STEM основана на идее, что эти национальные центры должны быть объединены на международном уровне, поскольку у них схожие цели и программы, а именно: инвестирование в профессиональное развитие учителей для улучшения STEM-образования, как это происходит изо дня в день в школах. Несмотря на различные национальные обстоятельства, национальные центры по всей Европе сталкиваются со схожими проблемами. По этой причине необходимо развивать международное сотрудничество. Созданная сеть обеспечивает обмен знаниями с целью улучшения практик профессионального развития STEM и усиливает значимость практики при формировании программ STEM-образования в Европе.

Конференция 2014 года «Обучение преподавателей – Международные подходы к расширению профессионального развития в области математического и естественнонаучного образования» послужила платформой для инициирования сотрудничества между центрами профессионального развития учителей по всей Европе: в рамках конференции состоялась первая встреча европейских центров, занимающихся математическим и естественнонаучным образованием. Организаторами конференции и первой встречи центров были участники европейского проекта *MASCIL* (англ. *Mathematics and Science for Life!* «Математика и наука для жизни!»), координируемого Педагогическим университетом Фрайбурга, и Немецкий центр подготовки учителей математики, финансируемый организацией *Deutsche Telekom Foundation (DZLM)*.

Инициативу по организации последующих встреч Педагогический университет Фрайбурга взял на себя в рамках проекта *MASCIL*. На сегодняшний день состоялось пять встреч Европейской сети центров профессионального развития в области STEM: в декабре 2014 г. в Эссене (Германия), в мае 2015 г. в Вильнюсе (Литва), в декабре 2015 г. в Софии (Болгария), в июне 2016 г. в Градец Кралове (Чехия), в ноябре 2016 г. во Фрайбурге (Германия) в рамках второй конференции «Обучение преподавателей», в мае 2017 г. в Гётеборге (Швеция) и в ноябре 2017 г. в Мадриде (Испания).

Следующее собрание сети состоялось в Софии (28-29 ноября 2018 г.). Эта и будущие встречи будут проводиться в рамках нового проекта *Erasmus + (STEM PD Net)*, который координируется Международным центром STEM-образования при Университете Фрайбурга, целью которого является

дальнейшее развитие европейского сотрудничества между центрами профессионального развития учителей в части продвижения STEM-образования.

Сеть европейских центров профессионального развития STEM значительно выросла с 2014 года и в настоящее время включает около 30 членов из 12 европейских стран, в том числе университетские центры, а также центры, находящиеся в ведении министерств образования. Педагогический университет Фрайбурга, в рамках своей деятельности, координируемый Международным центром STEM-образования, выступает в качестве координатора сети.

Национальный центр математического образования, Гетеборгский университет, Швеция (англ. National Centre for Mathematics Education, NCM, The University of Gothenburg) [85]

Гетеборгский университет – крупное высшее учебное заведение в Швеции. Одним из многих профильных направлений является педагогическое образование. Университет предлагает самый широкий спектр профилей педагогического образования в Швеции.

В университете находится Шведский национальный центр математического образования. Центр создан и финансируется правительством Швеции. В задачи центра входят координация, поддержка, развитие и реализация шведского математического образования в дошкольных учреждениях, школах и центрах дополнительного образования. Ожидается, что центр также будет стимулировать и распространять исследования в области математического образования в Швеции.

Шведский национальный центр математического образования выпускает учебные материалы для программ профессиональной переподготовки и обучающие ресурсы для учителей, которые публикуются в журнале центра, в выпускаемых центром книгах; также центром разработан веб-сайт для учителей. Центр предлагает богатую коллекцию мероприятий по профессиональному развитию учителей. Это семинары, конференции и другие программы, в том числе программы для учителей по подготовке к реализации программ профессиональной переподготовки в регионах.

В состав центра входят педагогический состав, муниципалитеты, организации и органы власти. В настоящее время центр, например, разрабатывает программы профессионального развития, посвященные образованию в области ИКТ и математики, специального обучения математике и математическому образованию для вновь прибывших иммигрантов.

STEM-образование в вузах Швеции

Королевский институт технологии, кафедра образовательной инженерии (КИТ)

КИТ (англ. Royal Institute of Technology, the Department of Learning in Engineering Sciences; шведск. Kungliga Tekniska högskolan, KTH) [86] проводит обучение в рамках STEM направления в нескольких областях.

Обучение в рамках STEM направления

Обучение в рамках STEM направления – одно из четырех направлений исследований на кафедре обучения инженерным наукам, которая относится к Высшей школе индустриальной инженерии и менеджмента (ИТМ) в КИТ. Исследовательское подразделение состоит из трех исследовательских коллективов: исследования образовательной инженерии в обществе, организационные исследования в области высшего образования и обучение в сфере технологии и естественно-математических наук. В дополнение к НИОКР подразделение занимается тестированием и оцениванием всего образовательного процесса в вузе и обладает компетенциями в области образовательной инженерии.

Курсы по обучению в области STEM

Обучение в рамках STEM направления предоставляет курсы для учителей в сфере общего, среднего и высшего образования. Подразделение также предлагает курсы для аспирантов [87].

– Обучающие курсы для педагогов и учителей

Если у вас есть степень бакалавра, но нет знаний в области образования и педагогических наук, ИТМ предлагает курсы профессиональной переподготовки в области использования метаданных Luft II. Это курс программирования для учителей с акцентом на информационные технологии и математическое образование (7.5 зачетных единиц (ЗЕ)): информационные технологии для школьных учителей-практиков для 1-3 классов (7.5 ЗЕ); информационные технологии для школьных учителей-практиков для 4-6 классов (7.5 ЗЕ); технологии для учителей в области инклюзивного образования (7.5 ЗЕ).

– Обучающие курсы в сфере высшего образования

Предложения по курсам дополнительного образования и профессиональной переподготовки разработаны в соответствии с новыми рекомендациями в сфере высшего образования, представленными Шведской Ассоциацией учреждений высшего образования (SUNF). Все курсы разработаны в соответствии с требованием минимального объема педагогической практики в учреждениях высшего образования в количестве 15 ЗЕ с целью трудоустройства и продвижения персонала в КИТ.

– Курсы в области преподавания и обучения в сфере высшего образования для работников КИТ и аспирантов, обучающие курсы по направлениям подготовки магистратуры и аспирантуры

В рамках STEM направления в институте реализуются программы подготовки в области естественных наук, технологии, инженерии и математики [88]. Все они требуют умений в области научно-исследовательской деятельности и аргументирования для решения разноплановых задач. Они могут привести к различным карьерным маршрутам в формирующихся областях профессиональной деятельности. В рамках каждой категории вы можете получить степень бакалавра, магистра и доктора наук в области STEM направления.

Например, студенты в области инженерного направления подготовки могут изучать инженерию в области социальных наук, электроэнергетики или компьютерной индустрии.

Студенты в рамках направления естественных наук могут изучать широкий спектр вопросов от биологии до ветеринарии, зоологии и животноводства. Вы можете исследовать вопросы от строительства мостов до обеспечения безопасности информационной инфраструктуры. Независимо от выбранного вами трека, карьерные маршруты в области STEM являются ключом к перспективному будущему в области профессиональной деятельности.

Университет в Йёнчёпинге

Университет в Йёнчёпинге, Швеция (шведск. Jönköping University) стал членом Международного Центра в области STEM образования 12 апреля 2018 г. [89].

Высшая школа образования и коммуникации в Университете стала избранным членом Международного центра в области STEM образования (ICSE), консорциума 14-ти европейских университетов, которые осуществляют сотрудничество в проведении исследований в области STEM образования.

Основной целью Международного центра ICSE является помощь в повышении качества STEM образования в Европе посредством практико-ориентированных исследований и трансфером лучших практик. STEM образование является термином, используемым для группировки академических дисциплин в области естественных наук, технологии, инжиниринга и математики.

Посредством членства в этом престижном консорциуме, Университет имеет доступ к коллаборациям с некоторыми из самых успешных научно-исследовательских организаций в области STEM образования.

STEM-образование в Турции

Особенности и условия реализации

Инновационная деятельность очень важна для развития стран. Это интерактивный и мультидисциплинарный процесс, очень тесно связанный с реальной практикой. В наши дни существует ясное понимание всех заинтересованных сторон в важности STEM образования для развития инновационных процессов.

STEM образование в последнее время стало областью растущего интереса в Турции. Например, в последних нормативных документах [90] и научных повестках и программах НТР [91,92] подчеркивается необходимость междисциплинарности в образовании. Существуют несколько направлений деятельности и программ профессионального развития в области STEM.

- *Фестивали научно-технического творчества, конференции в области STEM образования и обучающие программы интеграции STEM образования [93]*

Верховный совет в области науки и технологии в Турции (SCST) играет решающую роль в постановке научно-исследовательской повестки и образовательной политики в области STEM образования.

SCST выдвинул предложения по реализации стратегий развития культуры в области научных исследований, исследовательского духа и исследовательских навыков и умений у студентов. Научно-технологический исследовательский совет Турции (англ. the Scientific and Technological Research Council of Turkey, турецк. TUBITAK), Департамент общественных наук в

Научно-технологическом исследовательском совете [94] отвечает за координацию общественных инициатив и вовлечения общественности в исследования и разработки. TUBITAK финансирует начальные и средние школы для проведения научных конкурсов и проектов. Финансирование каждой школы осуществляется на сумму около \$1,000, и осуществляется грантовая поддержка почти всех подаваемых от школ заявок. Хотя само финансирование достаточно скромное, результат может оказаться значительным. В частности, это послужило созданию общественных практик в области инклюзивного образования в рамках естественно-научного образования.

Департамент общественных наук Научно-технологического исследовательского совета Турции также предоставляет дополнительную материальную поддержку (около \$20,000 за мероприятие) за организацию и проведение крупномасштабных научных фестивалей. Подобные научные мероприятия привлекают детей для участия во многих областях практической научной деятельности.

В этой области существует ряд некоммерческих проектов и инициатив. Среди них Фонд технологических команд Турции (англ. The Turkish Technology Team Foundation) [95], Экспо-ярмарка *STEM & Makers Fest/Expo* [96], а также фестиваль *Maker Faire* [97].

Фонд технологических команд Турции (англ. The Turkish Technology Team (T3) Foundation), основанный несколькими предпринимателями, поддерживает образовательные проекты и технологические стартапы. Они организуют различные мероприятия в области вовлечения в науку для детей начальной школы и старшеклассников, а также предлагают несколько грантовых программ поддержки для студентов вузов и гранты для молодых профессионалов в сфере технологических стартапов. Фонд призван поддержать 1001 технологическую команду и 1001 технологическое мероприятие к 2023 г.

- *Профессиональное практикоориентированное сообщество STEM для профессионального развития, ППС (англ. STEM PD Community of Practice (STEM CoP))* [98]

ППС (англ. STEM CoP), основанное в 2019 г., в качестве основной цели сетевого проекта *STEM*

В сфере профессионального развития организация «Профессиональное сетевое практикоориентированное сообщество STEM для профессионального развития» (STEM PD Net project) является независимой организацией сетевого сотрудничества, которая нацелена на объединение исследователей, практиков и

стейкхолдеров со всего мира для обсуждения вопросов связанных со *STEM*, образованием. Организация разрабатывает образовательные программы в области *STEM* и реализует программы *STEM* в области профессионального развития в различных странах. Они также публикуют журналы и книги по *STEM* образованию [98]. Организация *STEM CoP* организует «Международную конференцию в области *STEM* образования» and «Международную конференцию учителей и преподавателей *STEM*» в области основного общего и высшего образования [98]. Ее медиаканалы предоставляют ресурсы для учителей и являются инициаторами онлайн форума для учителей и преподавателей.

Национальная образовательная политика в области STEM и инициативы

- *Научные центры*

В Турции существует огромное разнообразие музеев и научных центров в различных областях деятельности. В Табл. 1 указаны основные научные музеи, научные центры, обсерватории и планетариумы в Турции [99] (см. Табл. 1).

Табл. 1. Основные научные центры в Турции

Название	Год основания	Город
Феза Гюрси аучный центр Феза Гюрси (Feza Gürsey Science Center)	1993	Анкара
Научный центр Deneme Science Center	1998	Стамбул
Муниципальный научный центр Bekirpaşa Municipality Science Center	2008	Коджаэли
Стамбульский музей истории науки и технологии ислама (Istanbul Museum of the History of Science and Technology in Islam)	2008	Стамбул
Муниципальный научный музей Karşıyaka Municipality Science Museum	2009	Измир
Газиантепский планетарий и научный центр (Gaziantep Planetarium and Science Center)	2010	Газиантеп
Муниципальный научный центр в Одемиш (Ödemiş Municipality Science Center)	2011	Измир
Научный экспериментальный центр в Эскишехире (Eskişehir Science Experiment Center)	2012	Эскишехир
Научно-технологический центр в Бурсе (Bursa Science and Technology Center)	2012	Бурса

Муниципальный научный центр в Карамане (Karaman Municipality Science Center)	2012	Караман
Научный центр в Авджыларе (Avcılar Science Center)	2013	Стамбул
Научный центр, обсерватория и плантарий в Санджактепе (Science Center, Observatory and Planetarium)	2014	Стамбул
Научный центр в Конья (Konya Science Center)	2014	Конья
Научный центр в Коджаэли (Kocaeli Science Center)	2014	Коджаэли
Научный центр в Элязыг (Elazığ Science Center)	2015	Элязыг
Научный центр в Кайсери (Kayseri Science Center)	2017	Кайсери
Научный центр в Уксюдар (Üsküdar Science Center)	2018	Стамбул
Nacettepe Science Center	2018	Анкара

– *Министерство национального образования Турции (англ. Ministry of National Education (MoNE))*

Научные центры и центры изобразительного искусства [99]

В настоящее время существует 182 Научных центров и центров изобразительного искусства в 81 городе, в каждом из которых проживает более 63,000 школьников и студентов [100]. Данные центры спроектированы для талантливой молодежи и одаренных школьников. Существует чрезвычайно большой спрос на подобные центры, поэтому в процессе тестирования обучающиеся начальной школы (с 1 по 4 классы) подразделяются на три категории (музыкальное образование; общий профиль одаренности, включая историю естетсвознания, географию, и.т.п.; изобразительное искусство) в соответствии с их талантами. Сами диагностические тесты, их сущность и структура с целью выявления и подразделения обучающихся на отдельные категории подвергается обширной критике, как и тот факт, что подобные центры существуют только для одаренной и талантливой молодёжи. Существует общественный спрос на научные и развивающие центры для всех детей вне зависимости от их интересов и склонностей.

Эти центры находятся в подчинении Министерства образования Турции, и обучения в них является бесплатным для всех обучающихся, кто успешно сдает вступительный экзамен. Школьники имеют право посещать данные центры вплоть до выпуска из старших классов школы. Они записываются на

различные курсы и внешкольные кружки и секции и выполняют проекты в определенном центре в объеме около 8 часов в неделю в течение всего учебного года. Они посещают центры на выходных или в течение учебной недели в зависимости от их расписания в основной школе.

Проект «Scientix»

Помимо вышесказанного, Главное управление инноваций и образовательных технологий участвует в проекте *Scientix* в качестве национального оператора проекта по всей стране. *Проект Scientix* (Сообщество научного образования в Европе, англ. The community for science education in Europe), который проводится под эгидой и общим руководством объединения European Schoolnet, основанной Европейской Комиссией, стартовал в декабре 2009 г. Веб-сайт «[http:// www.scientix.eu/](http://www.scientix.eu/)» проекта *Scientix* был запущен с мая 2010 г. *Scientix* - это сообщество, в котором участвуют около 30-ти европейских стран с целью распространения передового опыта, проектов и материалов, используемых в образовании STEM в Европе.

Сообщество *Scientix* открыто для учителей, исследователей, политиков, семей и всех, кто интересуется образованием в области STEM. Проект *Scientix* выполнялся как проект «*Scientix 2*» в своей второй стадии с 2013 по март 2016 гг. Третий этап проекта под названием «*Scientix 3*» был начат в апреле 2016 г.

Основные цели проекта *Scientix*:

- Информирование всех европейских стран о проектах, связанных с образованием STEM в Европе;
- Содействие распространению и обмену материалами и инструментами, созданными в рамках образовательных проектов STEM;
- Создание веб-платформы, на которой можно было бы объявлять европейские национальные конгрессы, конференции, семинары или проекты по STEM-образованию для всей Европы;
- Создание веб-платформы, где учителя и профессиональное педагогическое сообщество могут делиться опытом и идеями на международном европейском уровне;
- Представление учебных материалов, подходящих для обучения на основе запросов и адаптированных к курсам естествознания и математики;
- Содействие обучению учителей STEM посредством онлайн-тренингов и очных тренингов;
- Выявление любознательных учащихся в начальной и средней школе, умеющих задавать вопросы и их привлечение и поощрение их деятельности на

факультетах естествознания, технологий, инженерии и математики в университетах.

Министерство национального образования (MoNE), Главное управление инноваций и образовательных технологий (YEĞİTEK) в качестве национального оператора Турции в проекте Scientix провели ряд рекламных мероприятий (научная и математическая конференция Scientix, семинары Scientix, онлайн-акции в социальных сетях, онлайн-вебинары, т.д.). YEĞİTEK продолжает быть партнером и национальным оператором в проекте «Scientix 3» и представлен в рабочей группе Министерства образования по STEM, координируемой объединением European Schoolnet.

- Лаборатории STEM в университетах и научных центрах

В университетах и научных центрах есть несколько лабораторий STEM, которые предлагают программы подготовки учителей STEM и дополнительные программы STEM для разных возрастных групп.

- Лаборатория STEM & Maker Lab при Университете Хаджеттепе [101]

Лаборатория *STEM & Maker Lab* была основана в 2009 г. Она участвовала в нескольких проектах ЕС: FP7 (например, S-TEAM, SAILS, MaScil), Horizon 2020 (например, MOST) и проектах Erasmus + (STING, ENSITE, EMERGENT, STEM, ENSITE и INSTEM). В лаборатории есть исследователи с большим опытом разработки учебных программ STEM, повышения квалификации учителей и участия общественности в STEM. Например, профессор д-р Гюльтекин Чакмакджи (Prof. Dr. Gultekin Cakmakci) был среди разработчиков новой программы «Турецкая учебная программа по естественным наукам» и программа «Учебная программа по практике в области естественных наук», которые внедряются в Турции с сентября 2017 года.

STEM & Maker Lab является одним из основателей, а также членом консорциума Международного центра STEM-образования (ICSE) (www.icse.eu/about-us/icse-consortium/).

Лаборатория участвовала в следующих **проектах ЕС**:

- Название проекта: *Осмысленное открытое обучение соединяет школы с сообществами* (англ. Meaningful Open Schooling Connects Schools to Communities (MOST))

Финансирующее агентство: Европейская комиссия-H2020-SwafS

Год: 2020-2023 (3 года)

- Название проекта: *Стратегии оценивания при исследовательском обучении в науке* (англ. Strategies for Assessment in Inquiry Learning in Science (SAILS))

Финансирующее агентство: Европейская комиссия - Проект FP7 - Наука в обществе

Год: 2012-2016 (4 года)

- Название проекта: *Сеть европейских центров профессионального развития STEM* (англ. European STEM Professional Development Centre Network (STEM PD Net))

Финансирующее агентство: Европейская комиссия - Erasmus +

- Название проекта: *Продвинутые методы подготовки учителей естественных наук* (англ. Science Teacher Education Advanced Methods (STEAM))

Финансирующее агентство: Европейская комиссия - проект FP7 - Наука в обществе

Год: 2009-2012 (3 года)

- Название проекта: *Математика и наука для жизни* (англ Mathematics and science for life (MaScil))

Финансирующее агентство: Европейская комиссия - Проект FP7 - Наука в обществе

Год: 2013-2016 (4 года)

- Название проекта: *Поддержка учителей математики и естественных наук в решении проблем разнообразия и продвижении фундаментальных ценностей* (англ. Supporting mathematics and science teachers in addressing diversity and promoting fundamental values (MaSDiV))

Финансирующее агентство: Европейская комиссия - Erasmus +

Год: 2017-2020 (3 года)

- Название проекта: *Социально-экологические проблемы в начальном педагогическом образовании* (англ. Environmental socio-scientific issues in initial teacher education (ENSITE))

Финансирующее агентство: Европейская комиссия - Erasmus +

Год: 2019-2022 (3 года)

- Название проекта: *EMERGENT: гендерная осведомленность и стратегии реализации в STEM-образовании* (англ. EMERGENT: Gender awareness and implementation strategies in STEM education).

