

STEM-ПОДХОД В ОБРАЗОВАНИИ: ОСОБЕННОСТИ ПЛАНИРОВАНИЯ И ПРОВЕДЕНИЯ STEM-ЗАНЯТИЙ

Пискунова Елена Вадимовна

Аннотация. В статье описываются особенности STEM-подхода в обучении, основанного на исследовании как ведущем типе учебной деятельности. Определены преимущества STEM по сравнению с урочно-предметным подходом, характерные критерии создания STEM-занятий. Приводятся конкретные методические рекомендации из опыта работы зарубежных, российских и белорусских педагогов по планированию и организации этапов STEM-проектов. Содержание статьи будет интересно учителям, молодым специалистам, студентам, начинающим осваивать использование STEM-подхода в образовательном процессе.

Современные темпы информатизации, повсеместная цифровизация системы образования и преобразование ее парадигмы приводят к неотъемлемым изменениям самих подходов к обучению. Быстроменяющиеся тенденции образования и активное развитие новых информационно-коммуникационных технологий актуализируют комплексные подходы к обучению [3]. Международные исследования (PISA) выявляют проблемы с естественнонаучной грамотностью учащихся, под которой понимают способность применять полученные знания в реальных жизненных ситуациях [7]. Так что формирование функциональной грамотности, развитие критического мышления в процессе обучения и воспитания как никогда актуальны.

Одним из способов решения проблемы низкого уровня сформированности естественнонаучной грамотности выступает образовательная технология STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics), суть которой – в комплексном подходе к изучению определенной проблемы или явления в процессе обучения. Как известно, аббревиатура «STEM» была впервые предложена американским бактериологом Р. Колвэлл в 1990-х годах, но активно начала использоваться с 2011 г. и связана с именем биолога Джудит А. Рамали, которая, как руководитель Института естественных наук США, отвечала за разработку новых образовательных программ [1].

В широком понимании STEM-подход представляет собой широкий инструментарий, включающий в себя комплекс действий, подходов, практик и методик, которые ориентированы на то, чтобы и общество, и отдельный человек были готовы к будущему. Использование STEM-подхода в образовательном процессе приводит к тому, что учащиеся идут на обдуманый риск, участвуют в экспериментальном обучении и творческой деятельности, решают жизненно ориентированные кейсы.

STEM-подход базируется на исследовании как ведущем типе учебной деятельности, в основе которого – проблемы, вопросы, процессы, продукты. STEM-проект требует обязательного включения цели, задач и роли. Учащиеся – субъекты в роли самостоятельных авторов, инициаторов, лидеров и членов команды. Форма организации обучения включает проектную и практическую STEM-составляющие, ком-

бинация которых эффективнее классно-урочного обучения [5].

Для понимания особенностей STEM-подхода Л.В. Рождественская, образовательный технолог и автор онлайн-курса «STREAM-подход в образовании: теория и практика», в своей статье на блогплатформе и площадке для профессионального роста, обмена инновационными идеями и решениями, передачи опыта и экспертной деятельности работников образования в области современных стандартов и технологий «Новатор» предлагает сравнение ключевых моментов STEM-технологий с традиционным классно-урочным подходом [5]. (Таблица)

Лучшие результаты становятся возможны благодаря предметным и мотивационным предпосылкам и качественно лучшей организации для достижения и устойчивого интереса к активной познавательной деятельности; и практическому опыту за счет участия в трудовой деятельности, имеющей социальное значение; и развитию способностей коммуникации и сотрудничества со сверстниками, а также применения изученного в реальных условиях; и формированию способности критиковать, отстаивать собственное мнение; и освоению презентационных компетенций; и улучшению способности генерировать идеи при минимальном количестве вводных данных; и осознанию творческого потенциала использования технологий в различных сферах деятельности.

В результате использования STEM-подхода в обучении прогнозируется улучшение в ориентировании учащихся в мире профессий. Согласно статистическим данным стран, активно пропагандирующих STEM-образование, в ближайшем будущем в мире резко не будет хватать IT-специалистов, программистов, инженеров, специалистов высокотехнологических производств, появятся профессии интегрированной направленности (био-, нанотехнологии). Сегодняшним учащимся предстоит работать в будущем по профессиям, которых сейчас нет, использовать технологии, которые еще не созданы, решать задачи, о которых мы только догадываемся [7]. STEM позволяет определиться с выбором будущей профессии, при которой максимально полно раскрывается личный потенциал.

Основным ресурсом для знакомства учащихся со STEM-профессиями будущего является проект Агентства Стратегических инициатив «Атлас 100»¹.