Финансирующее агентство: Европейская комиссия - Erasmus +

Год: 2018-2021 (3 года)

- Название проекта: *Комплексный подход к обучению учителей STEM* (англ. Integrated Approach to STEM Teacher Training (STEM))

Финансирующее агентство: Европейская комиссия - Erasmus +

Год: 2019-2021 (3 года)

- Название проекта: *Инновационные сети для науки, технологии, инженерии и математического образования* (англ. : Innovative Networks for Science Technology Engineering & Mathematics education (INSTEM))

Финансирующее агентство: Европейская комиссия - ТОО

Год: 2013-2015 (3 года)

- Название проекта: *Инновации в обучении учителей STEM для обеспечения гендерного баланса* (англ. STEM Teacher Training Innovation for Gender balance)

Финансирующее агентство: Европейская комиссия - Erasmus +

Год: 2015-2017 (3 года)

Результаты этих проектов доступны по ссылкам:

<http://www.hstem.hacettepe.edu.tr/tr/menu/yayinlar-5>

<http://www.hstem.hacettepe.edu.tr/en/menu/projects-10>

- **Ближневосточный технический университет (METU)**. Центр научных технологий, инженерии и математического образования (VILTEMM) [102]

VILTEMM был создан недавно с целью развития образования в областях STEM. Благодаря совместной работе междисциплинарного сообщества преподавателей VILTEMM стремится улучшать и расширять возможности для школ, преподавателей и студентов. Цели VILTEMM включают оценку школьных программ, разработку новых программ, защиту разнообразия и доступности, а также влияние на соответствующую политику в образовании в областях STEM. Деятельность VILTEMM нацелена на развитие навыков и знаний 21-го века у студентов и преподавателей, повышение их отношения к

областям STEM и внесение вклада в общество, предлагая решения социальных и экологических проблем с помощью инноваций в области науки, технологий, инженерии и математического образования.

- *Мастерские для учителей.*

Семинары для преподавателей VILTEMM нацелены на то, чтобы помочь им овладеть навыками, связанными со STEM. Каждый может следить за предстоящими событиями на веб-сайте и в социальных сетях [103].

- *Проекты.* Проекты сосредоточены на разработке новых образовательных инструментов и учебных программ для обучения в областях STEM, а также на разработке и реализации программ повышения квалификации учителей.

- *Разрабатывать-делать-учиться.* При поддержке Исследовательского фонда METU обучение преподавателей инженерному проектированию проводится в сотрудничестве между VILTEMM и Центром ветроэнергетики METU (RUZGEM).

- *Первый шаг.* Этот проект, поддерживаемый Советом по науке и технологическим исследованиям Турции (TUBITAK), направлен на разработку учебной программы и материалов для улучшения математических навыков учащихся начальной школы с помощью практических приложений.

- *MAKEITREAL Erasmus +* направлен на решение проблемы неуспеваемости в образовании STEAM с помощью реальных методов проектирования и изготовления продуктов.

- Проект *Amgen Biotech Experience*, осуществляемый в сотрудничестве между VILTEMM и TED University, направлен на предоставление учителям средних школ инновационных программ профессионального развития, материалов и оборудования в области молекулярной биологии.

- *Лаборатория STEM Стамбульского университета Айдын*

Первая в Турции лаборатория STEM – это Лаборатория STEM при Стамбульском университете Айдын [104] – является первой лабораторией STEM в Турции. Содействие обучению STEM (наука, технология, инженерия и математика) было начато в феврале 2015 г. при сотрудничестве

Государственного департамента США и Стамбульского университета Айдын в рамках проекта среди экономически неблагополучной молодежи, особенно среди девочек. Робототехника, кодирование и так далее. Тренинги проводятся для преподавателей и студентов в Лаборатории Стамбульского университета STEM LAB. Она призвана стать примером для школ Турции на основании интеграции науки, технологий, инженерии и математики. Поддержка школ осуществляется за счет создания на их базе STEM лабораторий, а также STEM-образования для педагогов и учеников.

На сегодняшний день в STEM LAB проводятся следующие тренинги: 1) первая в Турции программа сертификации учителей STEM (прошло 25 выпусков программы объемом 40 часов, в программе приняли участие около 500 учителей); 2) Школьники в рамках 12-летней программы обучения в школе проходят обучение по STEM, конструированию, робототехнике и программированию; 3) Для одаренных / талантливых школьников проводятся тренинги по STEM, робототехнике и программированию; 4) Для школ и педагогических коллективов проводятся тренинги по STEM, робототехнике, программированию, предоставляются консультационные услуги. (Более 1000 учителей получили STEM-образование в STEM лаборатории Университета и школах); 5) Для студентов педагогических направлений подготовки предусмотрен курс обучения STEM, включающий дизайн, конструкторскую деятельность, робототехнику и программирование; 6) Осуществлен проект STEM-образования для Индустрии 4.0 в профессиональных технических школах СПО, принятый Турецкой ассоциацией промышленности и бизнеса (англ. Turkish Industry and Business Association, TÜSİAD); 7) Реализован проект World STEM Festival при поддержке Совета Турции по научно-техническим исследованиям (TÜBİTAK); 8) Всемирная конференция по STEM-образованию, организованная Университетом.

Первый курс STEM на факультетах образования: Курс обучения STEM. Это один из курсов, который будет преподаваться для интеграции дисциплин STEM - науки, технологии, инженерии и математики (STEM). Курс предлагается в качестве факультатива на педагогическом факультете частного университета в весеннем семестре 2015-2016 гг. Продолжительность курса - 14 недель, объемом 3 ЗЕ, 4 ECTS. Курс направлен на предоставление студентам базовых знаний и навыков, связанных с наукой, технологией, инженерией и математикой (STEM) на уровне бакалавриата.

Среди STEM-проектов Стамбульского университета Айдын: Проект *«Содействие STEM-образованию среди экономически неблагополучной молодежи, особенно среди девочек»* / Государственный департамент США / 2014-2016 гг. Проект был разработан по результатам обзора литературы и

передового опыта в области STEM, проведенного Стамбульским университетом Айдын, и полученных данных, с целью повышения интереса учащихся из малообеспеченных семей, особенно девочек, к STEM. Проект стартовал в августе 2014 г. и был профинансирован Государственным департаментом США.

- Центр BAUSTEM при университете Бахчешехир, Стамбул [105]

Центр BAUSTEM при Университете Бахчешехир в Стамбуле - это научно-исследовательский центр, специализирующийся на обучении учителей STEM без отрыва от работы. В центре задействованы три преподавателя, специалиста по научно-методической работе и научных сотрудника. В рамках внешне финансируемого проекта Integrated Teaching Project (ИТР) в BAUSTEM за последние три года было разработано несколько программ для учителей-предметников, преподавателей естественных наук и математики. Все программы акцентируют внимание на принципах равенства, междисциплинарности, фундаментальности и актуальности в обучении и преподавании STEM. Более 5000 учителей из Турции, Кавказа, Южной Европы и Канады воспользовались гибридными (онлайн и очно) программами Центра.

- Образовательный и прикладной центр STEM в Университете Муш Альпарслан [99]

Образовательный и прикладной центр STEM Университета Муш Альпарслан был основан в 2019 г. Директором центра является кандидат наук, доцент Бекир Йылдырым (Dr. Bekir Yıldırım). С момента своего создания Центр активно реализовал несколько программ повышения квалификации для учителей и будущих педагогов. К настоящему времени в Центре прошли обучение более 500 учителей.

- Университет Йылдыз Текник [106] предоставляет программы педагогического образования в области STEM.

В рамках этого тренинга участникам предоставлена теоретическая и практическая подготовка в области STEM-образования, цель которой - предоставить навыки аналитического и дизайн-ориентированного мышления, найти решения повседневных жизненных проблем на основе принципов междисциплинарности, навыков 21-го века, областей STEM (наука, технологии, инженерия и математика), которые ведут к практикоориентированным

решениям в области STEM практик в образовании. По завершении обучения участники, которые будут обладать специальными знаниями и навыками в области STEM-образования, осведомлены об использовании этого образования в различных дисциплинах и использовании подхода STEM в образовании, смогут преподавать и применять STEM-образование, а также смогут стать провайдерами образовательных услуг в области STEM-образования.

Учителя начальных школ, учителя средних и старших классов всех уровней образования, будущие педагоги, студенты университетов со всех факультетов, родители и все, кто интересуется образованием STEM, могут принять участие в данной программе. Предварительных условий для участия не имеется. Успешным стажерам будет выдан сертификат «Преподаватель в области STEM-образования». С этим сертификатом можно работать в детских садах, частных школах и колледжах, а также на частных курсах.

Учебный план включает в себя следующие модули: образование и философия STEM, историческое развитие образования STEM, концептуальные и теоретические основы образования STEM, процесс инженерного проектирования и примеры применения, практики обучения STEM с практическими кейсами из реальной практики, примерный обзор плана урока на основе STEM, содержание рабочей программы STEM, сценарий и презентации мероприятий, образовательные приложения STEM со УМК и методическими материалами, измерение и оценка в образовании STEM.

- Турецкий альянс STEM [107]

Турецкий альянс STEM был основан в 2015 г. и представляет собой независимую сеть для содействия вовлечению общественности в области науки, технологий, инженерии и математики (STEM). Он объединяет практиков STEM, исследователей, политиков и общественность для повышения качества образования STEM и расширения участников STEM. Турецкий альянс STEM состоит из нескольких различных членов из научных центров, научных музеев, центров профессионального мастерства, НПО, центров STEM, компаний, исследовательских центров и общественных организаций.

- Международный саммит по STEM-образованию / школы Mektebim [108]

Проект был инициирован в Турции с целью сделать Турцию одним из центров передового опыта в областях STEM.

- **Международная учебная программа K12.** Этот проект был подготовлен с целью определения компетенций и стандартов STEM-образования от дошкольного до старшего школьного возраста в течение 12-ти лет обучения в Турции, повышения качества STEM-образования и улучшения процессов обучения учащихся. Учебная программа STEM подготовлена в соответствии с международными стандартами в сотрудничестве с ЮНЕСКО для обеспечения учащихся всем необходимым для удовлетворения будущих потребностей Турции.

- **Программа подготовки учителей STEM.** Программа подготовки учителей STEM, которая включает в себя преподавание и оценку международной учебной программы STEM, разработанной в сотрудничестве с ЮНЕСКО, состоит из платформы солидарности со сверстниками, обучения, методических рекомендаций и инструментов оценки.

- **STEM программа контроля и оценивания студентов.** Программа контроля и оценивания студентов STEM была разработана для обеспечения того, чтобы преимущества международного образования в области STEM были измеримыми и соответствовали требованиям STEM.

- Проект GIS

Детские летние лагеря профессора Азиза Санджара (Prof. Aziz Sancar GIS Camps) [109] проводятся для школьников, представляющих семь регионов Турции, с мая по июнь по тематике STEM образования. В научном лагере TÜBİTAK Konya 11-12 июня 2016 года приняли участие 63 школьника, отобранных из числа учащихся, принимавших участие в мероприятиях, и 13 преподавателей-инструкторов, назначенных Министерством национального образования. Второй день мероприятия в основном был посвящен практикам STEM на местах. День начался с четырех различных динамично развивающихся семинаров: «Взаимодействие», «Криптология», «Музыка фруктов» и «Мир жизни». Затем состояния вещества были объяснены школьникам с помощью научного шоу. Днем в планетарии они смотрели фильм «Тайны невидимого мира». После просмотра школьники, участвующие в мероприятии «Создай свой автомобиль», участвовали в гонках на спроектированных ими автомобилях, и, помимо шести самых быстрых автомобиля, три самых красивых автомобиля были определены по оценкам инструкторов. Второй день завершился посещением музея Мевляны (англ. the Mevlana Museum). Во время мероприятия были представлены собеседования со школьниками и

торжественное приветствие профессора Азиза Санджара. С презентацией Научного центра Коньи можно ознакомиться на сайте Bilimgenc.tubitak.gov.tr.

Первая конференция прошла в Центре науки и технологий Турции [110]. Цель Центра - распространение технологий и разработок в Турции, объединение заинтересованных сторон, работающих в государственном и частном секторах., 17-18 мая 2017 г. была проведена «Конференция центров науки и технологий Турции» совместно со Столичным муниципалитетом Коньи (Konya Metropolitan Municipality) и Научным центром Коньи (TUBİTAK, Konya Science Center).

В конференции принимали участие заместитель министра науки, промышленности и технологий доц., д-р Хасан Али Челик (Dr. Hasan Ali Çelik), президент TÜBİTAK проф., д-р А. Ариф Эргин (Dr. A. Arif Ergin), губернатор Коньи Якуп Канболат (Yakup Canbolat), мэр столичного муниципалитета Коньи Тахир Акюрек (Tahir Akyürek), администраторы TÜBİTAK, научных центров, музеев, академики, представители частного сектора и общественности.

В рамках конференции были представлены презентации научного центра в области выставочного дизайна и производственных процессов, в сфере образования, а также планетарий, образовательные приложения STEM, программы поддержки науки и общества TÜBİTAK, выставочные стенды научных и технологических центров и компаний.

- Научный центр Стамбульского технического университета [111]

В 2007 г. Стамбульский технический университет (ITU) создал Университетский научный центр с целью сделать научные знания более доступными для молодежи. Ежегодно Университетский научный центр посещают около 20 тыс. школьников, но цель Центра – принимать не менее 200 тысяч посетителей в год, учитывая, что 12 из 75 миллионов турок проживают в Стамбуле.

Центр стремится привлечь молодежь, сочетая фундаментальные научные факты с игротехническим подходом: от оптических иллюзий до театральных представлений и даже дней рождения. Например, при поддержке TÜBİTAK (Совета по научным и технологическим исследованиям Турции) Центр может приглашать студентов из малообеспеченных семей на двухнедельные визиты.

В 2007 г. в Турции было всего два-три исследовательских центра. Однако за пять лет с 2007 по 2013 гг. их число достигло десяти. Новый план инноваций, обнародованный правительством, призывает к инвестициям в размере одного миллиарда турецких лир (428 миллионов евро, 555 миллионов долларов США) для строительства исследовательских центров в каждой из 81 провинции к 2030

году.

Правительство Турции поддерживает научные центры, поскольку в настоящее время научное образование в целом является приоритетом. В начале 2012 г. был запущен проект FATİN по внедрению интерактивных досок и планшетов в государственных школах.

FATİN буквально означает «побеждать» и заставляет задуматься о покорении научного воображения учеников. Турция - очень молодая страна, которая не может позволить себе безработицу среди молодежи. Поэтому на государственном уровне осознается необходимость инвестирования в научную и техническую грамотность, чтобы привлечь внимание будущих работодателей к молодежи.

Проект FATİN продвигается в сотрудничестве с Министерством образования и Министерством транспорта и коммуникаций и распространяет решения для IT-образования в 570,000 классах в 42 000 государственных школах по всей Турции.

Хотя некоторые инициативы, продвигаемые правительством Турции, впечатляют, ее растущая экономика сталкивается с рядом серьезных препятствий, принимая во внимание необходимость удовлетворения острой потребности государства в конкурентоспособной рабочей силе.

По словам Чигдем Тонгал (Çiğdem Tongal) из Университета Сабанци (Sabancı University), основными задачами на будущее являются сокращение отсева педагогических кадров, повышение уровня образования среди женского населения и повышение качества образования в области естественных наук.

На встрече летней школы *inGenious* в Стамбуле она подчеркнула, что недавнее повышение возраста обязательного образования - с 8 до 12 лет - является первым важным шагом в достижении этих целей. На встрече, в которой приняли участие учителя со всей Европы, она также отметила, что работа в партнерстве с заинтересованными сторонами и отраслью, а также повышение качества профессиональной подготовки педагогов также являются ключом к сокращению неравенства в образовании.

Фактически, собственный университет Сабанджи в Чигдеме играет ведущую роль в социальной реформе с 2003 г. и в реализации концепции «Инициативы в отношении реорганизации системы образования» (ERI), ведущие начало от сети государственных и частных организаций в сотрудничестве с ЮНИСЕФ и Всемирным банком с целью преодоления разрыва между государственными и частными школами и обеспечения качественного образования для всех обучающихся.

- *Измир Юксек Текнолоджи Энститусу* (Izmir Yuksek Teknoloji

Enstitusu, IYTE [112])

Образовательный прикладной и исследовательский центр STEM создан для IYTE 27 сентября 2019 г. Проект, реализуемый уже в течение двух лет, воплощен в жизнь с целью поддержки процессов развития учащихся всех возрастных групп, развития мотивации, любознательности, умений научного аргументирования, художественного творчества и мышления, с образовательными методами и приемами. Центр является подразделением Института IYTE, где дети могут приобретать умения и навыки с помощью методов и приемов обучения, специфичных для их образовательных областей.

Открытие детского сада, одобренного Министерством национального образования, которого не хватало в кампусе Института, где началась деятельность Центра, превратило предоставление долгожданной образовательной услуги во вклад Института в цели устойчивого развития окружающей среды. Было принято решение, что IYTE проведет исследование в этом контексте, основываясь на идее, что университеты должны быть экологически чистыми образовательными центрами. Таким образом, с предложением, представленным в Совет высшего образования Турции (YÖK), Центр будет работать, создавая учебную среду и предоставляя прикладные тренинги, а также будет удовлетворять потребности региона и страны в повышении потенциала квалифицированных кадров.

- Учебные программы для учителей естественных наук и математики по STEM в Турции [113].

Один из этих тренингов проходил в Эгейском университете в Измире 15–26 июня 2015 г. и 2–8 сентября 2015 г. Он был посвящен ознакомлению учителей естественных наук с образованием STEM (FeTeMM). В рамках этого тренинга было реализовано сотрудничество между Дирекцией национального образования Измира и Эгейским университетом. Тренерами выступили три преподавателя, которые работают над особенностями STEM образования (FeTeMM) в университетах Эге и Докуз Эйлул. В течение первых двух дней обсуждались следующие темы:

- Многопрофильное взаимодействие в образовании;
- STEM (FeTeMM) Образование;
- Особенности грамотности в STEM (FeTeMM);
- Важность образования STEM (FeTeMM) и его компонентов;
- STEM (FeTeMM) образование в Турции;
- Инженерное образование в области STEM и инженерного

проектирования;

- Цикл обучения 5E;
- Приложения в области процесса проектирования;
- STEM (FeTeMM) образование в учебной программе средней школы;
- STEM контент-дизайн событий и приложений (по областям STEM).

По прошествии двух дней начались практические семинары STEM (FeTeMM), а именно:

- Конструирование электрического фонарика. Электричество в нашей жизни. Цель этого семинара - научить учеников осознать необходимость электричества в своей жизни.

- Конструирование катапульты. Сила и единицы движения в программе естественных наук.

В заключительный день участникам было представлено три тренинга:

- Беседа об интеграции занятий STEM (FeTeMM) в учебную программу по естествознанию;

- Разработка плана урока по теме STEM (FeTeMM);

- Презентация планов уроков STEM (FeTeMM).

В конце реализации программы среди учителей была проведена дискуссия о STEM образовании (FeTeMM). Участники пришли к следующему выводу: «STEM образование очень важно для того, чтобы идти в ногу с современным научным миром. Мы должны включать в свои уроки STEM-задания, чтобы обучать инженеров и ученых будущего. Мы должны принять участие в подобной программе обучения, чтобы улучшить наши знания и навыки в области STEM (FeTeMM) образования».

С целью улучшения знаний и навыков педагогов в Турции, ведется постоянный набор на данную программу обучения. В настоящее время в педагогическом образовании необходимо придерживаться STEM подхода в образовании на всех уровнях подготовки.

STEM-образование в Российской Федерации

Особенности и условия реализации

Само собой разумеется, что квалификации и навыки в области STEM-образования необходимы для нынешней и будущей рабочей силы в Российской

Федерации из-за политического и экономического давления, а также для улучшения передачи знаний и развития навыков трудоустройства. С момента запуска первого советского спутника научные, математические и технологические знания были важны для того, чтобы идти в ногу с технологическим развитием. Навыки, связанные с STEM и ИКТ, имеют решающее значение для устойчивой экономики в 21-ом веке, производительность STEM стимулирует инновации и создание рабочих мест в ведущих отраслях промышленности. Страны рассматривают исследования, инновации и производство высокотехнологичных товаров и услуг, военных решений и бытовой электроники как необходимые для своего экономического прогресса и защиты своих интересов.

STEM-дисциплины являются основой подготовки кадров научно-технической элиты для инновационного развития страны в контексте Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации, а также реализации национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» [114] и «Национальная технологическая инициатива» [115].