¹Атлас новых профессий / Д. Варламова [и др.]; под ред. Д. Варламовой [Электронное издание]. – Режим доступа: <http://atlas100.ru>. – Дата доступа: 01.06.2022.

№	STEM-направления	Урочно-предметный подход
1.	Междисциплинарный подход, в котором осуществляют совместную учебную деятельность учащиеся и учителя. В процессе этой деятельности учащиеся и учителя овладевают проектным мышлением.	Учащиеся и учитель остаются в рамках и логике одного учебного предмета. Результат – «разрозненные знания» по разным предметам.
2.	Вопросы и формулирование проблем предшествуют поиску ответов и углублению в контент (по необходимости).	Ответы существуют без вопросов в виде «готового знания». Трансляция контента от учителя к учащемуся (обязательная).
3.	Обучение строится на артефактах и феноменах. Рассматриваются проблемы, связанные с жизнью и миром учащегося; контекст, который интересен и важен сегодня, даже если речь идет о будущем.	Обучение строится тематически на базе того, что по плану, в учебнике. Декларируется: знания пригодятся в будущем.
4.	Совместное исследование учащегося с учителем и другими участниками проектной группы. Вырабатывается умение взаимодействовать.	Индивидуальное выполнение упражнений на отработку навыков. С точки зрения учащегося, это «навыки неизвестно для чего».
5.	Важен продукт, полученный в процессе деятельности.	Продукт деятельности не обозначен. Важна внешняя оценка формального результата, чаще всего, в виде отметки.
6.	Задачи и критерии оценивания продукта вырабатываются в совместной работе.	Есть правильные ответы в учебнике.
7.	Планирование и самоконтроль в проекте.	Учитель контролирует правильность выполнения учебных заданий, он же и оценивает.

Таблица. Сравнение ключевых моментов STEM-технологий с традиционным классно-урочным подходом

В этом альманахе профессий будущего, актуальных для российской экономики, перечислены навыки и умения, необходимые специалистам XXI века: системное мышление, межотраслевая коммуникация, мультиязычность и мультикультурность, управление проектами, клиентоориентированность, бережливое производство, экологическое мышление, программирование/ робототехника/искусственный интеллект, работа с людьми, работа в условиях неопределенности, навыки художественного творчества. Атлас основан на данных форсайт-сессий, в которых принимали участие более 4000 ключевых экспертов [2].

К сожалению, несмотря на все преимущества STEM-подхода, наблюдается несовместимость новой технологии с традиционной системой образования. Один из принципов STEM-подхода – проектное обучение. Сам по себе этот метод не новый, но здесь он играет ключевую роль, потому что дает возможность реализовать естественные взаимосвязи между предметами. Но интеграция создания проектов и классно-урочной системы, когда есть отдельные дисциплины, учителя, четверти, затруднительна. Оптимальным в таких условиях является реализация STEM во внеклассной работе – объединениях по интересам, тематических «проблемных» неделях, научных обществах учащихся, конкурсном движении.

Особое внимание стоит уделить особенностям создания STEM-занятий. Самый простой, базовый уровень внедрения STEM-подхода в образовательный процесс – это отдельное занятие или цикл занятий. Здесь сосредоточены усилия педагогов по поиску методов и подходов к реализации проекта. Опираясь на анализ накопленного опыта в данном направле-

нии, мы можем выделить ряд важных принципов для разработки и подготовки STEM-занятий:

- прикладной характер подхода к проблемам реального мира;
- обучение через решение проблем с активизацией критического мышления;
- интеграция предметов.

Исходя из принципов, определяются характерные критерии создания STEM-занятий:

1 – рассмотрение «реальных» проблем, решение которых позволит обращаться к разным областям науки и различным источникам поиска информации с целью выбора оптимального способа (книги, интернет-источники, исследовательский либо экспериментальный собственный опыт);

2 – предложение проблем, которые имеют «свой путь» решений и множество верных ответов;

3 – предложение проблем, решение которых ведет от конкретного к общим понятиям, идеям, применимым в жизни;

4 – рассмотрение проблем, которые позволяют развивать навыки аргументировать, доказывать, прибегая к логике;

5 – включение в процесс решения проблем игровых и соревновательных элементов;

6 – конструирование из «того, что под рукой», создание проектов с ограниченным бюджетом, расчет стоимости проектов, что способствует развитию воображения, бережливости, планированию бюджета, управленческих навыков;

7 – реализация принципа самостоятельности в опытной, проектной, конструкторской деятельности;

8 – способствование навыкам командной работы,

общению внутри группы, развитию навыков коммуникации и сотрудничества;

9 – обязательное включение в обучение презентации результатов работы перед командой с грамотно организованным взаимным оцениванием.

Одно из распространенных заблуждений относительно STEM-подхода в образовательном процессе заключается в том, что учащимся нужны все новейшие технологии и гаджеты. STEM на самом деле не означает наличие дорогого оборудования. В статье «Как преподавать STEM – все, что нужно для начала» Сара Кренерт, преподаватель STEM и автор книги «Любопытство и голодный разум» описала рекомендации для начинающих педагогов, опираясь на свой личный опыт [4].

Во-первых, необходимо понять для себя, что такое STEM, что он направлен на развитие навыков решения проблем и критического мышления у учеников в среде, ориентированной на учащегося. Это философия образования, предполагающая обучение навыкам и учебным предметам таким образом, который напоминает реальную жизнь [4]. Очень редко какие-либо предметные области STEM применяются независимо друг от друга.

Во-вторых, включить как минимум две дисциплины STEM. Предлагаем несколько примеров таких занятий во всех возрастных группах.

В учреждении дошкольного образования воспитанникам предлагается инженерная задача «Как переместить мяч по полю, не перенося его руками и не ударяя по нему ногой?». Ребятам предлагаются такие материалы, как желоба, трубы, кубики, веревки и т.д. Они работают вместе и методом проб и ошибок находят способ транспортировки мяча к месту назначения. В процессе они изучают, не называя, идеи гравитации, сил и движения, дизайна и техники [6].

На I ступени общего среднего образования учащимся предлагается вопрос: «Что нужно растению для роста?». Они планируют эксперимент, в котором семена выращивают в разных условиях: свет/без света, вода/без воды и т.д. Растения измеряются, а высота фиксируется на графике. Дальнейшие эксперименты заключаются в создании «лабиринта растений» из картонной коробки, чтобы увидеть, будет ли растение расти сквозь лабиринт, следуя за светом. В ходе этого процесса учащиеся узнают о биологии растений, таких абиотических факторах, как свет и вода, о фототропизме, дизайне и технике, сборе данных, измерениях, построении графиков [6].

На II ступени общего среднего образования (V–VIII классы) учащимся предлагается спроектировать и построить солнечную печь. Сначала они должны нарисовать план, в котором указаны конструкция, материалы и места, где происходит передача тепловой энергии (проводимость, конвекция, излучение). Затем строят, тестируют и улучшают свои проекты. Ребята контролируют и записывают температуру с помощью термометра. Данные о температуре собираются и отображаются в виде графика в зависимости от времени суток. В процессе работы учащиеся узнают

о солнечной энергии, передаче тепловой энергии, проектировании и конструировании, исследованиях и разработках, сборе данных, построении графиков и правильном использовании научных инструментов и приборов [6].

В IX классе и на III ступени общего среднего образования учащимся предлагается сконструировать струнную машину для изучения стоячих волн. Работа начинается со сбора информации о подобных приборах и выборе необходимых материалов и оборудования, которые есть в свободном доступе, учитывая их стоимость. Следующий этап – непосредственная сборка машины и тестирование. С помощью регулировки натяжения струны в видеокамерах учащиеся изучают колебание стоячих волн, факторы, влияющие на рисунок волны. В ходе этого процесса учащиеся изучают процесс проектирования и конструирования, физику колебаний и волн, собирают графические данные и учатся правильному использованию научных инструментов и технологий [8].

В-третьих, необходимо филигранно ориентироваться в содержательном поле педагогики, принципах дидактики, владеть соответствующими умениями и навыками, чтобы эффективно преподавать STEM как новый эффективный способ направить мыслительный процесс учащегося к поиску правильного решения.

В зависимости от характера поставленной проблемы условно STEM-проекты можно разделить на «инженерные» (создание новых механизмов, техник, программ, конструкций путем решения конкретных задач) и «исследовательские» (получение знаний с использованием исследовательского подхода).

Планы STEM-занятий могут показаться сложными для разработки, тем более что каждый педагог, работающий в данном направлении, имеет свой уникальный подход. Анализ материалов по STEM-подходу в образовании США, Российской Федерации, странах Европы позволяет определить основные этапы, которыми занятие формируется.

1. Практико-ориентированная проблемная ситуация.