В этом контексте новые требования к разработке учебных программ и стандартов, а также внедрение новых методов обучения определяют непрерывное развитие формальных и неформальных (внеклассных) образовательных практик в следующих предметных областях: наука, технология, инженерное творчество, программирование и алгоритмы, проектная деятельность.

В то же время недостаточно действий было предпринято на национальном уровне по изменению образовательных систем: мы отмечаем, что STEM как подход к преподаванию и обучению еще не реализован в школах в полной мере. Не существует ни Национальной стратегии школьного образования STEM, ни национальной учебной программы STEM, ни региональных учебных программ STEM.

Более того, остро ощущается нехватка STEM-учителей и специальных программ их подготовки и профессиональной переподготовки, недостаточный уровень квалификации STEM-учителей, отсутствие современных программ повышения квалификации (учителя не обладают знаниями, навыками и опытом, необходимыми для эффективного предоставления интегрированного STEM-образования, а также отсутствие методологического подхода к STEM-образованию, а именно: недостаточное использование исследований в области образовательного дизайна и применения креативного подхода к обучению); карьера в области STEM образования недостаточно популярна среди молодежи; фиксируется недостаточный уровень знаний студентов по предметам STEM. По данным ЕГЭ за 2017-2018-2019 гг., Россия показывает низкую популярность

среди выпускников средних школ и низкие академические достижения по предметам STEM (около 50 %) [116], а также низкие показатели по математике и естественным наукам в циклах PISA (30 место) [117]. Новая модель профориентации и партнерства школа-университет-индустрии, направленная на вовлечение студентов в интерактивные внеклассные мероприятия и проекты STEM, реализуется, но не получила широкого распространения.

Национальная политика и инициативы в области STEM-образования

Вместе с тем, за последние несколько лет в Российской Федерации были разработаны и реализованы национальные стратегии и инициативы, связанные со STEM-образованием, которые, среди прочего, направлены на удовлетворение потребности в развитии карьеры и образовательных программ, соответствующих областям STEM. Тенденция «потребности в STEM» в российской образовательной политике определяется следующими стратегическими концепциями, распоряжениями и национальными программами и проектами:

- *Указ о реализации Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации* [118]

В Стратегии определены основные цели научно-технологического развития России, принципы, приоритеты и меры по реализации государственной политики в этой сфере, а также ожидаемые результаты реализации Стратегии, а именно: устойчивый, динамичный и сбалансированный научно-технический прогресс, развитие в долгосрочной перспективе. Целью научно-технологического развития России является обеспечение независимости и конкурентоспособности страны с учетом «больших вызовов» путем создания эффективной системы наращивания и использования интеллектуального потенциала страны.

Согласно Стратегии, в ближайшие 10-15 лет приоритетами научно-технологического развития Российской Федерации станут те направления, которые позволят получить научные и научно-технические результаты и создать технологии для инновационного и устойчивого развития России на внешнем рынке, и обеспечат переход к цифровым, интеллектуальным производственным технологиям, роботизированным системам, новым материалам и способам конструирования, системам обработки больших данных, машинного обучения и искусственного интеллекта, экологически чистой и ресурсосберегающей энергетике, персонализированной медицине,

высокотехнологичному здравоохранению, высокопродуктивному и экологически чистому сельскому хозяйству и т.д.

В контексте достижения цели научно-технологического развития в сфере образования и привлечения талантливой молодежи, Стратегия предполагает создание возможностей для выявления талантливой молодежи и построения успешной карьеры в области науки, технологий, инноваций и развитие интеллектуального потенциала страны, в том числе, посредством развития современной системы научно-технического творчества детей и молодежи.

– Приоритетный национальный проект «Доступное дополнительное образование и внеурочная деятельность» (2016-2021)

Ключевая цель проекта – сделать доступным дополнительное образование для детей, в том числе по техническим и естественно-научным направлениям. К 2021 г., 25% всех школьников основной средней школы должны быть вовлечены во внеурочную деятельность и дополнительное образование в области технических и естественно-научных направлений.

Проект предусматривает внедрение современных региональных систем дополнительного образования и внеурочной деятельности для детей (в том числе из сельской местности) во всех субъектах Российской Федерации. Такие системы на основе лучших практик обеспечивают реализацию современных и востребованных в регионе дополнительных общеобразовательных программ различных направленностей, в том числе технической и естественно-научной. Такие региональные системы предполагают сетевое сотрудничество образовательных организаций разных типов, в том числе в системе СПО и высшего образования, а также научных организаций, общественных организаций и промышленности.

- Инициативы и передовой опыт в области STEM образования

В соответствии с данным проектом в каждом субъекте Российской Федерации функционирует модельный центр дополнительного образования детей, в том числе на базе детских технопарков «Кванториум», в качестве ключевого элемента данной системы.

Сеть детских технопарков «Кванториум» создается во всех субъектах Российской Федерации. Это площадки, оснащенные высокотехнологичным оборудованием, нацеленные на подготовку новых высококвалифицированных инженерных кадров, разработку, тестирование и внедрение инновационных технологий и идей в дополнительное образование.

Кванториумы предлагают современные технологии (PBL, EBL, EduScrum и др.) и уникальные образовательные трехмесячные программы - «Кванты» (от 16 до 72 часов) в соответствии с ключевыми направлениями инновационного развития Российской Федерации (Auto-квантум, Аэроквантум, Data-квантум, IT-квантум, VR/AR-квантум, Биоквантум, Геоквантум, Наноквантум, Robo-Quantum, и т.д.) для школьников старше 10-ти лет, которые проявляют интерес к техническим и естественнонаучным направлениям исследований. Кванториумы обеспечивают вовлечение детей разных возрастов в решение реальных производственных задач, проектную и исследовательскую деятельность в высокотехнологичных отраслях. Все программы финансируются из средств государственного бюджета.

Кванториумы позволяют школьникам развивать необходимые STEM-навыки в виде комбинации следующих квалификационных навыков (3D-моделирование и прототипирование, программирование, анализ данных, сетевая и информационная безопасность, компьютерные сети, блокчейн, AI, веб-архитектура, исследовательские навыки, NLP и обработка изображений, операционные навыки и др.) и мягкие навыки (тайм-менеджмент, критическое и системное мышление, лидерство, коммуникация, сотрудничество, командная работа и навыки управления проектами, работа с большими объемами с информации, пространственное мышление, представление данных).

В настоящий момент в детских технопарках «Кванториум» в 62-х регионах на постоянной основе занимается 80 тысяч детей около 600 тысяч школьников вовлечены в образовательные мероприятия и сетевые проекты.

В качестве механизмов учета достижений обучающихся, реализуется система образовательных мероприятий на конкурсной основе (выставки, олимпиады, конкурсы и командные соревнования) с обратной связью для образовательных организаций и семей, нацеленная на повышение мотивации детей, раскрытие и развитие способностей, а также раннюю профориентацию. Ключевая цель проекта – сделать доступным дополнительное образование для детей, в том числе по техническим и естественно-научным направлениям [119].

- Национальный проект «Образование» (2019-2024) [121]

Одной из основных задач национального проекта «Образование» является обеспечение глобальной конкурентоспособности российского образования, вхождение Российской Федерации в число 10-ти ведущих стран мира по качеству общего образования. Мероприятия проекта прежде всего направлены на реализацию следующих ключевых направлений развития системы образования: обновление содержания, создание необходимой современной

инфраструктуры, подготовка педагогических кадров и непрерывное профессиональное развитие, а также создание наиболее эффективных механизмов управления образованием.

- Федеральный проект «Современная школа»

Проект направлен на внедрение новых методов обучения и воспитания, образовательных технологий, обеспечивающих освоение обучающимися базовых навыков и умений, повышение их мотивации к обучению и вовлеченности в образовательный процесс (в особенности в области проблемно-ориентированного обучения), а также внедрение нового понимания учебного предмета «Технология» в программу средней образовательной школы (2018) [122].

Ориентация новой концепции на технологическую грамотность 21-го века, ИКТ, навыки проектов и исследований, критическое и творческое мышление, цифровые технологии, дизайн и программирование, а также на профессиональную ориентацию (особенно в контексте рынков НТИ будущего) имеет особое значение для реализации STEM-образования. В соответствии с выдвинутым подходом «Технология» в качестве учебного предмета становится организующим ядром вхождения в мир технологий, в том числе: материальных, информационных, коммуникационных, когнитивных и социальных. Благодаря совершенствованию методов обучения, ведущей формой учебной деятельности в ходе освоения предметной области «Технология» является проектный подход к обучению. Проектная деятельность служит основой интеграции учебных предметов и реализуется в различных форматах. В каждом федеральном округе обеспечена возможность изучать «Технологию» на базе высокооснащенных организаций, в том числе детских технопарков «Кванториум».

Также в рамках федерального проекта в школах, расположенных в сельской местности было создано более 3 000 центров цифрового образования, естественных и гуманитарных наук «Точка роста» (к 2024 г. планируется открыть более 16 тысяч подобных центров). «Точки роста» нацелены на обеспечение доступности качественного образования для формирования у школьников самых востребованных навыков будущего. Они становятся центрами современного цифрового, естественно-научного и гуманитарного образования, пространством для внедрения нового контента и образовательных технологий, мульти- и кросс-дисциплинарных образовательных практик и проблемного подхода к обучению математике, IT, Технологии, здоровьесбережению, а также внеурочных мероприятий в области STEM образования.

– ***Федеральный проект «Успех каждого ребенка»***

Проект направлен на достижение цели национального проекта по воспитанию гармонично развитой и социально ответственной личности в контексте исторических, культурных традиций, духовно-нравственных ценностей народов Российской Федерации, а также прорывных направлений НТР. Данный проект реализуется в первую очередь за счет развития региональных систем дополнительного образования и внеурочной деятельности школьников, включающей мероприятия по созданию конкурентной среды и повышению доступности и качества дополнительного образования детей. Федеральный проект предусматривает развитие механизмов ранней профессиональной ориентации ребенка и внедрение индивидуального предпрофессионального развития в соответствии с выбранными профессиональными компетенциями в рамках реализации проектов «Билет в будущее» и «Проектория», а также внеурочных и неформальных образовательных STEM практик, таких как «Уроки настоящего» и др.

Проект способствует созданию сети региональных образовательных центров для одаренных детей, реализующих модель «Сириус» (в т.ч. краткосрочные интенсивные проекты и программы-запросы по направлению «Наука») во всех субъектах Российской Федерации. Кроме того, в каждом населенном поселении численностью более 60 000 чел. должны появиться технопарки «Кванториум» (общий показатель - 245 детских технопарков «Кванториум» в Российской Федерации в 2024 г.). Развитие дистанционных форм дополнительного образования и реализация таких проектов, как «Мобильный кванториум» (автомобильная платформа для семинаров по 3D-прототипированию, виртуальному моделированию, VR и т. д. для школьников), позволит к 2024 г. охватить качественным дополнительным образованием не менее 2 миллионов школьников, в том числе проживающих в сельской местности, малых городах и труднодоступных территориях.

По итогам реализации федерального проекта охват детей дополнительным образованием к 2024 г. достигнет 80 %, в том числе не менее 25 % детей будут обучаться по дополнительным общеобразовательным программам естественнонаучной и технической направленностей.

- ***Федеральный проект «Цифровая образовательная среда»***

Проект направлен на создание к 2024 г. современной и безопасной цифровой образовательной среды, обеспечивающей высокое качество и

доступность образования всех видов и уровней. В целях обеспечения создания современной цифровой образовательной среды к 2024 г. планируется создать сеть из 340-ка Центров цифрового образования детей «IT-Cube». Центры представляют собой STEM-среду для формирования у ребенка актуальных навыков в области IT. Проект реализует востребованные образовательные программы, разработанные вместе с партнерами – лидерами рынка и индустрии, для детей от 7 до 18 лет в следующих направлениях: «Мобильные разработки» (Java, Android, программа «IT-школа Samsung»), «Программирование на Python» (Программа «Яндекс.Лицей»), «VR/AR-разработка», «Кибергигиена и большие данные» (партнер «Крибрум»), «Основы алгоритмики и логики» (партнер «Алгоритмика»), «Программирование роботов» (партнер «Lego Education»). Все программы реализуются для школьников на бесплатной основе.

– *STEM в сфере инклюзивного и специального образования*

Фундаментальный спрос на рынке труда опирается на особый дизайн образовательной среды для обучающихся с особыми потребностями. Это касается и STEM-образования.

Например, в Калининградской области создана региональная сеть инновационной технологической среды ТехноПрофи. Инициатива реализована в рамках Федерального проекта «Современная школа» (в рамках Национального проекта «Образование»).

ТехноПрофи - образовательный проект, позволяющий всем обучающимся с особыми потребностями учиться, развиваться, приобретать необходимые навыки и умения вне зависимости от нозологии, места проживания и учебы. Он включает в себя сеть учебных лабораторий и рабочих кабинетов («АгроЛаб», «МедиаЛаб», «Мехатроника и пищевая промышленность», «Дизайн домашнего интерьера», «ПрофиЛаб» и др.), расположенных в специальных школах-интернатах, и нацелен на ориентацию в начале карьеры на STEM-образование, а также освоение адаптированных учебных программ.

«МедиаЛаб» предоставляет возможности для фотографирования и производства видеоматериалов. В его состав входит типография с техническим оборудованием для слепых и слабовидящих обучающихся, позволяющая выпускать газеты с рельефной и точечной печатью. Радиоцентр оснащен новейшим студийным оборудованием со специализированными учебными местами для слабовидящих школьников. Мастерская робототехники предназначена для инженерного моделирования. В рамках учебного процесса могут проводиться различные проектные и исследовательские работы.

«АгроЛаб» - развивающая образовательная среда, представленная выставочным залом с «живой» зеленой стеной, лабораторией 3D моделирования, лабораторией проектной деятельности в ландшафтном дизайне, агролабораторией с модульной мебелью и мобильным оборудованием для гидропоники, аэропоники, городского хозяйства, вертикальное озеленение и фитодизайн, модульный тепличный комплекс для круглогодичного использования [127].

Эти две лаборатории стали базовыми площадками для обучения экспертов и участников «Абилимпикс», национального чемпионата профессионального мастерства для обучающихся с особыми потребностями.

- Совместные проекты в области STEM (правительство-бизнес-университет) и передовой опыт неформального / информального образования в области STEM

- НТИ или Национальная технологическая инициатива (2014-2035) [128]

Национальная технологическая инициатива - это долгосрочная комплексная программа, направленная на создание условий для обеспечения лидерства российских компаний на новых высокотехнологичных рынках (EnergyNet, NeuroNet, SafeNet, AeroNet, MariNet, AutoNet и др.), которая определит структуру мировой экономики в ближайшие 15-20 лет. В НТИ входит комплекс проектов и программ, направленных на интеграцию России в формирование стандартов глобальных рынков будущего и получение российскими компаниями на этих рынках значительной доли.

Согласно Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации, Национальная технологическая инициатива должна стать одним 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.

- Федеральная инновационная площадка [129]

По результатам конкурсного отбора Балтийский федеральный университет им. Иммануила Канта (БФУ им. И. Канта) был включен в Список федеральных инновационных площадок в инфраструктуре российской образовательной системы на 2021-2023 гг. с проектом «STEAMTeach:

Управление профессиональным развитием педагога», разработанным коллективом Института образования БФУ им. И. Канта.

Продвижение внедрения STEAM-подхода в довузовскую подготовку учителей в социально-образовательном кластере Калининградской области обусловлено его внутренним потенциалом по интеграции всех стратегий и методов, направленных на проектирование современной образовательной среды. STEAM подход, основанный на междисциплинарности и интеграции в обучении, выступает концептуальной основой для инновационной модели нового типа подготовки учителей.

Практико-ориентированная модель подготовки учителей, основанная на STEAM подходе, объединяет обновленный дизайн учебной программы с акцентом на STEAM, модернизацию образовательной среды и развитие нового типа партнерства школы и университета, которое способствует появлению передовых образовательных практик за счет реализации международных, федеральных, региональных, сетевых и внутренних интеграционных проектов в образовании.

Моделирование учебной программы подразумевает проектирование и разработку образовательных модулей для программ бакалавриата по педагогическим направлениям подготовки, ориентированных на формирование необходимых компетенций при внедрении STEAM-технологий в обучение, в организации исследовательской и проектной деятельности студентов, в эффективном проектировании современной образовательной среды для достижения результатов обучения. Введение в учебный план адаптивных, практикоориентированных образовательных мероприятий, таких как, например, система профессиональных конкурсов, является эффективным инструментом подготовки магистрантов к решению реальных профессиональных задач.

Новая модель сетевого взаимодействия в рамках Школа - Университет в рамках социально-образовательного кластера STEAM Community, многофункциональна. Это, с одной стороны, значительно усиливает практико-ориентированную составляющую в довузовской педагогической подготовке за счет внедрения новых инновационных форм взаимодействия заинтересованных сторон в образовательном процессе, разработки и внедрения современных поддерживающих технологий для студентов, в том числе студентов с ограниченными возможностями и инвалидностью, в сфере инженерно-технического творчества. С другой стороны, он способствует управлению профессиональным развитием учителей без отрыва от работы, путем приобретения новых STEAM компетенций и реализации междисциплинарных и интеграционных связей при участии в существующих региональных сетевых

проектах. Разработка и внедрение технологий сопровождения студентов в сфере инженерно-технического творчества служит основой для реализации их технических инициатив в рамках проектной деятельности.

Реализуемая модель способствует не только повышению качества образования, но и распространению международного опыта проектирования образовательного процесса на основе STEAM подхода с учетом концепции образовательной инженерии.

– ***Кружковое движение НТИ*** [130]

Кружковое движение НТИ - это, с одной стороны, общероссийское сообщество энтузиастов технологий, основанное на принципе горизонтальных связей между людьми, идеями и ресурсами. С другой стороны, это система кружков (детско-взрослых сообществ производителей, которые вместе со специалистами в этой области решают текущие технологические проблемы) и внеклассных мероприятий в сфере образовательной инженерии, которые, как ожидается, позволят школьникам принимать участие в различных проектах и инициативах в области технического творчества (конкурсы и фестивали школ дизайна), получать экспертные знания и получать доступ к оборудованию в ресурсных центрах (FabLabs, детские технопарки и др.).

Движение можно рассматривать как аналог движения Makers, поскольку оно основано на тех же принципах, как: свобода, самостоятельность, непредубежденность, обучение на практике и т. д. Однако это исключительно образовательная программа. Кружковое движение – это явление, призванное построить экосистему, объединяющую как энтузиастов и разработчиков технологий, крупные компании, госкорпорации и образовательные учреждения, так и образование, науку и технологический бизнес и создающую реальные форматы сотрудничества всех его участников.

Ниже перечислены основные образовательные инициативы Движения: первые командные инженерные соревнования школьников и студентов «Конкурс НТИ», «Урок НТИ», Проект «РУКАМИ» (фестивали идей и технологий), Проект «Академия наставников», проектные школы «Практики будущего», и т.д.

– ***Олимпиада Кружкового движения НТИ*** [131]

Это уникальный формат инженерных олимпиад для школьников 8-11 классов (для 5-7 классов проводится Олимпиада НТО Junior), а также студентов вузов (Студенческий трек НТИ), направленный на выявление и поддержку

талантливой молодежи, умеющей решать сложные междисциплинарные задачи. Конкурс проводится с целью поддержки школьников, интересующихся инженерным делом, в поступлении в ведущие инженерные вузы.

Конкурс включает в себя онлайн-этап отбора, в ходе которого участники решают задачи индивидуально, командный онлайн-этап и, наконец, выездной финал, в ходе которого команды работают с инженерным оборудованием и разрабатывают инженерные решения в перспективных направлениях.

Конкурс проводится по 30-ти образовательным профилям, связанным с развитием рынков будущего, таких как «Автономные транспортные системы», «Большие данные и машинное обучение», «Интеллектуальные энергетические системы», «Системы связи и дистанционное зондирование Земли», «Беспилотные авиационные комплексы», «Интеллектуальные робототехнические системы», «Инженерные биологические системы» и др.

– *Урок НТО* [132]

Урок представляет собой неформальное образовательное мероприятие, которое предполагает проведение учителями специальных профориентационных уроков для школьников 7–11 классов по направлениям Национальной технологической инициативы на материале и методических разработках Кружкового движения НТИ. Разработанные учебные материалы (интерактивные лекции, проблемные задания, задания на основе игротехнического менеджмента, онлайн семинары, получение обратной связи, и т.д.) предназначены для проведения уроков с таких STEM областях, как математика, информатика, физика, технология, география, биология, химия, которые затрагивают предметное поле в следующих аспектах: нейротехнологии, дополненная реальность, большие данные, машинное обучение, финансовые технологии, робототехника, энергетика, беспилотный транспорт, композитные материалы, умный город, аэрокосмические системы и спутники, урбанистика, геномное редактирование, когнитивные технологии, агробиотехнологии, нанотехнологии. Для проведения внеучебных занятий может также использоваться ТЛМ. Цель занятия - показать каждому школьнику важность работы с новейшими технологиями на основе глубоких знаний в предметных областях STEM, а также мотивировать и привлечь их к решению реальных технологических проблем, к участию в олимпиаде НТИ. чтобы помочь приобрести и развить навыки, необходимые для прохождения всех этапов Конкурса и победы.

- *Проектные школы «Практики будущего»* [133]

Однодневные и многодневные хакатоны, а также выездные школы, где подростки полностью погружаются в работу над реальными задачами, являются одними из наиболее эффективных форматов проектной деятельности Кружкового движения НТИ. Цель проектной школы - наладить систематический трансфер новых технологий в образовательную сферу и поддержать ценности Движения в обществе. В рамках таких мероприятий, как хакатоны и школы дизайна, школьники и студенты участвуют в разработке новых практик будущего, связанных с решением актуальных вопросов и задач.

Следующие элементы являются ключевыми фокусами проекта: детско-взрослая среда; комплексное развитие системы образования в регионе (обучение местных наставников, вовлечение региональных вузов, взаимодействие с региональными индустриями и бизнесом); когнитивные методы и мягкие квалификации (навыки анализа ситуации, работа с проблемой, декомпозиция задач, целеполагание and командная работа); эксперты из индустрии (представители рынков НТИ, стартапов и крупных корпораций). Методология основана на научно-методических материалах и исследованиях в партнерстве с Высшей школой экономики, Московским городским психолого-педагогическим университетом, Образовательной школой Университетского колледжа Лондона, и т.д. В качестве наиболее интересных примеров образовательных событий (2019-2020) могут быть представлены следующие: Образовательный интенсив «Остров 10-22» (120 школьников, участников Олимпиады НТИ и победителей хакатона «Практики будущего» разрабатывали проекты по трём направлениям: нейротехнологии, энергетика и анализ космических снимков); хакатон «Local Hack Day» (600 школьников и студенты со всей России в составе 15-ти команд разработали предложения для решения проблем, вызванных COVID-19); Сколково «Junior Challenge» (широкомасштабные проектные соревнования для школьников 8-11 классов по направлениям «Энерготех», «Биомед» и «Промтех», организованные совместно с Международной гимназией «Сколково», проводятся с целью развития у школьников исследовательских и предпринимательских компетенций, лидерских качеств, продуктивной коммуникации, навыков создания и продвижения междисциплинарных проектов).

– ***Проект «РУКАМИ»*** [134]

Проект представляет собой серию образовательных мероприятий Кружкового движения НТИ по популяризации технического творчества среди молодежи. Его цель – создать эффективную среду для развития идей и талантов российских школьников и студентов. Проект состоит из двух треков для детей

и подростков: Всероссийского конкурса проектов «РУКАМИ» и серии фестивалей «РУКАМИ».

Конкурс предназначен для выявления лучших практик и проектов технического творчества детей и молодежи. В конкурсе могут принять участие все, независимо от возраста, индивидуально или в составе группы. Проекты должны быть реализованы с использованием современных технологий, прототипов или MVP и соответствуют одному из следующих треков: «Био», «Технологии», «Искусство», «Развлечения», «Сделай мир лучше».

Данные региональные фестивали являются мероприятиями по популяризации современных технологий, инженерного творчества, внеурочных мероприятий в области STEMобразования и мероприятия кружкового движения НТИ в регионах. В 2019 г. региональные фестивали прошли в 10-ти городах по всей России, в 2020 г. планируется проведение 15-ти региональных фестивалей. Международный проект «РУКАМИ» (Москва) – центральное мероприятие, объединяющее изобретателей, проектировщиков, технологических энтузиастов со всего мира, которые представляют свои проекты в сфере инженерии и технического творчества. В режиме реального времени гости фестиваля участвуют в интерактивных мастер-классах, арт-перформансах, участвуют в лабораторных работах.

- Образовательные практики STEM по проекту «Сириус»

Масштабное внедрение STEM-образования в России началось с открытия при университетах Центров технической поддержки образования (ЦТПО), некоторые из которых в дальнейшем приняли участие в конкурсе компании «Intel» и фонда «Intel Foundation» и получили статус STEM-центра. В 2015 г. компания «Intel» и проект «Всероссийский фестиваль науки 0+» объявили о региональном расширении совместного проекта с привлечением промышленных партнеров по созданию научно-технологических центров для школьников. К тому времени уже были созданы 155 STEM-центров в Москве, Московской области и Поволжском федеральном округе. Проект «STEM-центры» фокусируется на привлечении интереса школьников к инженерным и техническим специальностям, ранней профориентации, и имеет целью воспитать новое поколение изобретателей, инноваторов и предпринимателей, работающих над проектами в сфере высоких технологий.

- STEM центры в рамках проекта «Всероссийский фестиваль науки 0+»

Данные центры – это сеть исследовательских и инженерных лабораторий, поддерживающая научную, техническую и инженерную составляющую в дополнительном образовании школьников. Лаборатории реализуют образовательные программы на основе принципов проектного обучения и сетевого взаимодействия с индустриальными партнерами посредством проведения сетевых исследовательских проектов, конкурсов и соревнований, летних проектных лагерей и мастерских, таких как «Чемпионат Junior Skills», «FIRST (FLL-Junior, FLL, FTC)», «Ученые будущего», «Балтик SEF», «NRJcamp», «NANOcamp», «Smartcamp», «Rosatomcamp», и т.д.

Участниками проекта являются университеты, научные лаборатории, центры дополнительного образования детей, общеобразовательные школы, отвечающие следующим критериям: возможность реализовывать образовательные программы в области естественных наук, технологий, программирования или робототехники для школьников 7-11 классов; наличие специалистов, имеющих научную или техническую экспертизу, готовых осуществлять руководство проектной деятельностью детей; наличие необходимого оборудования; наличие мотивационных программ по поддержанию интереса к научно-исследовательской и инженерно-технической деятельности, и т.д.

По итогам 2019 г. в России работает 226 STEM центра в 40 регионах. 17 000 школьников 7-11 классов прошли обучение в STEM-центрах. Обучение школьников проводилось более чем по 200 образовательным программам. Выполнено 750 проектов, 287 из них были представлены на различных конференциях или конкурсах.

Образовательный центр для одаренных детей «Сириус» в Сочи [135] создан в 2014 г. образовательным фондом «Талант и успех» по инициативе Президента Российской Федерации В.В. Путина. Основная цель центра - раннее выявление, развитие и дальнейшая поддержка одаренных детей, проявляющих таланты в искусстве, спорте, науке, а также успешных в инженерно-техническом творчестве.

Около 30-ти образовательных программ по направлению «Наука» (математика, физика, информатика, химия, биология, агробиология и генетика растений, биомедицина, «Старт в науке», «Введение в эксперимент» и др.), а также междисциплинарные и партнерские («Mail.ru Group», «Ростелеком», «Роснефть», «Роскосмос», «Сколково», «Яндекс» и др.) проектные программы для школьников 6-11 классов проходят в ОЦ «Сириус» каждый год. Проектные программы, связанные со STEM практиками, дают школьникам возможность использовать свои знания, навыки и творческий потенциал для решения реальных задач и проведения практических экспериментов и проектов по

целому ряду тем (космос, искусственный интеллект, информационные технологии, здравоохранение, нанотехнологии, электроника и т. д.), разработанных в сотрудничестве с крупными университетами и компаниями [136].

- Проект научно-технической программы «Большие вызовы» [137]

Программа «Большие вызовы» - самая масштабная ежегодная проектная программа для школьников в России, направленная на полный цикл инновационной деятельности по приоритетным научно-техническим направлениям. В течение трех недель программы проектные команды школьников 8-10 классов решают инженерно-технические задачи, поставленные российскими технологическими компаниями и предприятиями, научно-исследовательскими институтами и ведущими университетами. Помимо проектной деятельности, школьники посещают лекции и мастер-классы ведущих ученых и экспертов, участвуют в мастер-классах и работают с высокотехнологичным оборудованием. Ниже перечислены основные направления проектов и исследований программы «Большие вызовы»: большие данные, искусственный интеллект, кибербезопасность, автономный транспорт, современная энергия, умный город, освоение космоса и технологии, сельское хозяйство и биотехнологии, когнитивные исследования, генетика, персонализированная медицина, нанотехнологии, новые материалы.

- Всероссийский конкурс научно-технических проектов «Большие вызовы» [138]

Конкурс проводится как специальное мероприятие для отбора школьников на ежегодную программу «Большие вызовы». Как и в одноименной программе, конкурс проходит по направлениям: большие данные, искусственный интеллект, автономный транспорт, освоение космоса и технологии, нанотехнологии в сельском хозяйстве и др. Региональный этап конкурса проходит более чем в 45-ти регионах Российской Федерации. Школьники также могут подать онлайн-заявку, если в их регионе нет соответствующего направления.

На региональном этапе проводится взаимная экспертиза проектов, что позволяет экспертам ознакомиться с проектами из других регионов и сформировать экспертное сообщество. Основная идея конкурса - привлечение региональных экспертов и компаний к работе с детьми, содействие дальнейшей работе над проектами за счет географической близости школьников и

руководителей проектов, расширение пула партнеров, наставников и преподавателей конкурсных и образовательных программ [136].

Еще один пример неформальных STEM-практик Образовательного центра для одаренных детей «Сириус» - это волонтерский проект для школьных научно-технических студий «Уроки настоящего» [125].

Проект «Уроки настоящего» направлен на организацию сотрудничества, совместной проектной и исследовательской деятельности школьников и научных руководителей в национальном масштабе, популяризацию идей Стратегии научно-технического развития Российской Федерации. Тематическая палитра «Уроки настоящего» посвящена ответам на «Большие вызовы» в таких областях, как новые материалы, большие данные, освоение космоса и технологии, сельское хозяйство и биотехнологии, современная энергетика, автономный транспорт и т. д.

В рамках проекта в школах формируются научно-технологические студии. Школьники 8-10 классов из студий «Уроки настоящего» участвуют в офлайн- и онлайн-встречах, дискуссиях с учеными, технологическими лидерами и предпринимателями, а также разрабатывают проекты и проводят с ними исследования. Руководителями студии обычно являются выпускники Учебного центра «Сириус».

Деятельность студий разделена на циклы. Цикл длится четыре недели. Каждый месяц участники знакомятся с одним из ведущих направлений науки и технологий и решают задачу, которую ставит ученый или представляющая эту область компания. Все решения оцениваются экспертной группой, которая предоставляет обратную связь участникам проекта. Студии открываются в сентябре и закрываются в мае. Таким образом, за один учебный год проект проходит 9 образовательных циклов.

Студии работают на основе принципов проблемно-ориентированного подхода и модели смешанного обучения «перевернутый класс», используя онлайн-платформу, сервис онлайн-курсов «Sirius Educational Center» [139] и социальную сеть Вконтакте [140] как пространство для взаимодействия всех участников проекта.

В 2019 г. участвовало 80 студий в 33 регионах России. Участники решили задачу от Яндекса, они освоили новые навыки голосового помощника «Алиса». Для «Роскосмоса» сотрудники студии разработали программу, которая автоматически привязывает фотографии, сделанные с МКС, к определенной географической местности. Также была усовершенствована методика оценки растворимости гранулированных удобрений для компании «ФосАгро». «КАМАЗ» предложил разработать программу сборки современного автомобиля.

Подобным образом региональные центры образования одаренных детей, реализующие модель «Сириус», такие как «Шаги к успеху» (Ростов-на-Дону) [141], «Золотое сечение» (Екатеринбург) [142], «Академия талантов» [143] (Санкт-Петербург), «Казанский открытый университет талантов 2.0» (Казань) [144] и др. разрабатывают и проводят проектные и исследовательские образовательные программы и неформальные STEM-мероприятия (летние лагеря, хакатоны, проектные сессии и т. д.) в сотрудничестве с университетами и региональными отраслями и предприятиями.

- *Общероссийский образовательный онлайн-проект «Цифровой урок»* [145]

Общероссийский онлайн-образовательный проект «Цифровой урок» - это пример успешных проектов STEM-образования «от неформального к формальному», реализуемых в рамках Национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» [146], федерального проекта «Кадры для Цифровой экономики» [147].

«Цифровой урок» - онлайн-курс для школьников 1-11 классов, инициированный Министерством образования, Минкомсвязи РФ и АНО «Цифровая экономика» и разработанный совместно с ведущими технологическими компаниями, такими как «Mail.ru group», «Сбербанк», «1С», «Лаборатория Касперского», «Яндекс», а также образовательные онлайн-платформы «Кодвардс» и «Алгоритмика». Проект был инициирован в 2016 г. как российский аналог глобального движения «Hour of Code» [148].

С 2019 г. проект, призванный вдохновлять лидеров STEM образования будущего, предполагает знакомство школьников с направлениями развития цифровой экономики (видеолекции, вебинары для учителей, учебные и методические материалы) и их вовлечение в практическую деятельность (геймификация, занятия на онлайн-симуляторах для школьников 1-4-х, 5-7-х и 8-11-х классов) в контексте реальных задач в области программирования, больших данных, сетевых и облачных технологий, искусственного интеллекта, персональных помощников, цифровой безопасности и т. д. В каждом уроке принимают участие от 1 500 000 до 3 500 000 школьников.

- *Образовательный STEM центр Сколково «MAKERspace» для школьников*

Центр был открыт в 2017 г. как совместный проект «LEGO Education», технопарка «Сколково», а также компаний «ЛИНТЕХ», «TETRIX» и «Стандарт-21» как базовый элемент комплексных программ непрерывного

образования будущих инженеров и исследователей (детский сад - школа - вуз - промышленность / бизнес). В центре ученики начальной и средней школы изучают инженерные и информационные технологии: блокчейн, интернет, мобильная робототехника и т.д. Задачей центра является развитие интереса детей к научно-техническому творчеству, робототехнике and IT. Обучение в STEM-центре осуществляется на базе робототехнических образовательных решений «LEGO Education», «TETRIX» и «SKART IOT», которые используются в рамках курса профессиональной подготовки по дисциплине «Инженер-проектировщик систем Internet of Things». В программу входит учебно-методический модуль обучения, рассчитанный на 72 часа; универсальный макетный стенд «Умный дом JS», набор по изучению нейробиосигналов «Bitronics LAB», а также набор «LEGO MINDSTORMS Education EV3» с датчиками «SmartBRICKS».

– *Roboоky: программы инженерного творчества STEM для детей* [152]

Хорошим примером неформального STEM-образования является международная сеть (Россия, страны СНГ, США) школ робототехники и инженерии «Roboоky», насчитывающая 35 учебных центров, более 11 000 школьников и выпускников и 130 победителей международных STEM конкурсов. Миссия «Робуки» - помочь школьникам в возрасте от 5 до 16 лет определиться с их будущей профессией (знакомство с «профессиями будущего»), развить навыки предпринимательского мастерства и инженерного/проектного мышления. Программа инженерного творчества STEM состоит из 13 модулей, каждые два месяца ребенок изучает новое предметное поле и новую профессию, такие как: аэрокосмическая инженерия, строительная инженерия, робототехника «Lego WeDo» и «Mindstorms», «Scratch Programming», морская инженерия, промышленная инженерия, инженерия окружающей среды, основы Arduino, и т. д.

Индивидуальные и групповые занятия проходят раз в неделю на основе игровых и проектно ориентированных технологий обучения с использованием собственной онлайн-платформы и авторских учебных материалов и включают в себя также экскурсии в IT-компании, участие детей соревнованиях и конкурсах.

«Roboоky» совместно с другими STEM-центрами проводит ежегодную международную олимпиаду по инжинирингу и робототехнике «World Roboоky Competition» для детей в возрасте от 5 до 16 лет. В рамках олимпиады проходят такие соревнования, как: «Goldberg miniCup», состязания с роботами «Lego EV3» и «Wedo 2.0 Competitions», а также творческий конкурс «Лекарство для планеты».

– *Практика формального STEM-образования в России: на примере частной школы «Хорошевская школа» («Хорошкола») [153]*

С момента основания школы в 2017 г. естественнонаучное образование в «Хорошколе» основывается на концепции STEM-образования, которая подразумевает проектную интеграцию науки и технологий. Проекты учащихся (дизайнерские, исследовательские, лабораторные) играют ведущую роль в образовательном процессе, генерируя информацию и фиксируя необходимые теоретические знания. Практические задачи позволяют включить навыки 21-го века непосредственно в процесс изучения предмета. Учебный процесс фиксируется, оценивается и поддерживается цифровой средой и цифровыми инструментами.

Цель естественно-научного образования Хорошколы – формирование умения самостоятельно решать различные жизненные задачи в современном, быстро меняющемся, высокотехнологичном мире, на основе исследовательского контекста, проектного подхода; навыков 21-го века (4К компетенций); овладения знаниями и навыками научного процесса.

Образовательный кластер «Хорошкола» включает в себя физику, химию, биологию, физическую географию, науки о Земле и астрономию. Школьники 5-9-х классов изучают естественные науки в рамках интегрированной предметной области «Естественные науки» (4-6 часов в неделю для лабораторных работ и 1 час для индивидуальной работы), участвующих в лабораторных работах с элементами исследования, часы самостоятельной работы, проектную работу, демолекции, дискуссии под руководством преподавателя (обсуждение результатов практической работы в больших группах), лекции представителей высокотехнологичного бизнеса и индустрии, хакатоны (1-2-х дневные проектные сессии); полевые практики и экскурсии; конференции, презентации и защита проектов.

Распределение тем и разделов по годам обучения следует логике межпредметных связей, на которых построено изучение естественных наук в целом. В 7-8-х классах каждый из естественно-научных предметов изучается в формате учебных 2-3-х недельных модулей, предполагающих изучение одного предмета. Последовательность предметов в течение года выстраивается в логике межпредметных связей (пример: перед изучением на географии темы «Атмосфера» учащиеся 7-го класса занимаются в течение 2-х недель физикой, осваивая понятия: архимедова сила, давление атмосферы, тепловое расширение, конвекция).

Проблемно-научные курсы мотивируют школьников заниматься практическими задачами из реальной жизни, выполнять лабораторные работы и проекты в небольших группах (2-4 человека). Они также проектируют и разрабатывают оборудование и установки, планируют и проводят исследования и составляют индивидуальные отчеты.

Используются три способа оценивания: оперативная обратная связь, качественное текущее оценивание каждой выполненной практической работы и критериально-ориентированное оценивание по результатам итоговых работ. Основной формой оценки является формирующее оценивание: учащиеся получают задания не с целью проверки наличия знаний и умений, а для их последовательного освоения. Основная форма полученного результата обучения – отчет по лабораторной работе, который является предметом качественной оценки (обратной связи), поскольку позволяет оценить знание и понимание предметной области, а также освоенные мягкие квалификации.

Учителя Хорошколы сочетают функции педагога-фасилитатора групповой работы, эксперта, оценивающего работу учащихся в соответствии с системой критериев, ученого и дизайнера образовательной среды – педагоги самостоятельно и при участии профессионалов-исследователей разрабатывают все учебные и методические материалы, проектные задания, тесты и оценочные материалы.

Особую роль играет специально спроектированная образовательная среда. В школе нет деления на кабинеты химии, физики, биологии. Есть 4 больших специализированных пространства: 1) Мегалаб (900 м²) оснащен всем необходимым оборудованием для лабораторных исследований, групповых дискуссий, учебной работы над проектами в мини-группах, а также лекций, презентаций, конференций, просмотра полноформатного видео материалов; 2) Экспериментариум (250 м²) позволяет осуществлять практическую работу, изобретать различные приспособления и проводить презентации; 3) FabLab (300 м²) является настоящим мейкерским пространством для любого исследовательского и инженерного проекта; 4) Лаборатория робототехники и микроэлектроники (180 м²).

- Программы и курсы подготовки учителей STEM

Рассмотренные национальные политики и инициативы в области STEM образования, совместные проекты школы, университета и промышленности в области неформального STEM образования, а также конкретные примеры неформальных и формальных образовательных STEM практик в России требуют новых типов педагогических кадров для современной науки и

технологий, в частности, учителей математики, начальных классов и дополнительного образования. Такие учителя STEM должны быть осведомлены о проектном и проблемном обучении, методологии геймификации, иметь опыт разработки интегрированных учебных STEM программ, вовлечения студентов в реальные исследования и инженерные проекты в контекстах, которые устанавливают связи между школой, сообществом, промышленностью и т. д. Они также должны уметь выполнять роли дизайнера учебных программ и образовательных сред, менеджера образовательных проектов, дизайнера классных игр, фасилитатора группы, а также тренера по мягким навыкам.

Система непрерывного обучения STEM учителей в России еще не сформирована. Однако существует ряд успешных практик в этой области, таких как MOOCS, летние школы и программы магистратуры.

- *Академия наставников Кружкового движения НТИ* [154]

Академия наставников - совместный проект Фонда «Сколково», Агентства стратегических инициатив, Открытого университета Сколково (OpUS) и рабочей группы НТИ «Ассоциация Кружкового движения». Цель проекта - создать систему массового обучения и сертификации наставников проекта и специалистов в области проблемного обучения. Для этого создаются онлайн-курсы и проводятся очные интенсивные курсы под названием «Школы наставников» для подготовки менеджеров и наставников проектного обучения. Также планируется создать «обмен наставниками» - площадку для поиска наставников для школьных и студенческих проектов и проектных команд.

- *«Как стать наставником проектного обучения»* [155]

Онлайн-курс «Как стать наставником проектного обучения» на платформе онлайн-образования «Лекториум» [156] представляет собой двухмесячный массовый открытый онлайн курс по организации внеклассных проектных мероприятий в школах, работе с проектными командами учащихся, управлению проектами в образовании. для тех, кто планирует участвовать в Школе наставников «Project Mentors Academy», а также для школьных учителей, учителей и тренеров дополнительного образования, наставников в Кванториумах, менеджеров проектов FabLab и т. д.

- *Онлайн-курс «Лекториум» «От хакатона до проектной школы»* [157]

МООС состоит из трех модулей, посвященных разным форматам образовательных интенсивов: инженерные соревнования, хакатоны и проектные школы. Каждый модуль посвящен особенностям формата, организации учебного процесса, а также конкретным навыкам и обязанностям наставника в области проблемно-ориентированного обучения.

- *Магистратура «Преподавание физики и STEM-образование» (МГУ)*
[158]

Магистратура нацелена на подготовку будущего учителя естествознания и инженерии. Выпускники программы формируют необходимые профессиональные навыки для решения сложной педагогической задачи вовлечения в инженерные профессии школьников на этапе предпрофильной и ранней профильной подготовки школьников. Преподаватель естествознания и инженерии также обладает инженерными компетенциями, в первую очередь умением планировать и реализовывать комплексные проекты.

Образовательный процесс строится на решении практических задач. Лекции заменяются тренингами, лабораторными работами и педагогической практикой. Часть программы реализуется в формате мастер-классов и педагогических мастерских, в том числе на площадках инновационных образовательных организаций (технопарки Курчатовского института и Мосполитеха, Хорошкола и Школа №1799). Исследовательская работа магистрантов ориентирована на разработку учебных и методических материалов.

Учебный план состоит из четырех модулей:

1. Исследовательский модуль. В этом модуле студенты выполняют исследование и пишут магистерскую диссертацию. 2. Психолого-педагогический модуль, в котором магистранты учатся понимать и использовать возрастные особенности ребенка и закономерности ситуаций педагогического взаимодействия ребенка и взрослого. 3. Методический модуль. В этом модуле происходит освоение современных образовательных технологий и подходов на материале предметных областей: физики, технологии, информатики. 4. Технологический модуль предполагает изучение образовательной робототехники, электроники и программирования для уроков технологии, информатики и реализации дополнительных образовательных программ.

- *Магистерская программа Балтийского федерального университета им. Иммануила Канта «STEAM-практики в образовании»* [158]

Магистерская программа «STEAM-практики в образовании» в Балтийском федеральном университете им. И. Канта (Россия, Калининград) предоставляет системные знания в области педагогического образования и подготовки учителей на стыке технических наук и творческой деятельности. Программа разработана в рамках международного проекта ERUSMUS + KA2 «Комплексный подход к подготовке учителей STEM / STEAM». Она учитывает действующие профессиональные стандарты, требования работодателей и мнения международных экспертов. Программа направлена на подготовку будущих педагогов, способных не только разрабатывать основные и дополнительные образовательные программы, но и высокотехнологичные способы их реализации, такие как создание школьных технопарков и технополисов, образовательных студий и проектов STEAM. Студенты, осваивающие программу, знакомятся с опытом и лучшими практиками национальных и международных систем образования. Их учат проектировать специальные образовательные пространства, которые позволяют учителям и тренерам всех уровней внедрять STEM и STEAM подходы и принципы междисциплинарности в обучение, запускать высокотехнологичные образовательные стартапы и проекты, организовывать и управлять инновационными исследованиями и проектной деятельностью студентов. Эта программа позволяет выпускникам стать профессионалами с соответствующими знаниями, востребованными не только в контексте национальной системы образования, но и на международном рынке труда. Выпускник программы может подать заявку на несколько должностей. Программа предназначена для тех, кто работает или планирует работать в сфере образования, в государственных и частных школах, в системах дополнительного образования детей и взрослых, центрах повышения квалификации педагогов, дополнительного профессионального образования, в сфере организации культурных и образовательных мероприятий в научных музеях, инновационных центрах для молодежи и т. д. Карьера со степенью магистра в области образования может развиваться как по горизонтали с расширением профессиональных возможностей, так и с выходом за рамки функциональных ролей учителей основных предметов в междисциплинарную область, или стать педагогом-наставником и создать собственную методическую школу; и вертикально, когда выпускники продвигаются по карьерной лестнице на административные должности в органах управления образованием на различных уровнях.

Экспертами программы являются известные специалисты в данной области: д-р Килин Лихи (Dr. Keelin Leahy), преподаватель технологии Университета Лимерика, Ирландия; Янерик Лундквист (Janerik Lundquist),

старший преподаватель, Университет Линчёпинга, Швеция; профессор Меррилин Гус (Prof. Marilyn Goos), профессор STEM-образования, директор EPI * STEM, Национального центра STEM-образования, Университет Лимерика, Ирландия; проф. д-р Гюльтекин Чакмакчи (Prof. Dr. Gultekin Saktakci), Университет Хаджеттепе, Турция.

Целью программы является углубленная подготовка современного учителя-исследователя и педагога-практика, способного успешно разрабатывать и внедрять STEM / STEAM технологии для стимулирования интереса обучающихся к изучению наук и искусств, развития творческих способностей и технического творчества по основным и профильным предметам в школах. Модули программы включают инновационные процессы в образовании, методологию STEM и STEAM образования, методы и принципы непрерывного обучения, современные образовательные технологии (включая методы STEAM, дизайн-мышление и технологии визуализации, художественное образование в современных условиях, экосистемы проектной деятельности по дополнительному образованию, образовательную робототехнику).

Учебный план включает в себя офф-лайн и онлайн-лекции, семинары, технологии электронного обучения, семинары по дизайну, тренинги и мастер-классы, возможности индивидуального обучения, стажировки, профессиональное обучение в промышленных и научных лабораториях, публичную презентацию результатов обучения в форматах microteaching, презентации проектов формата TED, тренинги по профессиональной идентичности в практикоориентированной среде, в которых студенты получают возможность применить полученные компетенции и навыки на производственной практике в ведущих образовательных учреждениях Калининградской области и на базе Ресурсных центров и лабораторий Университета с первого года обучения. Программа дает возможность прохождения международной стажировки.

Что касается карьерных возможностей, выпускники смогут быть успешными в профессиональной деятельности в области психологии, педагогики, научных, методологических, научно-исследовательских, методологических, организационных и управленческих сфер, а также в области экспертного консультирования в образовательных учреждениях различных уровней подготовки, в учреждениях дополнительного образования, научных музеях, инновационных центрах для детей начальной школы, технопарках и технополисах STEM/STEAM образовательных студиях, проектных офисах, задействованных в разработке образовательных проектов.

STEM-образование в Казахстане

Общие положения

Политика в области STEM-образования в Казахстане

Развитие STEM-образования идёт и в Казахстане. Данная инициатива подтверждается переходом на обновленное содержание школьного образования в контексте STEM в рамках Государственной программы развития образования и науки на 2016-2019 годы [159]. При реализации новой образовательной политики планируется включить элементы STEM в учебные планы, направленные на развитие новых технологий, научных инноваций и математического моделирования.

Основные цели:

- Новый междисциплинарный и проектный подход к обучению, который позволит обучающимся укрепить свой исследовательский и научно-технический потенциал, развить навыки критического, инновационного и творческого мышления, навыки решения проблем, коммуникации и командной работы.
- В Государственном стандарте начального образования появились новые укрупненно-интегрированные образовательные направления «Математика и информатика», «Естествознание» и «Технологии и искусство», которые предусматривают изучение новых учебных предметов, таких как «Информационные и коммуникационные технологии», «Естествознание» и «Художественное творчество для начальных и старших классов», также введены новые учебные предметы «Графика и дизайн», «Основы предпринимательства и бизнеса» и факультативные курсы.

- Государственная программа «Цифровой Казахстан» [160]

Государственная программа «Цифровой Казахстан», утвержденная 12 декабря 2017 года, предусматривает поэтапное внедрение предмета «Основы программирования» в систему среднего образования с целью развития творческих способностей и критического мышления подрастающего поколения, начиная со 2-го класса. Программы 5-11 классы также будут

обновлены, в первую очередь в части пересмотра языков программирования с учетом включения элементов STEM (робототехника, виртуальная реальность, 3D-печать и другие).

Правительству республики поручено разработать и внедрить отдельную программу «Цифровой Казахстан», целью которой является развитие в стране таких перспективных отраслей, как 3D-печать, онлайн-коммерция, мобильный банкинг, цифровые сервисы, в том числе в здравоохранение и образование.

Задача по повышению качества человеческого капитала может быть решена, если сделать образование центральным звеном новой модели экономического роста. Следовательно, современные учебные программы должны быть направлены на развитие у обучающихся способностей критического мышления и навыков самостоятельного поиска информации, необходимо уделять большое внимание формированию ИТ-знаний, финансовой грамотности и воспитанию патриотизма молодежи.

В соответствии со Стратегическим планом развития Республики Казахстан до 2025 года, утвержденным Указом Президента Республики Казахстан от 15 февраля 2018 года № 636, элементы STEM направлены на развитие новых технологий, научных инноваций, математическое моделирование, программирование, робототехнику и начальное технологическое обучение. Для этого также будут организованы программы дополнительного образования, внеклассные занятия и научные кружки, будет создана сеть детских технопарков и бизнес-инкубаторов со всей необходимой инфраструктурой и механизмами для их обслуживания. В средней школе ряд предметов будет преподаваться на английском языке [161].

- Государственная программа развития образования и науки Республики Казахстан на 2020-2025 годы [162]

Данная программа утверждена Постановлением Правительства Республики Казахстан от 27 декабря 2019 года № 988. Согласно данной программе, развитие цифровой инфраструктуры образовательных организаций (беспроводная связь, облачные технологии, микросерверы, компьютеры и периферийное оборудование, локальная сеть, широкополосный доступ в Интернет и т. д.) будет продолжаться. В рамках проекта Всемирного банка по модернизации среднего образования более 5 000 школ будут обеспечены 100 000 портативными компьютерами и 20 000 принтерами. Более чем 2500 школ без подключения к Интернету или с низкой скоростью соединения будут оснащены 1200 центрами обработки данных. В результате будет реализован

проект «1 учитель – 1 компьютер» по обеспечению всех учителей компьютерами. В школах будут оборудованы предметные классы по химии, биологии, физике, STEM-классы. Будут модернизированы кабинеты технологии.

STEM-центры при университетах

- Педагогический STEM-парк Казахского национального педагогического университета им. Абая [163]

17 марта 2018 года в Казахском национальном педагогическом университете имени Абая в рамках реализации Послания Президента Нурсултана Назарбаева народу Казахстана «Новые возможности развития в условиях четвертой промышленной революции» и поддержки Государственной программы «Цифровой Казахстан» прошел международный казахстанско-российский семинар «Педагогический STEM-парк».

Вторая встреча в рамках семинара «Педагогический STEM-парк» направлена на обсуждение способов внедрения STEM-образования в педагогическом университете, и ближайшей задачей является создание STEM-парка (или STEM центра) в университете, который будет способствовать развитию цифрового образования, подготовке бакалавров и магистрантов по дополнительной специальности «Информатика и робототехника», введению элективного курса для всех естественнонаучных специальностей по цифровой робототехнике и STEM-обучения и дисциплины «Цифровые технологии в образовании» для всех педагогических специальностей. Реализация поставленных задач обеспечит подготовку высококвалифицированных кадров в сфере цифровых технологий, связанных с основными элементами четвертой промышленной революции, такими как автоматизация, роботизация, искусственный интеллект, обмен «большими данными».

Обсуждаемые вопросы: «Педагогический STEM-парк» как новый формат партнерства между системой образования и бизнесом. Интеграция STEM-парка в образовательный процесс. Ознакомление с продуктами компаний для STEM лабораторий в области цифровой робототехники и мехатроники.

Для реализации вышеперечисленных предложений был создан учебный STEM центр – педагогический STEM-парк при Казахском национальном педагогическом университете им. Абая, который является важнейшим этапом систематизации подготовки студентов педагогического вуза для обучения школьников робототехнике и проведения научных исследований в области

робототехники, а также разработки методической системы обучения школьников робототехнике.

В 2018 году Министерство образования и науки Республики Казахстан объявило о запуске проекта «Модернизация среднего образования». Для его реализации правительство получило кредит в размере 75 миллионов долларов от международного банка реконструкции и развития. В рамках проекта планируется комплекс инициатив по поддержке обновленного содержания образования, в том числе создание лабораторий робототехники в 16 вузах страны, в том числе в Казахском национальном педагогическом университете им. Абая.

24 сентября 2019 года в Казахском национальном педагогическом университете им. Абая был открыт класс, в котором представлены 10 базовых и 10 ресурсных робототехнических комплектов *Robotics Advanced Fischertechnik*, 2 комплекта роботизированных треков *Базовый*, 10 комплектов для экспериментов и робототехнических проектов *Arduino*, 3D-принтер *E12 Anet*, 6 моноблоков, станок с ЧПУ для резки и обработки материалов *JI-K3020*, инфракрасная паяльная станция *ACHI IR-6500*, паяльная станция *Saike-852d ++* с аналого-цифровым управлением, микроскоп для пайки микросхем, цифровой осциллограф *UTD2052CL 50MHz* и многое другое.

Для обучения специалистов в области «Робототехника» были выполнены следующие мероприятия:

- Разработана образовательная программа по специальности «Электротехника, радиоэлектроника и робототехника» по специальности «5В012000-Профессиональное обучение». На основе разработанной образовательной программы составлены рабочие программы и учебный план на 2018/2019 и 2019/2020 годы.

- Разработана образовательная программа «Электротехника, электроника и робототехника» по специальности «5В071600-Приборостроение» по направлению «Мехатроника и робототехника». Подобраны необходимые элективные дисциплины в базовом и профильном модулях. Дана квалификационная характеристика бакалавров специальности «5В071600-Приборостроение». На основе разработанной образовательной программы составлены рабочие программы и учебный план на 2018/2019 и 2019/2020 годы.

Разработана рабочая программа по дисциплине «Образовательная робототехника и мехатроника» для технических и естественных специальностей объемом 3 зачетные единицы, которая включает в себя темы лекционных и лабораторных занятий, задания для самостоятельной работы студента, в том числе самостоятельная работа под руководством преподавателя и требования к учебно-методическому обеспечению.

- *Назарбаев Университет. Программа по обучению учителей школ преподаванию дисциплин STEM на английском языке подтвердила соответствие международным стандартам [164]*

23 ноября 2018 года Международная независимая экспертиза оценила программу университета по обучению учителей в области преподавания STEM предметов на английском языке. Эксперт дал положительную оценку программе. Экспертиза признала высокое качество образовательной программы и доказала, что программа соответствует международным стандартам с точки зрения управления, содержания, методологии, материальной базы и ресурсов.

В течение 2017-2018 годов в рамках государственной политики по трехязычному образованию Назарбаев Университет подготовил более пяти тысяч городских и сельских учителей химии, физики, биологии и информатики. Обучение по этим программам помогло учителям достичь уровня B2 по английскому языку, который был необходим для успешной сдачи международного языкового экзамена.

С 1 сентября 2019 года в школах Казахстана планируется преподавание химии, физики, биологии и информатики на английском языке для 10 и 11 классов.

- *Евразийский национальный университет [165]*

В Евразийском национальном университете им. Гумилева по специальности «7M01525 STEM-образование» готовят магистров, которые умеют применять информационные технологии с элементами STEM в сфере образовательной деятельности, контролировать и управлять учебным процессом, обладают навыками исследовательской деятельности.

STEM семинары и форумы

В стране проводятся различные обучающие STEM-семинары и STEM-форумы. В январе 2020 года в Щучинске (Акмолинская область) в Высшем педагогическом колледже прошел обучающий семинар «STEAM-образование в системе профессионального образования». Целью данного мероприятия является развитие компетенций, основанных на использовании технологий, моделирования, искусства, математики, междисциплинарных и прикладных подходов, которые являются основной идеей STEAM-образования.

17 марта 2018 года в Казахском национальном педагогическом университете имени Абая на базе международной научной лаборатории по проблемам информатизации образования и образовательных технологий прошел международный казахстанско-российский семинар «Педагогический

STEM Park». Участники семинара: Московский педагогический государственный университет, КГПУ, ЗАО *Дидактические системы*, г. Москва. Участники семинара поделились опытом создания учебных лабораторий и STEM-парка. Педагогический STEM-парк – это новый формат партнерства в рамках системы образования и бизнеса. Для реализации вышеперечисленных предложений создан учебный центр STEM – Педагогический STEM-парк КазНПУ им. Абая, что является важнейшим шагом для систематизации подготовки студентов педагогического вуза к обучению школьников робототехнике и выполнению научно-исследовательских работ в области робототехники и разработки методической системы обучения школьников в области робототехники. КазНПУ имеет три лаборатории: 1) лабораторию робототехники 2) лабораторию измерительных систем 3) лабораторию мехатроники.

Педагогический STEM-парк реализовал следующие научно-технические проекты с высоким потенциалом для будущего STEM-образования: *Система автоматического контроля бодрствования человека; Комплект цифровой учебной лаборатории по физике; Научно-методические основы лабораторных работ по учебной робототехнике и мехатронике.*

28 февраля 2020 года в городе Нур-Султан в Международной школе «Мирас» прошел республиканский форум «STEM инновации в образовании».

Цель форума – популяризация STEM-образования среди общеобразовательных и специализированных школ республики. В республиканском форуме приняли участие более 100 преподавателей и студентов.

В рамках форума были проведены мастер-классы по внедрению STEM-технологий: *Astana IT University, Введение в Web, STEM-образование, Microsoft Hacking STEM-ресурсы, Лига роботов.*

В рамках форума прошла выставка 27-ми STEM-проектов студентов, которые с гордостью представили свои изобретения. Участие в форуме формирует навыки проектной работы в команде, умение создавать практическое решение на основе академических знаний, формализовать и представлять свои результаты. Дети получают новые знания и навыки, участвуют в исследованиях, что позволяет им на практике овладеть навыками научной работы, которые пригодятся им в дальнейшем обучении в вузах.

- *Методические семинары Орлеу*

4 ноября 2019 года тренеры Орлеу, Тараз Б. Махадиева, С. Курманова, А. Бейсенкулова, Ж. Кошербаева, организовали для учителей начальных классов на базе средней школы № 36 г. Тараз методический семинар «Особенности

планирования обновленной образовательной программы в начальной школе» в рамках внедрения STEM-образования.

Цель семинара заключалась в развитии у учителей начальных классов навыков краткосрочного планирования в контексте обновления содержания образования. Во время семинара тренеры поделились с учителями полезными советами по краткосрочному планированию и оказали методическую помощь по стратегиям оказания эффективной обратной связи.

Семинар завершился рассмотрением особенностей краткосрочного планирования, эффективности формативного оценивания и способов развития профессиональной компетентности учителя.

В филиале Национального центра перспективных исследований *Орлеу* начался двухдневный региональный обучающий семинар на тему: «STEM-образование: организация практической деятельности». В ходе семинара участники рассмотрели возможности использования STEM-образования в практической деятельности, поделились своим опытом, определили трудности, существующие на данном этапе. В частности, учителя высказали предложение по созданию онлайн-платформы для внедрения новой системы и предложили ряд рекомендаций. До сегодняшнего дня о STEM-образовании говорили с точки зрения ознакомления с новым понятием, но в этом году инициаторы его продвижения в Актобе планируют открыть STEM лаборатории на базе трех школ для постоянного использования в учебном процессе и повышения интереса к исследовательской деятельности у школьников.

Старший преподаватель Г. Нургазинова и докторант кафедры информатики ПГПУ К. Мухамедиева приняли активное участие в семинаре по внедрению STEM-образования в учебные программы общеобразовательных школ. Семинар был организован Центром инновационного образования на базе школы-лицея №8.

В мероприятии приняли участие заместители директоров специализированных образовательных организаций для одаренных детей. Также были затронуты вопросы интеграции предметных областей математики, физики и информатики в направление STEM-образования. Одним из приоритетных инструментов реализации обучения в этом направлении является образовательная робототехника. Преподаватели кафедры информатики поделились своим опытом внедрения STEM-образования в подготовку учителей-предметников.

STEM-фестивали и мероприятия

- *STEM олимпиада в Назарбаев Университете [166]*

1-2 ноября 2019 года в Назарбаев Университете прошла первая Республиканская STEM олимпиада «STEM инновации в образовании». Основной целью данного мероприятия была популяризация STEM-образования в Казахстане среди обучающихся общеобразовательных и специализированных школ, а также поиск талантливых детей в таких технических областях, как инженерия, программирование, дизайн-робототехника и 3D-моделирование.

STEM олимпиада – это инновационное образовательное соревнование, вобравшее в себя все последние достижения в области технического образования. Чтобы повысить популярность областей STEM, организаторы олимпиады использовали самые последние научные и технические знания для создания соревновательных мероприятий, в то же время сосредоточив внимание на реальных приложениях и используя формат, привлекательный для школьников. Это мероприятие будет способствовать росту популярности областей STEM в Казахстане и повышению интереса к техническим дисциплинам.

В мероприятии приняли участие школьники со всего Казахстана, в том числе из школ столицы Нур-Султана, городов Алматы, Павлодара, Караганды, а также из Восточно-Казахстанской области. В мероприятии приняли участие ведущие эксперты и спикеры в области образования, которые поделились своим видением развития и популяризации STEM-образования в Казахстане.

Олимпиада проводилась под эгидой АО *Astana Innovations* Назарбаев Университетом (НУ) и ТОО *STEM Academia*, при поддержке Астанинского центра развития одаренности и психологической поддержки *Астана Дарын*, Центра модернизации образования ГККП и ЧУ НУРИС НУ.

Два дня студенты со всей республики соревновались в умении применить полученные знания на практике. Например, они должны были построить мосты из соломок, способных выдержать вес 10 кг, построить судно, способное выдержать до 30 кг и плавать в открытом бассейне до 20 метров, изобрести механизмы для создания безопасных автомобилей и прочее.

- *Международный фестиваль робототехники, программирования и инновационных технологий «ROBOLAND2019» в Караганде (с 2015 г.) [167]*

Ежегодный международный фестиваль «Роболанд» организован с целью развития творческой активности студентов, формирования у них инженерных навыков, популяризации образовательной робототехники и программирования, обмена передовым опытом и выявления сильнейших команд.

По данным сайта Международного фестиваля робототехники, который проводится ежегодно, количество команд, представляющих казахстанские

школы, с каждым годом заметно увеличивается. Например, в 2015 году команды общеобразовательных школ Карагандинской области, Назарбаев Интеллектуальных школ Караганды и Кокшетау приняли участие в чемпионате по робототехнике, проводимом в рамках международного фестиваля. Команды боролись за места в пяти номинациях: минисумо, кегельринг, траектория – движение по линии, лабиринт и творческие проекты. В 2016 году команды из 12 регионов Казахстана, городов Алматы и Астаны приняли участие в 14 номинациях конкурса. 113 участников представляли Назарбаев Интеллектуальные школы. В соревнованиях 2017 года приняли участие 392 команды из Казахстана и России.

- *VI Международный фестиваль робототехники [167], программирования и инновационных технологий «Роболенд 2020»*

Мероприятие должно было пройти 27-28 марта 2020 года в Караганде, в спорткомплексе «Жастар».

Оргкомитет VI Международного фестиваля робототехники, программирования и инновационных технологий «RoboLand 2020» объявил о переносе мероприятия.

Причиной переноса стало введение ограничений на массовые международные мероприятия в связи с угрозой проникновения и распространения коронавируса на территории Республики Казахстан; точное время проведения фестиваля будет объявлено дополнительно.

- *Первый фестиваль учителей STEM в Казахстане (Астана) [168]*

В октябре 2018 года Республиканская физико-математическая школа при поддержке компании *Chevron* в партнерстве с *Science on Stage Europe* и Фондом Первого Президента Республики Казахстан, *Елбасы*, провела первый в Казахстане STEM фестиваль для учителей. Цель фестиваля – улучшение качества преподавания предметов STEM и создание платформы для учителей, чтобы они могли делиться своими идеями и нововведениями в обучении.

В фестивале приняли участие 25 учителей из разных регионов Казахстана и было представлено 20 проектов в различных номинациях, которые прошли предварительный отбор. Лучшие проекты фестиваля получили право представлять Казахстан на Европейском фестивале, который прошел в ноябре 2019 года в городе Кашкайш, Португалия.

Целью компании *Chevron* является развитие и продвижение образования STEM (наука, технология, инженерия и математика) в Казахстане.

Целью совместного проекта с *Chevron* является вывод преподавания STEM на совершенно новый уровень.

Ответственные лица Республиканской физико-математической школы как одной из лучших олимпийских школ Казахстана по естественным наукам, считают, что обмен полезной информацией между учителями необходим и фестиваль будет способствовать развитию отечественного образования, служить площадкой для обмена знаниями между учителями и поможет привить школьникам любовь к науке.

Впервые преподаватели STEM из всех регионов Казахстана нашли единую площадку для обмена знаниями, методами и проектами. В результате фестиваля каждый учитель смог обогатиться новыми идеями, которые он может применить уже на следующий день в рамках своих занятий, развивая у студентов интерес к науке и инновациям.

Победителями конкурса стали следующие проекты:

AirGarden основан на принципе использования знаний всех предметов STEM в одном отдельном проекте на примере создания aeropонной вертикальной структуры для выращивания овощей и зелени.

Робот-помощник (Assistant robot) – робот позволяет наглядно представить принцип работы алгоритмов программирования и изучить основы робототехники.

Modern Science Class – цель проекта заключается в популяризации беспроводных датчиков *Pasco*, которые позволяют быстро собирать данные и анализировать их в виде графиков. Благодаря датчикам учебный процесс переносится за пределы школы, что позволяет изучать окружающую среду.

Креативный пластилин – направлен на развитие абстрактного мышления на уроках математики путем визуализации сложных геометрических фигур и задач.

Фестиваль состоял из двух частей – тематических мастер-классов и самого мероприятия, в ходе которого учителя защищали свои проекты перед жюри. Мастер-классы проводили учителя-участники фестиваля и члены жюри. Проекты оценивались по следующим критериям: возможность повышения интереса студентов к изучению естествознания; определение устойчивого эффекта, возможность реализации проекта в повседневной жизни школы; минимальные затраты на финансирование и ориентация на решение конкретных задач.

В марте 2018 года Казахстан в лице Республиканской физико-математической школы вступил в Европейскую ассоциацию учителей STEM *Science on Stage Europe*. Это некоммерческая ассоциация, которая предоставляет преподавателям STEM европейскую платформу для обмена

идеями и методиками обучения. С момента своего запуска в 2000 году ассоциация объединила почти 100 000 учителей из более чем 30 стран.

- *Августовская конференция педагогических работников [169]*

Конференция прошла 27 августа 2019 в Степногорске «В БУДУЩЕЕ – С ИДЕАЛЬНЫМИ ЗНАНИЯМИ». С докладами о STEM-образовании выступили директор межшкольного учебно-производственного комплекса С.В. Кубрина и методист-наставник отдела образования города Степногорска В.А. Щербина. Содержание докладов направлено на первичное, базовое понимание сущности и основ STEM-образования, продвигаемого в Казахстане на современном этапе развития образования.

- *Первый городской фестиваль STEM-образования «Deinde 4.0» [170]*

Фестиваль проходил в Костанае. 214 школьников продемонстрировали свои способности. Фестиваль «Deinde 4.0» проходил в школе-гимназии №3 по пяти направлениям: «Бумажный самолетик», «Проблема STEM», «Робототехника», «Пинкод», «Видео».

Международное сотрудничество в области STEM-образования [171]

В Казахстане в области STEM-образования есть положительный опыт международного сотрудничества. Например, с 2014 года реализуется пятилетняя программа «Ньютон-аль-Фараби» между Великобританией [172] и Казахстаном с общим бюджетом 20 миллионов фунтов стерлингов. Целью программы является взаимодействие двух стран по укреплению научного и инновационного потенциала, обмену кадрами и созданию совместных исследовательских центров.

Таким образом, Казахстан идет по пути развитых стран. Согласно концепции STEM-образования, цель заключается в подготовке детей к высокотехнологичному миру. Профессионалы будущего требуют всесторонней подготовки и знаний из самых разных областей образования: естественных наук, инженерии, технологий и математики.

- *Гранты группы компаний Евразийская Группна (Eurasian Resources Group, ERG)*

Социальные проекты в Казахстане, направленные на развитие инновационных методов обучения и повышение качества жизни людей, могут быть грандиозными по своим масштабам. Группа компаний *Евразийская Группна* вкладывает большие средства в развитие Казахстана. С 2001 года

социальные инвестиции группы компаний *Евразийская Группа* составили 226 миллиардов тенге.

В частности, группа компаний *Евразийская Группа* является ключевым партнером по внедрению и расширению STEM-деятельности в Казахстане. STEM на базе колледжей и школ включает в себя изучение и внедрение инновационных технологий (науки, технологии, инженерии, математики). В Казахстане функционирует 12 таких лабораторий с бюджетом более 80 миллионов тенге.

Сегодня лаборатории STEM, в том числе при поддержке группы компаний *Евразийская Группа*, открыты в 5% школ Казахстана. Необходимо оборудовать не менее 20 процентов, или 1500 школ. *STEM Academia* [173] рассчитывает оборудовать 1500 школ к 2020 году и привлечь обучающихся, которые будут продвигать обучение STEM и вносить изменения в общество.

STEM в школах Казахстана

- Назарбаев Интеллектуальные школы (НИШ)

Учебная программа Назарбаев Интеллектуальных школ (НИШ) включает элементы STEM, направленные на развитие новых технологий, научных инноваций, математического моделирования, программирования и робототехники. Уже сегодня математика, статистика и информатика активно используются даже в гуманитарной сфере [174].

Развитие робототехники в Назарбаев Интеллектуальных школах

Автономная образовательная организация «Назарбаев Интеллектуальные школы», поддерживающая одаренных и талантливых детей и развивающая творческое мышление и стимулирующая интерес обучающихся к сфере инноваций и высоких технологий, вносит значительный вклад в развитие образовательной робототехники в Республике Казахстан.

С 2014 года Автономная образовательная организация «Назарбаев Интеллектуальные школы» является национальным организатором олимпиад по робототехнике в соответствии с правилами Всемирной олимпиады роботов в Казахстане. Ежегодно Автономная образовательная организация «Назарбаев Интеллектуальные школы» проводит отборочные региональные и республиканские этапы олимпиады, по результатам которых формируется сборная Казахстана по робототехнике для участия в международном этапе Всемирной олимпиады роботов.

В 2014 году Автономная образовательная организация «Назарбаев Интеллектуальные школы» впервые провела олимпиаду по робототехнике по правилам Всемирной олимпиады роботов, в которой приняли участие 90 обучающихся Интеллектуальных школ из 15 регионов страны. Победители этой олимпиады в ноябре 2014 года приняли участие в международном этапе Всемирной олимпиады роботов (Сочи, Россия), где по результатам заняли III место в творческой категории, разработав прототип робота, который может быть использован для вращения космических станций в космосе для получения солнечной энергии.

В 2015 году в Астане прошла Республиканская олимпиада по робототехнике, в которой приняли участие 152 обучающихся, из которых:

- 70 обучающихся Интеллектуальных школ;
- 82 ученика общеобразовательных школ.

В 2016 году Автономная образовательная организация «Назарбаев Интеллектуальные школы» организовала и провела областные и республиканские этапы олимпиады по робототехнике с участием следующих участников:

Региональный этап олимпиады:

- 401 обучающийся Интеллектуальных школ;
- 84 ученика общеобразовательных школ.

Республиканский этап олимпиады:

- 140 обучающихся Интеллектуальных школ;
- 44 ученика общеобразовательных школ.

В декабре 2016 года победители этой олимпиады приняли участие во Всемирной олимпиаде роботов-2016 (Нью-Дели, Индия) и выиграли номинацию *Creativity Award*, создав роботизированную орбитальную станцию для уничтожения космического мусора на околоземной орбите.

29 апреля 2017 года на базе Назарбаев Интеллектуальных школ Астаны (ІВ), Алматы, Актобе, Атырау, Кокшетау, Караганда, Костанай, Кызылорда, Павлодар, Петропавловск, Талдыкорган, Тараз, Усть-Каменогорск, Уральск, Шымкент (химическая и биологическое направление) прошел региональный этап олимпиады по робототехнике в соответствии с правилами Всемирной олимпиады роботов-2017. Региональный этап проходил в течение одного дня по номинациям: «Базовый», «Креативный», «Свободный» (Кегельринг, Сумо-роботы, Траектория – движение по линии) и «Футбол роботов». В региональном этапе конкурса приняли участие 1210 обучающихся, в том числе 326 обучающихся «Назарбаев Интеллектуал» и 884 обучающихся общеобразовательных школ от 8 до 19 лет. По итогам регионального этапа

олимпиады 300 студентов (150 команд) получили допуск к участию в республиканском этапе.

3-4 июля 2017 года на базе Конгресс-центра Международной специализированной выставки «ЭКСПО-2017» прошли Республиканские соревнования по робототехнике (далее – Соревнования). Соревнования проводились под эгидой Всемирной олимпиады роботов-2017 в следующих номинациях: «Базовый», «Креативный» и «Футбол роботов».

В соревнованиях приняли участие 300 команд из 16 регионов страны, из которых:

- 217 обучающихся из 21 Назарбаев Интеллектуальной школы (города Астана, Алматы, Актобе, Атырау, Актау, Кокшетау, Караганда, Костанай, Кызылорда, Павлодар, Петропавловск, Талдыкорган, Тараз, Усть-Каменогорск, Семей, Уральск, Шымкент)
- 83 ученика из 35 общеобразовательных школ со всей страны
- одна команда Республики Узбекистан участвовала в качестве специального гостя.

Руководство Конгресс-центра Международной специализированной выставки ЭКСПО-2017 сообщило, что за два дня Конкурса мероприятие посетило 1557 человек (участники, официальные лица, гости).

Соревнования стали отборочным этапом перед подготовкой к участию во Всемирной олимпиаде роботов. Из числа победителей сформирован список участников сборов, проводимых с 7 по 14 сентября 2017 года на базе Назарбаев Интеллектуальной школы физико-математического направления в Уральске.

По итогам сборов состав национальной команды был определен из 15 обучающихся Интеллектуальных школ. Астана, Алматы, Талдыкорган, Уральск, Кокшетау, Костанай, Петропавловск приняли участие во Всемирной олимпиаде роботов-2017.

С 8 по 13 ноября 2017 года национальная команда приняла участие во Всемирной олимпиаде роботов-2017 в Сан-Хосе (Республика Коста-Рика), заняв 4-е место в творческой категории с реализованным прототипом робота-пожарника для предотвращения и тушения лесных пожаров.

В январе 2017 года две команды Интеллектуальной школы физико-математических наук в Алматы приняли участие в IX Всероссийском робототехническом фестивале в Москве и заняли I и II места в категории *VEX EDR*. В апреле 2017 года они приняли участие в международном соревновании *VEX Robotics Competition World Championship-2017*, Луисвилл (США), где заняли 36-е место из 80 команд в командном зачете.

В июле 2017 года сборная Интеллектуальных школ города Алматы приняла участие в конкурсе *First Global Challenge* в Вашингтоне (США), где заняла 8 место из 163 команд.

Также с целью повышения квалификации учителей информатики и популяризации развития робототехники в общеобразовательных школах Республики Казахстан в 2015 году Автономная образовательная организация «Назарбаев Интеллектуальные школы» разработала программу элективного курса «Робототехника» и организовала курсы повышения квалификации для 2999 учителей информатики [174].

- *Республиканская физико-математическая школа (РФМШ)*

В Казахстане единственным участником образовательной программы *GE Additive Education Program* является Республиканская физико-математическая школа [175]. Сейчас школа входит в международный консорциум школ STEM, полностью отвечающий целям и задачам этого направления. В средних и старших классах школы обучающиеся приобретают глубокие знания в области робототехники, создавая 3D-модели в среде САПР. Они изучают такие языки программирования, как Python, C ++, учатся работать с контроллерами типа Arduino.

Учебные курсы STEM [176]

28-30 мая 2020 года Республиканская физико-математическая школа при поддержке *Chevron* организовала онлайн-курсы программирования для учителей естественных и инженерных дисциплин. Никаких специальных знаний не требовалось.

В течение 2019-2020 учебного года более 500 учителей научились применять информационные технологии в преподавании естественных наук. Педагоги освоили базовые навыки в области работы с системами автоматизации на платформе *Arduino*, познакомились с методами построения интерактивного урока, а также собрали собственные программируемые установки для демонстрации на уроке.

Содержание курса включает:

- современные методы и технологии обучения физике
- исследовательские проекты с использованием Интернет-ресурсов

- решение учебных задач с помощью программирования
- электроника и микроконтроллеры в проектной деятельности
- инновационные процессы в образовании: аутентичный и зарубежный опыт.

Республиканская физико-математическая школа [177] разработала программу, которая научит учителей по всему Казахстану преподавать по-новому – увлекательно, интересно, эффективно.

РФМШ запустила бесплатные тренинги для учителей физики, математики, информатики, биологии, химии и географии из других школ. Тренинги прошли более 560 учителей. Особенность программы в том, что она учит учителей STEM интегрировать свои предметы между собой и активно вовлекать детей в науку. Теперь любой учитель любой школы может пройти обучение в РФМШ и повысить свою квалификацию. Республиканская физико-математическая школа готова поделиться опытом и педагогическими компетенциями, накопленными за время своего существования. Ведь открытость и готовность к сотрудничеству – новый тренд в образовании. РФМШ следует этой тенденции и поддерживает всевозможные инициативы по обмену знаниями.

За полвека своего существования РФМШ стал флагманом STEM-образования для одаренных детей. Создана собственная методика, подготовлена целая плеяда ученых, предпринимателей, а также государственных деятелей, известных не только в Казахстане, но и за рубежом.

Уникальность подхода STEM в том, что все предметы в нем тесно взаимосвязаны. Допустим, перед студентом стоит задача запустить космическую ракету, построить мост, очистить нефть или собрать робота. Это невозможно сделать без обширных знаний в различных областях физики, химии, математики и программирования. STEM объединяет их в единую модель обучения, когда есть «проекты», а не предметы. В такой образовательной среде дети получают знания и сразу учатся их использовать. Этот подход будет диссеминирован учителями, участвующими в программе.

- Наука в отдаленные аулы

В мае онлайн-тренинги прошли еще 60 учителей из разных сел и городов. Возможно, прямо сейчас в ауле растет наш Илон Маск, которому не хватает учителя-новатора и поддерживающей образовательной среды. Программа может решить данную проблему. Программа охватит 3000 учителей по всей стране. Если учесть, что в среднем один учитель проводит занятия для двухсот

учеников, то со временем более 600 тысяч детей смогут изучать науку в новом творческом формате.

Программа непрерывного образования для учителей, как и многие программы STEM, поддерживается *Chevron*.

После снятия карантина тренеры РФМШ начнут выезжать в регионы и проводить тренинги для местных учителей.

- Британские школы *Haileybury* [178]

Haileybury – это независимые британские школы, основанные на английских образовательных стандартах и имеющие филиалы в Великобритании и Казахстане.

Школы *Haileybury Kazakhstan* расположены в Астане и Алматы, реализуемые школами программы отличаются. В Астане ученики получают диплом международного бакалавриата (IB) по окончании учебы, а в Алматы – диплом A-level.

A-level и IB – это программы подготовки к поступлению в университеты, признанные университетами по всему миру. Основное отличие программ в том, что студенты углубленно изучают несколько профильных предметов. Как правило, программа рассчитана на последние два года обучения в школе.

Новые технологии также активно внедряются в школах – школьники имеют доступ к компьютерным лабораториям и роботам, а в будущем планируется открытие STEM-центра – лаборатории новых технологий с улучшенной электроникой и робототехникой.

Здесь активно внедряют новые методы изучения наук, приглашают на работу практиков и всячески мотивируют студентов создавать собственные проекты.

В *Haileybury* [179] дисциплины STEM занимают центральное место. И это не только традиционная физика, математика или химия – студенты изучают программирование и занимаются робототехникой на серьезном уровне. На уроках учителя используют специальное лабораторное и учебное оборудование, 3D-принтеры и роботизированные наборы LEGO.

Кроме того, *Haileybury* ежегодно проводит собственную олимпиаду по STEM. Сотни заявок поступают от сильнейших школьников страны, но в финал проходят только лучшие кандидаты, которые получают приглашение продолжить борьбу за грант по программе Международного бакалавриата (IB). Поощрение молодых инженеров и ученых – важная миссия *Haileybury Schools*.

- Школа STEM центра [180]

STEM центр – это школа для детей от 5 до 15 лет, где одновременно изучаются 4 направления: инженерия, программирование, робототехника и 3D моделирование.

Основатели компании – студенты программы «Болашак» Университета штата Пенсильвания в США. Американская система образования подтолкнула студентов к созданию такой школы. Первыми основателями STEM-центра стали двое ребят Багдат и Ербол [181]. На данный момент в состав преподавательского состава входят либо студенты, которые сейчас обучаются по техническим специальностям в Назарбаев Университете и Евразийском национальном университете имени Л.Н. Гумилева, либо специалисты, уже получившие высшее образование по техническим специальностям. Главный критерий приема на работу – не наличие педагогического образования, а умение транслировать собственные знания. Человек должен быть специалистом по AutoDesk, программированию и инженерии.

Центр STEM представлен в 16 регионах Казахстана со штаб-квартирой в Астане. STEM является первым экспортером знаний. Он расположен в четырех регионах России – Краснодарском крае, Барнауле, Красноярске, Волгограде, из зарубежных стран центр представлен в Литве и ОАЭ. В Дубае студенты обучаются на английском языке по программе, разработанной казахстанскими учителями.

О методах преподавания

1. Инженерия. Первый шаг – познакомить детей с инженерией. Для этого выделен отдельный офис, который полностью укомплектован материалами, необходимыми для работы. Есть дерево, экологический пластик, дрель, пила, отвертки и все те инструменты, которые настоящие инженеры используют для создания реального объекта. Дети работают в перчатках и специальных очках под присмотром учителя. Цель данного направления – показать детям, как устроен мир, и научить их понимать его.

2. Программирование. Освоив инженерное дело, дети переходят к программированию. Все знают о важности знания базовых навыков программирования, поэтому вторая ступень в STEM-центре обозначена именно так. Здесь детей учат не только уметь делать, но и понимать, как это делать.

Обучающиеся изучают три языка программирования: Scratch, C ++ и Python. Они считаются основами любого программирования. Scratch – это программа, разработанная специально для детей в Массачусетском технологическом институте, C ++ – один из основных языков программирования, а Python – более высокий уровень.

3. Робототехника. Третий шаг – робототехника. Робототехника включает два модуля. Это Lego Robotics и Arduino. Освоив Arduino, дети переходят к 3D-моделированию.

4. 3D моделирование. 3D моделирование также включает два направления. Это Autodesk и SolidWorks. Сначала дети учатся работать над программами, затем на тренажере с трехмерной визуализацией, а затем распечатывают то, что они сами смоделировали.

Подробнее о STEM

Помимо этих центров, есть также лаборатории STEM. Это совершенно новый формат классов в школе. Сейчас часто используются кабинеты робототехники, физики, математики, что уже принято в классической школе. Лаборатория STEM – это класс, который охватывает все указанные дисциплины, в котором обучающимся предоставляются компьютеры, различные тренажеры и программы. Обучение в таких классах бесплатное.

STEM BOX – это возможность иметь все необходимые материалы для работы над экспериментами, иными словами – мечта каждого изобретателя. Это комплекты со всеми необходимыми принадлежностями по всем направлениям: инженерия, экспериментальная физика, химия, робототехника и электроника.

STEAM BOOK. Это книги, которые приблизят к реальности детскую мечту стать инженером, архитектором, высококвалифицированным строителем, ИТ-специалистом или ученым. Книги написаны доступным и интересным для школьников языком на казахском и русском языках. Миссия STEAM BOOK – превратить обучение в невероятное приключение.

- Международная школа МИРАС (Филиал Образовательного фонда Нурсултана Назарбаева) [182]

Школа Мирас обратилась к образовательному подходу STEM в 2014 году, чтобы предоставить обучающимся различные междисциплинарные возможности для получения практического опыта посредством внедрения различных мероприятий и практических проектов в рамках STEM. Таким образом, обучающиеся расширяют и развивают навыки, востребованные в XXI веке.

Подход школы к образованию отражает технологическое, экологическое и социальное значение STEM в повседневной жизни. В 2018-2019 годах школа Мирас приступила к реализации комплексного подхода STEM, продвигая проектное обучение на всех уровнях, от дошкольного до старшей школы. В текущем учебном году школой Мирас был организован первый фестиваль STEM, в котором приняли участие более 20 школ. Кроме того, школа Мирас активно поддерживает учителей, которые проходят обучение, для поддержки образования в области STEM.

Школа Мирас постоянно вкладывает ресурсы с целью расширения возможностей обучения на протяжении всей жизни.

Ярким примером внедрения современных тенденций в систему образования является общеобразовательная школа № 33 села Родина [183] Целиноградского района Акмолинской области, которая уже год успешно работает в рамках научной программы грантового проекта «Формирование и развитие предпринимательского STEAM образования в сельских школах Казахстана».

Участники проекта рассказали корреспонденту МИА «Казинформ» о нюансах своей работы и стажировки в Британском университете Брунеля. Средняя общеобразовательная школа № 33 села Родина Целиноградского района Акмолинской области уже год является экспериментальной площадкой и работает в рамках научного грантового проекта, направленного на развитие STEAM в образовании.

Благодаря участию в проекте учителя имеют возможность принимать участие в образовательных мероприятиях и следить за современными тенденциями.

В 2018 году школу посетили зарубежные специалисты, приглашенные преподаватели из НИИШ города Кокшетау, сотрудники Национальной академии образования имени И.С. Алтынсарина, исследователи Назарбаев Университета, представители Haileybury School Astana. Летом была организована летняя языковая школа “You can STEAM it”. Но самым значимым событием для сельской школы стала стажировка исследовательской группы проекта в Университете Брунеля в Великобритании.

- Караван знаний [184]

В Казахстане стартовал интересный, интерактивный и актуальный образовательный проект – «Караван знаний». Проект посвящен развитию направлений STEM: науке, технологии, инженерии, математике и актуальным вопросам образования. *Chevron Munaigas Inc.* поддерживает проект в Казахстане и команду казахстанских профессионалов в области образования и цифровизации.

В Казахстане началось активное развитие STEM-образования. Доказательством этому является запуск Государственной программы развития образования и науки в 2019 год. Для реализации новой образовательной политики в учебный план планируется включить STEM-элементы, направленные на развитие новых технологий, научные инновации и математическое моделирование.

Заключение

Атлас передового опыта STEM-образования представляет собой перспективное видение преподавания и обучения в области STEM, представленное в Финляндии, Ирландии, Швеции, Турции, Российской Федерации и Казахстане. Данные, собранные в данном Атласе, ясно показывают: ключевой задачей является внедрение подхода STEM во все сферы образования на всех уровнях. В связи с развитием цифровой экономики и меняющейся парадигмой промышленного производства философия STEM-образования стала основным направлением государственной национальной политики, а также основным направлением большинства образовательных систем. Мировые тенденции, такие как глобализация, глобальная экономическая интеграция, подтверждают необходимость соответствия требованиям принципиально нового подхода в образовании.

STEM-образование реализуется на различных государственных (национальных, региональных), образовательных (школа, университет, повышение квалификации, дополнительное, неформальное образование), совместных (правительство-бизнес-университет) уровнях. Различные подходы, такие как обучение на основе проектов (PBSL), обучение на основе запросов (IBL), стали неотъемлемой частью систем образования в рассматриваемых

странах. Ряд проектов (*Co4Lab*, исследование *Growing Mind, New Creative Expertise* – сочетание начального и непрерывного педагогического образования, *Numeracy Across the Curriculum, Career Mathways, ATSTEM, Integrated Approach to Stem Teacher Training, STEM PD Net, Scientix, International Stem Education Summit, Quantorium, NTI Kruzhek Movement, RUKAMI, Big Challenges, Modern Science Class* и др.) и национальные платформы STEM-образования (*LUMA*, Федеральная инновационная платформа *STEAMTeach*) направлены на развитие национальных и международных объединённых экосистем.

Среда обучения меняется. Будучи основой системы STEM, учителя во всем мире с большей вероятностью будут развивать у своих учеников навыки межличностного общения и необходимые компетенции. Несмотря на то, что многие страны добились высокого уровня в подготовке STEM учителей, для профессионального вовлечения их в сотрудничество по реализации проектов, еще предстоит проделать большую работу. Учителя, внедряющие STEM, должны получить соответствующее профессиональное образование, чтобы иметь необходимые компетенции для реализации STEM подхода и обеспечения условий междисциплинарной среды.

Тем не менее, все ещё существует ряд проблем, связанных с реализацией STEM-подхода. Отсутствие мотивации и инициативы со стороны учителей может быть вызвано дефицитом учебных пособий и несоответствием национальных учебных планов и образовательных программ новому типу образования, что затрудняет междисциплинарное взаимодействие в образовательном процессе в школе. Исследования в области STEM в качестве национального исследовательского приоритета могут способствовать развитию научных знаний в области STEM и способствовать появлению инновационного образовательного опыта, включающего междисциплинарные подходы к решению «глобальных задач». Несогласованность в реализации непрерывного образования на разных уровнях нарушает единство системы обучения в STEM, что приводит к отсутствию сетевых сообществ. Частные риски также могут включать отсутствие разработанных критериев оценки успеваемости обучающихся и отсутствие инновационных и доступных средств обучения, нехватку гибкой и инклюзивной образовательной среды, а также ограниченное пространство на территории школы.

Вышеупомянутые проблемы являются основным направлением внедрения новых моделей партнерства в образовательные экосистемы, которые будут способствовать новым формам прямого сотрудничества между университетом и школой, включая методологическую поддержку учителей посредством ряда программ непрерывного профессионального развития в области STEM, разработки программ дополнительного образования и клубного

движения с акцентом на STEM, развитие устойчивой системы международных мероприятий и фестивалей, посвященных технологиям и идеям STEM, при активном участии стран, где развитие STEM находится на начальной стадии. Университет в этой модели должен действовать не только как поставщик социальных и культурных образов и среды, но также как мультипликатор инновационных продуктов, ресурсная база с широким спектром материально-технической поддержки и инновационная платформа обучения как для учителей, так и для обучающихся.

Принимая это во внимание, очень важно повышать квалификацию и обучать учителей в области STEM. Остаются вопросы относительно того, что представляет собой качественное обучение STEM и как его проводить в разных частях мира. Согласно опыту, собранному в Атласе, в настоящее время предпринимаются всевозможные усилия. Во всем мире появилось множество образовательных программ STEM на разных уровнях. Они способствуют вовлечению учителей и объединению ресурсов, инициируют исследования, обеспечивают доступ к новаторскому опыту обучения STEM.

Студенты, родители, сообщества, образовательные учреждения и организации создают основу благоприятной среды для поддержки и развития STEM практик. Ключевые участники могут быть надёжной опорой, но нуждаются в информационной поддержке и эффективном взаимодействии в рамках парадигмы STEM-образования. Диалог между всеми сторонами и скоординированный подход, согласованный с национальной политикой в области образования, приведут к изменению уровня участия обучающихся в STEM-образовании.

Список литературы и источников

- [1] D.F. Labaree, Public goods, private goods: The American struggle over educational goals, *Am. Educ. Res. J.* 34 (1997) 39–81.
- [2] M. Aydeniz, G.C.-S. Education, undefined 2017, Integrating engineering concepts and practices into science education: Challenges and Opportunities, Brill.Com. (2017).
<https://brill.com/view/book/edcoll/9789463007498/BP000018.xml>.
- [3] W. Bank, The Human Capital Index 2020 Update: Human Capital in the Time of COVID-19, (2020).
- [4] The Future of Jobs Report 2020, (2020).

- [5] J.M. Gago, J. Ziman, P. Caro, C.P. Constantinou, G. Davies, I. Parchmann, M. Rannikmae, S. Sjoberg, Europe needs more scientists: Report by the high level group on increasing human resources for science and technology, Office for Official Publications of the European Communities, 2005.
- [6] OSTP, PROGRESS REPORT ON THE IMPLEMENTATION OF THE FEDERAL STEM EDUCATION STRATEGIC PLAN, (2020).
<http://www.whitehouse.gov/ostp>.
- [7] Committee on STEM Education, CHARTING A COURSE FOR SUCCESS: AMERICA'S STRATEGY FOR STEM EDUCATION, (2018).
<http://www.whitehouse.gov/ostp>.
- [8] C. Fadel, M. Bialik, B. Trilling, Four-dimensional education, 2015.
- [9] OECD, Social and Emotional Skills, (n.d.).
- [10] N. Tsupros, R. Kohler, J. Hallinen, STEM education: A project to identify the missing components. Intermediate Unit 1: Center for STEM Education and Leonard Gelfand Center for Service Learning and Outreach, (2009).
- [11] R. Laukkanen, Finnish strategy for high-level education for all, in: Gov. Perform. Educ. Syst., Springer, 2008: pp. 305–324.
- [12] H. Niemi, Educating student teachers to become high quality professionals--A Finnish case, Cent. Educ. Policy Stud. J. 1 (2011) 43–66.
- [13] P. Sahlberg, The Professional Educator: Lessons from Finland., Am. Educ. 35 (2011) 34–38.
- [14] E. Vitikka, L. Krokfors, L. Rikabi, The Finnish National Core Curriculum, in: H. Niemi, A. Toom, A. Kallioniemi (Eds.), Miracle Educ. Princ. Pract. Teach. Learn. Finnish Sch. (Second Revis. Ed., SensePublishers, Rotterdam, 2016: pp. 83–90. https://doi.org/10.1007/978-94-6300-776-4_6.
- [15] P.C. Blumenfeld, E. Soloway, R.W. Marx, J.S. Krajcik, M. Guzdial, A. Palincsar, Motivating Project-Based Learning: Sustaining the Doing, Supporting the Learning, Educ. Psychol. 26 (1991) 369–398.
<https://doi.org/10.1080/00461520.1991.9653139>.
- [16] N. Balemen, M.Ö. Keskin, The Effectiveness of Project-Based Learning on Science Education: A Meta-Analysis Search., Int. Online J. Educ. Teach. 5 (2018) 849–865.
- [17] M. Aksela, O. Haatainen, others, Project-Based Learning (PBL) in Practise: Active Teachers' Views of Its' Advantages And Challenges, in: Integr. Educ. Real World 5th Int. STEM Educ. Conf. Post-Conference Proc., 2019.

- [18] L. Helle, P. Tynjälä, E. Olkinuora, Project-Based Learning in Post-Secondary Education – Theory, Practice and Rubber Sling Shots, *High. Educ.* 51 (2006) 287–314. <https://doi.org/10.1007/s10734-004-6386-5>.
- [19] J. Lähdemäki, Case Study: The Finnish National Curriculum 2016—A Co-created National Education Policy, in: *Sustain. Hum. Well-Being, Futur. Educ.*, Springer International Publishing, Cham, 2019: pp. 397–422. https://doi.org/10.1007/978-3-319-78580-6_13.
- [20] Phenomenon-Based Learning in Finland Inspires Student Inquiry, (2018). <https://www.edweek.org/teaching-learning/opinion-phenomenon-based-learning-in-finland-inspires-student-inquiry/2018/10>.
- [21] Phenomenon-Based Learning in Finland Inspires Student Inquiry (Opinion), (n.d.). https://blogs.edweek.org/edweek/global_learning/2018/10/phenomenon-based_learning_in_finland_inspires_inquiry.html.
- [22] LUMA Centre Finland – A network of Finnish universities to promote science and technology education, (n.d.). <https://www.luma.fi/en/>.
- [23] LUMATE-lähettilään virtuaalivierailu tarjoaa vaihtelua oppitunnille | Juniversity | Tampereen korkeakouluyhteisö, (n.d.). <https://sites.tuni.fi/juniversity/ajankohtaista/lumate-virtuaalivierailu/>.
- [24] Aalto-yliopisto Junior | Aalto-yliopisto, (n.d.). <https://www.aalto.fi/fi/aalto-yliopisto-junior>.
- [25] StarT in English, (n.d.). <https://start.luma.fi/en/>.
- [26] BioPop | Science Education | University of Helsinki, (n.d.). <https://www.helsinki.fi/en/science-education/biopop>.
- [27] F2k Student Laboratory | Science Education | University of Helsinki, (n.d.). <https://www.helsinki.fi/en/science-education/f2k-student-laboratory>.
- [28] PaikkaOppi – Paikkatiedon avoin oppimisympäristö, (n.d.). <https://www.paikkaoppi.fi/fi/#>.
- [29] Summamutikka | Science Education | University of Helsinki, (n.d.). <https://www.helsinki.fi/en/science-education/summamutikka>.
- [30] TuKoKe, (n.d.). <https://tukoke.tek.fi/>.
- [31] SciFest – Home, (n.d.). http://www.scifest.fi/home_en.php.
- [32] Innokas, (n.d.). <https://www.innokas.fi/en/>.
- [33] Co4Lab | Helsingin yliopiston tutkimushanke, (n.d.). <http://co4lab.helsinki.fi/en/>.

- [34] GROWING MIND - Growing Mind, (n.d.). <https://growingmind.fi/theproject/>.
- [35] Uutta luova asiantuntijuus – Opettajien perus- ja täydennyskoulutusta siltaamassa, (n.d.). <https://www.uuttaluova.fi/>.
- [36] FINNABLE - Innovative school — University of Helsinki, (n.d.). <https://researchportal.helsinki.fi/en/projects/finnable-innovative-school>.
- [37] Ekopaku - Liikkuvan luontokoulun malli - LYKE-verkosto, (n.d.). <https://www.luontokoulut.fi/ekopaku/>.
- [38] ScratchJr - Home, (n.d.). <https://www.scratchjr.org/>.
- [39] Arkki International - Play - Create - Succeed, (n.d.). <https://www.arkki.com/>.
- [40] Eng & Swe – Suomu, (n.d.). <https://muotoilukasvatus.info/eng-swe/>.
- [41] ITEEA - Finland, (n.d.). <https://www.iteea.org/About/ExploreSTEM/43398.aspx>.
- [42] H. Rajakaltio, Towards renewing school. The action model of the school development-Integrating in-service-training and the development process, Reports And. 9 (2014).
- [43] L. Vihma, M. Aksela, Inspiration, joy, and support of STEM for children, youth, and teachers through the innovative LUMA collaboration, in: Finnish Innov. Technol. Sch., Brill Sense, 2014: pp. 129–144.
- [44] M. Aksela, The Finnish LUMA centre: Supporting teachers and students in science, mathematics and technology for life-long learning, Lifelong Learn. Eur. 13 (2008) 70–72.
- [45] STEM Education Policy, (n.d.). <https://www.gov.ie/en/policy-information/4d40d5-stem-education-policy/#why-we-need-a-stem-education-policy>.
- [46] J. Keogh, T. Maguire, J. O’Donoghue, Graduate Work-Readiness in the 21st Century, Stream 4 Enterprising Univ. (2015). <https://arrow.tudublin.ie/st4/2>.
- [47] Science Foundation Ireland - For What’s Next, (n.d.). <https://www.sfi.ie/>.
- [48] PDST | Professional Development Service for Teachers, (n.d.). <https://pdst.ie/>.
- [49] STEM Education Consultation Report 2017, (n.d.). www.education.ie/en/Press-Events/Press-.
- [50] STEM Partnerships - Department of Education and Skills, (n.d.). <https://www.education.ie/en/The-Education-System/STEM-Education-Policy/stem-partnerships.html>.

- [51] STEM Education, (n.d.).
- [52] Welcome to the Department of Education website - Department of Education and Skills, (n.d.). <https://www.education.ie/en/>.
- [53] Epi•Stem | National Centre for STEM Education, (n.d.). <https://epistem.ie/>.
- [54] Numeracy Across the Curriculum Project | Epi•Stem, (n.d.). <https://epistem.ie/home-2/professional-development/numeracy-across-the-curriculum-project>.
- [55] Common European Numeracy Framework | Epi•Stem, (n.d.). <https://epistem.ie/research/research-projects-2/common-european-numeracy-framework>.
- [56] The Gender Gap Project | Epi•Stem, (n.d.). <https://epistem.ie/research/funded-projects/the-gender-gap-project>.
- [57] WiSTEM2D Project | Epi•Stem, (n.d.). <https://epistem.ie/research/funded-projects/wistem2d-project>.
- [58] Career Mathways Project | Epi•Stem, (n.d.). <https://epistem.ie/research/funded-projects/career-mathways>.
- [59] TiME (Time in Mathematics Education) | Epi•Stem, (n.d.). <https://epistem.ie/time-time-in-mathematics-education>.
- [60] Chain Reaction | Epi•Stem, (n.d.). <https://epistem.ie/research/funded-projects/chain-reaction>.
- [61] CASTeL, (n.d.). <https://castel.ie/>.
- [62] ATSSSTEM: Assessment of Transversal Skills in STEM is an innovative policy experimentation - CASTeL, (n.d.). <https://castel.ie/atsstem/>.
- [63] ENERGE - CASTeL, (n.d.). <https://castel.ie/energe/>.
- [64] Lets Talk About STEM - CASTeL, (n.d.). <https://castel.ie/LetsTalkAboutSTEM/>.
- [65] Maths4All, (n.d.). <https://maths4all.ie/>.
- [66] 3DIPhE - CASTeL, (n.d.). <https://castel.ie/3diphe/>.
- [67] Open Schools - CASTeL, (n.d.). <https://castel.ie/openschools/>.
- [68] Smart Futures | Home | Explore STEM careers & Education, (n.d.). <https://www.smartfutures.ie/>.
- [69] STEM Teacher Internship Programme - CASTeL, (n.d.). <https://castel.ie/stem-teacher-internships/>.

- [70] Team Teaching | PDST, (n.d.). <https://www.pdst.ie/numeracyteamteaching>.
- [71] P. Anne, Introducing Digital Portfolios (Primary) (online), (n.d.).
- [72] Skolverket, (n.d.). <https://www.skolverket.se/getFile?file=3984>.
- [73] Curriculum for the compulsory school, preschool class and school-age educare REVISED 2018 COMPULSORY SCHOOL, (n.d.).
- [74] English (engelska) - Skolverket, (n.d.). <https://www.skolverket.se/andra-sprak-other-languages/english-engelska>.
- [75] M. Amato, A. Siri, Liceo “Niccolò Machiavelli” Manual for Innovative Pedagogy in STEM Contents An Erasmus+ project to increase secondary students’ achievements in Science subjects, (2019).
- [76] LiU leder projekt i Östeuropa - Linköpings universitet, (n.d.). <https://liu.se/nyhet/liu-leder-projekt-i-osteuropa>.
- [77] The Swedish National Centre for Science and Technology Education (NATDID) - Linköping University, (n.d.). <https://liu.se/en/research/natdid>.
- [78] CETIS - The Centre for School Technology Education, CETIS, at Linköping University, (n.d.). https://liu.se/cetis/english/index_eng.shtml.
- [79] Om oss | NRCF_2, (n.d.). <http://www.lth.se/nrcf/om-oss/>.
- [80] Nationellt resurscentrum för fysik (NRCF) | Nationellt resurscentrum för fysik, (n.d.). <http://www.fysik.org/>.
- [81] Om NCM – NCM:s och Nämndarens webbplats, (n.d.). <http://ncm.gu.se/om-ncm>.
- [82] Nationellt resurscentrum för biologi och bioteknik, (n.d.). <https://bioresurs.uu.se/about-us/>.
- [83] Kemilärarnas resurscentrum, (n.d.). <https://www.krc.su.se/>.
- [84] Projekt STEM PD Net - CETIS verksamhet - Centrum för tekniken i skolan, (n.d.). <https://liu.se/cetis/verksamhet/projekt-stem-pd-net.shtml>.
- [85] National Centre for Mathematics Education, NCM – University of Gothenburg, Sweden – STEM PD Net, (n.d.). <https://stem-pd-net.eu/en/ncm/>.
- [86] Learning in STEM | KTH, (n.d.). <https://www.kth.se/en/larande/stem/larande-i-stem-1.804298>.
- [87] Courses at Learning in STEM | KTH, (n.d.). <https://www.kth.se/en/larande/stem/kurser-1.826546>.
- [88] Top Sweden STEM Degrees & Graduate Programs 2020+, (n.d.).

<https://www.gradschools.com/programs/math-science-engineering?countries=sweden>.

- [89] JU becomes member of International Centre for STEM education - About the University - Jönköping University, (n.d.). <https://ju.se/en/about-us/press/news/news-archive/2018-12-04-ju-becomes-member-of-international-centre-for-stem-education.html>.
- [90] Turkey's education vision 2023, (n.d.). http://planipolis.iiep.unesco.org/sites/planipolis/files/ressources/turkey_education_vision_2023.pdf.
- [91] T.C. Millî Eğitim Bakanlığı Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı, (n.d.). <http://mufredat.meb.gov.tr/ProgramDetay.aspx?PID=406>.
- [92] FEN BİLİMLERİ DERSİ ÖĞRETİM PROGRAMI (İlkokul ve Ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar), (n.d.).
- [93] G. Cakmakci, S. Gelmez-Burakgazi, 37. Turkey: From the Ottoman Empire to the Republic, (n.d.).
- [94] Ulusal Destek Programları | TÜRKİYE BİLİMSEL VE TEKNOLOJİK ARAŞTIRMA KURUMU, (n.d.). <https://www.tubitak.gov.tr/tr/destekler/bilim-ve-toplum/ulusal-destek-programlari>.
- [95] Turkey Technology Team, (n.d.). <http://turkiyeteknolojitaakimi.org/en/>.
- [96] STEM & Makers Fest/Expo, (n.d.). <https://stemandmakers.org/>.
- [97] Maker Faire | Global - Maker Faire, (n.d.). <https://makerfaire.com/global/>.
- [98] STEMPD – STEM, (n.d.). <https://www.stempd.net/>.
- [99] Muş Alparslan Üniversitesi STEM, (n.d.). <http://www.alparslan.edu.tr/sayfa.xhtml?sayfa=501-12>.
- [100] BİLİM VE SANAT MERKEZLERİ GÜÇLENİYOR, (n.d.). <http://meb.gov.tr/bilim-ve-sanat-merkezleri-gucleniyor/haber/21827/tr>.
- [101] Hacettepe Bilim, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik Eğitimi ve Uygulamaları Laboratuvarı <meta name=, (n.d.). <http://www.hstem.hacettepe.edu.tr/>.
- [102] BİLTEMME | Center for Science Technology Engineering and Mathematics Education | Center for Science Technology Engineering and Mathematics Education, (n.d.). <https://biltemm.metu.edu.tr/en>.
- [103] Workshops | BİLTEMME | Center for Science Technology Engineering and Mathematics Education, (n.d.). <http://biltemm.metu.edu.tr/en/workshops>.

- [104] STEM Laboratuvarı, (n.d.). <https://www.aydin.edu.tr/tr-tr/akademik/fakulteler/egitim/Pages/STEM-Laboratuvarı.aspx>.
- [105] BAUSTEM Center at Bahçeşehir University | NextLab Support, (n.d.). <https://support.golabz.eu/support/teacher-training-institutions/baustem-center-bahcesehir-university>.
- [106] Yıldız Teknik Üniversitesi STEM EĞİTİCİNİN EĞİTİMİ - İstanbul, (n.d.). <https://sem.yildiz.edu.tr/sertifikali-egitim-programlari/stem-egiticinin-egitimi.html>.
- [107] Turkish STEM Alliance | EU STEM Coalition, (n.d.). <https://www.stemcoalition.eu/members/turkish-stem-alliance>.
- [108] International Stem Education Summit | UNESCO | Mektebim Schools, (n.d.). <https://www.mektebim.k12.tr/unesco/en/>.
- [109] Prof. Aziz Sancar GIS, TÜBİTAK Konya Bilim Kampı Yapıldı | TÜRKİYE BİLİMSEL VE TEKNOLOJİK ARAŞTIRMA KURUMU, (n.d.). <https://tubitak.gov.tr/tr/haber/prof-aziz-sancar-gis-tubitak-konya-bilim-kampi-yapildi>.
- [110] Türkiye Bilim ve Teknoloji Merkezleri Konferansı'nın İlki Gerçekleştirildi | TÜRKİYE BİLİMSEL VE TEKNOLOJİK ARAŞTIRMA KURUMU, (n.d.). <https://tubitak.gov.tr/tr/haber/turkiye-bilim-ve-teknoloji-merkezleri-konferansinin-ilki-gerceklestirildi>.
- [111] Turkey - ECB, (n.d.). <http://www.ingenious-science.eu/web/guest/country-focus-turkey>.
- [112] İYTE'ye "Eğitim Uygulama ve Araştırma Merkezi" STEM Kuruluyor - İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, (n.d.). <https://iyte.edu.tr/haber/iyteye-egitim-uygulama-ve-arastirma-merkezi-stem-kuruluyor/>.
- [113] Teacher training about STEM (FeTeMM) education in Turkey - Scientix blog
Scientix blog, (n.d.). <https://blog.scientix.eu/2016/02/the-teacher-training-about-stem-fetemm-education-in-turkey/>.
- [114] Паспорт национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации», (n.d.). <http://static.government.ru/media/files/urKHm0gTPPnzJlaKw3M5cNLo6gczMkPF.pdf>.
- [115] Постановление Правительства Российской Федерации от 18 апреля 2016 г. №317 «О реализации Национальной технологической инициативы» оставлен КонсультантПлюс, (n.d.).

- [116] Рособрнадзор сравнил баллы ЕГЭ за последние несколько лет - РИА Новости, 26.06.2019, (n.d.). <https://ria.ru/20190626/1555935617.html>.
- [117] PISA 2018 Results (Volume I), OECD, 2019. <https://doi.org/10.1787/5f07c754-en>.
- [118] Указ Президента Российской Федерации от 01.12.2016 г. № 642 • Президент России, (n.d.). <http://kremlin.ru/acts/bank/41449>.
- [119] Паспорт приоритетного проекта “Доступное дополнительное образование для детей,” (n.d.). <http://static.government.ru/media/files/MOoSmsOFZT2nIupFC25Iqkn7qZjkiqQK.pdf>.
- [120] Кванториум, (n.d.). <https://www.roskvantorium.ru/>.
- [121] Правительство России, (n.d.). <http://government.ru/info/35566/>.
- [122] Концепция преподавания предметной области «Технология» в образовательных организациях Российской Федерации, реализующих основные общеобразовательные программы, (n.d.). <https://docs.edu.gov.ru/document/c4d7feb359d9563f114aea8106c9a2aa/download/737/>.
- [123] Worldskills: Билет в будущее, (n.d.). <https://bilet.worldskills.ru/>.
- [124] Проектория, (n.d.). <https://proektoria.online/>.
- [125] Направление «Уроки настоящего», (n.d.). <https://sochisirius.ru/edu/uroki>.
- [126] IT-Куб - главная страница, (n.d.). <http://айтикуб.рф/>.
- [127] Социализация обучающихся через проф.-труд.подготовку, (n.d.). <http://internat5.edusite.ru/p69aa1.html> (accessed February 20, 2021).
- [128] Национальная технологическая инициатива (НТИ), (n.d.). <https://nti2035.ru/>.
- [129] Проект STEAMTeach, (n.d.). <http://special.kantiana.ru/steamteach> (accessed February 20, 2021).
- [130] Кружковое движение, (n.d.). <https://team.kruzhok.org/en/>.
- [131] Олимпиада НТИ — Олимпиада Национальной технологической инициативы, (n.d.). <https://nti-contest.ru/>.
- [132] Урок НТИ, (n.d.). <https://nti-lesson.ru/>.
- [133] Практики будущего, (n.d.). <https://practicingfutures.org/>.
- [134] Проект RUKAMI, (n.d.). <https://team.kruzhok.org/iniciativy/post/festival->

rukami.

- [135] Сириус, (n.d.). <https://sochisirius.ru/>.
- [136] Educational Foundation “Talent and Success,” (n.d.).
- [137] Научно-технологическая проектная образовательная программа «Большие вызовы»: Участники и порядок отбора, (n.d.).
<https://sochisirius.ru/obuchenie/nauka/smena578/2893>.
- [138] Большие вызовы | Главная, (n.d.). <https://konkurs.sochisirius.ru/>.
- [139] Сириус.Курсы — Открытая онлайн-школа развития таланта, (n.d.).
<https://edu.sirius.online/#/>.
- [140] Вконтакте, (n.d.). <https://vk.com>.
- [141] Ступени успеха, (n.d.). <https://stupeni-uspeha.ru/>.
- [142] Золотое Сечение – Фонд поддержки талантливых детей и молодежи, (n.d.).
<https://zsfond.ru/>.
- [143] Академия талантов, (n.d.). <https://academtalant.ru/>.
- [144] Университет Талантов, (n.d.). <https://utalents.ru/>.
- [145] Урок Цифры — всероссийский образовательный проект в сфере цифровой экономики, (n.d.). <https://урокцифры.рф/>.
- [146] Паспорт национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации», (n.d.).
<http://static.government.ru/media/files/urKHm0gTPPnzJlaKw3M5cNLo6gczMkPF.pdf>.
- [147] НАЦИОНАЛЬНЫЕ ПРОЕКТЫ: ЦЕЛЕВЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ И ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ, (n.d.).
- [148] Час кода, (n.d.). <https://hourofcode.com/ru>.
- [149] Центр Инноваторов - Нр, (n.d.). <http://stem.festivalnauki.ru/>.
- [150] О STEM-центрах | Центр Инноваторов, (n.d.).
<http://stem.festivalnauki.ru/pages/o-stem-centrah>.
- [151] Каталог STEM-центров | Центр Инноваторов, (n.d.).
<http://stem.festivalnauki.ru/pages/katalog-organizacij>.
- [152] Roboоky | Школа инжиниринга и робототехники, (n.d.). <http://roboоky.ru/>.
- [153] С.А. Ловягин, Изучение естественных наук в логике STEM-образования: концепция и практика Хорошшколы, in: Научно-Практическое Образование, Исследовательское Обучение, STEAM-Образование Новые

Типы Образовательных Ситуаций, 2018: pp. 166–172.

- [154] Открытый университет Сколково, (n.d.). <https://opus.sk.ru/>.
- [155] Онлайн-курс «Как стать наставником проектов», (n.d.).
<https://www.lektorium.tv/tutor>.
- [156] Лекториум, (n.d.). <https://www.lektorium.tv/>.
- [157] Бесплатный онлайн-курс «От хакатона до проектной школы», (n.d.).
<https://www.lektorium.tv/hackathon>.
- [158] MCU – MOSCOW CITY UNIVERSITY, (n.d.). <https://en.mgpu.ru/>.
- [159] Об утверждении Государственной программы развития образования и науки Республики Казахстан на 2016 - 2019 годы - ИПС “Әділет,” (n.d.).
<http://adilet.zan.kz/rus/docs/U1600000205>.
- [160] Об утверждении Государственной программы “Цифровой Казахстан” - ИПС “Әділет,” (n.d.). <http://adilet.zan.kz/rus/docs/P1700000827>.
- [161] Об утверждении Стратегического плана развития Республики Казахстан до 2025 года и признании утратившими силу некоторых указов Президента Республики Казахстан - ИПС “Әділет,” (n.d.).
<http://adilet.zan.kz/rus/docs/U1800000636>.
- [162] Об утверждении Государственной программы развития образования и науки Республики Казахстан на 2020 - 2025 годы - ИПС “Әділет,” (n.d.).
<http://adilet.zan.kz/rus/docs/P1900000988>.
- [163] Казахстанско-российский семинар «Педагогический STEM-парк» - Казахский Национальный педагогический университет имени Абая, (n.d.).
<https://kaznpu.kz/ru/4124/news/>.
- [164] NU program on training school teachers in teaching STEM subjects in English language proved compliance with international standards - Nazarbayev University, (n.d.). <https://nu.edu.kz/news/nu-program-training-school-teachers-teaching-stem-subjects-english-language-proved-compliance-international-standards>.
- [165] STEM образование в ЕНУ им. Л. Н. Гумилева, (n.d.).
<https://univision.kz/edu-program/25232.html>.
- [166] Science can be fun! STEM Olympiad at Nazarbayev University - Nazarbayev University, (n.d.). <https://nu.edu.kz/news/science-can-be-fun-stem-olympiad-at-nazarbayev-university>.
- [167] VI Международный фестиваль робототехники, программирования и

ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, (n.d.). <http://roboland.kz/>.

- [168] В Астане фестиваль для STEM учителей - свежие новости на Atameken Business Channel | Inbusiness, (n.d.). <https://inbusiness.kz/ru/last/v-astane-proshel-pervyj-v-kazahstane-festival-dlya-stem-uch>.
- [169] Степногорск қаласының әкімдігі, (n.d.). <https://www.gov.kz/memleket/entities/aqmola-stepnogorsk?lang=kk>.
- [170] Первый городской фестиваль STEM образования «Deinde 4.0» состоялся в Костанай | Газета Наш Костанай, (n.d.). <https://top-news.kz/pervyj-gorodskoj-festival-stem-obrazovaniya-deinde-4-0-sostojalsja-v-kostanae/>.
- [171] STEM-образование в мире и Казахстане | Otbasym, (n.d.). <http://otbasym.kz/news/obrazovanie/2018-05-18/stem-obrazovanie-v-mire-i-kazahstane>.
- [172] Партнерская программа «Ньютон – Аль-Фараби» | British Council, (n.d.). <https://www.britishcouncil.kz/ru/newton-al-farabi>.
- [173] STEM Academia | Инновации в образовании, (n.d.). <https://stem-academia.com/>.
- [174] Назарбаев Интеллектуальные школы, (n.d.). <https://www.nis.edu.kz/ru/projects/Robotics/>.
- [175] Новости и мероприятия, (n.d.). <https://almaty.fizmat.kz/o-shkole/novosti-i-meropriyatiya/>.
- [176] Курсы повышения квалификации для учителей STEM, (n.d.). <https://almaty.fizmat.kz/news/kursy-povysheniya-kvalifikacii-dlya-uchi-2/>.
- [177] » КАК ПРОКАЧАТЬ УЧИТЕЛЕЙ – МЕТОД ОТ РФМШ (О НАС В СОЦСЕТЯХ), (n.d.). <https://almaty.fizmat.kz/news/kak-prokachat-uchiteley-metod-ot-rfm/#>.
- [178] Haileybury: что происходит за кулисами ведущей британской школы в Казахстане | Steppe, (n.d.). <https://the-steppe.com/razvitie/haileybury-chto-proishodit-za-kulisami-vedushchey-britanskoj-shkoly-v-kazahstane>.
- [179] Как изучают STEM в одной из лучших школ Казахстана | Перемена.медиа – о трендах современного образования и воспитания в Казахстане, (n.d.). <https://peremena.media/stem-v-odnoi-iz-luchshih-shkol-kazahstana/>.
- [180] STEM — новое направление в обучении, (n.d.). <https://the-tech.kz/articles/what-is-stem/>.
- [181] Как выпускник «Болашака» запустил свой образовательный проект? -

новости Kapital.kz, (n.d.). <https://kapital.kz/business/63513/kak-vypusknik-bolashaka-zapustil-svoy-obrazovatel-nyu-proyekt.html>.

[182] Международная школа “Мирас” г. Нур-Султан - Miras International School Nur-Sultan, (n.d.). <https://miras-astana.kz/pages/eng/stem.html>.

[183] STEAM-образование внедряет сельская школа в Акмолинской области, (n.d.). https://lenta.inform.kz/ru/steam-obrazovanie-vnedryaet-sel-skaya-shkola-v-akmolinskoy-oblasti_a3459352.

[184] Caravan of knowledge, (n.d.). <https://caravanofknowledge.com/en>.