STEM-обучение построено на решении проблем, связанных с реальной жизнью и повседневностью. Проблема – отправная точка, вокруг которой формируется весь проект. Работа над решением проблемы должна стимулировать учащихся самостоятельно искать информацию. Из проблемы вытекает конкретная цель, определяются задачи и способы деятельности, составляется план, выбираются материалы и оборудование. Данным процессом руководит педагог с помощью беседы [7].

2. Поиск информации.

На этом этапе учитель выступает в роли активного «наблюдателя» за процессом работы над проектом, акцентирует внимание на решение проблемы с разных позиций (науки, технологии, математики). Эффективным инструментом является использование маршрутных листов, которые способствуют алгоритмизации процесса поиска необходимой теоретической и практической информации. На первом плане

умение использовать свои знания на практике [7].

3. Экспериментальное исследование с элементами моделирования.

По мнению многих STEM-педагогов, это самый методически сложный этап, на котором происходит освоение учащимися практики и методов исследования. Следует обратить внимание, что исследовательская деятельность зависит от возраста участников проекта, от освоения понятий и способов исследовательской деятельности в рамках практических проектных исследований.

Любое исследование включает запрос, то есть цель исследования, гипотезу, проверку гипотезы, анализ данных, отчет о результатах, вывод о гипотезе. Учащимся предоставляется возможность изучать научные закономерности «своим путем открытий», двигаться от решения конкретного к общему. При этом необходимо включать в поиск решения разносторонние науки, акцентировать внимание на аргументации, доказательстве, логике. Организация экспериментальных исследований с моделированием зависит от материально-технической базы учреждения образования. При этом не стоит отказываться от идеи из-за отсутствия IT-инструментов (специальных программных комплексов, оборудования для 3-D моделирования), так как при последовательном креативном планировании исследовательскую работу можно организовать и на «пустом месте», как показывает опыт STEAM Powered Family.

4. Проектно-технологическая деятельность.

На данном этапе организуется инженерная деятельность, которая предполагает создание нового продукта на основании полученных знаний и результатов. Учащиеся в своих практических проектах реализовывают новаторские идеи механизмов, техник, программ. В I–IV классах основным видом проектной деятельности является решение конкретных инженерных задач с использованием необходимых средств и материалов, инструкций. В V–VIII классах проекты усложняются, практикуется научный подход, направленный на формирование умений анализировать, доказывать. В IX–XI классах – практическая проектная исследовательская деятельность, формирующая способности к структурному анализу и творчеству. Деятельность строится в направлении от запроса (вызов или проблема) к инженерному дизайну по созданию продукта с последующим анализом и презентацией результатов [7].

Этапы, кроме практико-ориентированной проблемной ситуации, могут располагаться в произвольном порядке.

Кроме того, STEM-проекты могут использоваться как элементы урока, варианты домашнего задания, основа внеклассных мероприятий. При этом учащиеся развивают умения определять проблему, формулировать вопрос, анализировать полученные данные и результаты. В проектной деятельности дети играют активную роль первооткрывателей, постепенно переходя от получения готовых заданий и поиску конструированных знаний. Конкретная цель проектно-ис-

следовательской работы – развитие универсальных навыков, необходимых для решения профессиональных и жизненных задач. Здесь не заучивают факты, а учат учиться, вырабатывая, таким образом, основу для жизненного успеха.

Таким образом, STEM-подход к образовательному процессу повышает мотивацию учащихся, помогает понять, какие знания, умения и навыки, получаемые в учреждении образования, понадобятся при решении практических задач, для успешной учебы в учреждении высшего образования, для карьерного роста, а также стимулирует личностное и профессиональное развитие учащихся, помогает эффективно выстроить собственный образовательный алгоритм. Г.Э. Лессинг говорил: «Спорьте, заблуждайтесь, ошибайтесь, но, ради Бога, размышляйте, и, хотя криво, да сами». Опыт работы со STEM-подходом в образовательной парадигме разных стран свидетельствует о том, что данная технология является весьма интересной и полезной с точки зрения развития навыков будущего 4К – коммуникация, кооперация, критическое мышление, креативность, необходимых учащимся уже сегодня.

Список литературы

1. Авдеева, Т.И. Тенденции в образовании: STEM, STEAM, STREAM/ Т.И. Авдеева, М.И. Высокос, С.И. Зыкова // Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции "Педагогическая наука и педагогическая практика", г. Москва, 25 апреля 2021 г. / Н.А. Краснова [гл.ред.] [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://scipro.ru/conf/proceedings_25042021.pdf. – Дата доступа: 16.06.2022.
2. Атлас новых профессий / Д. Варламова [и др.]; под ред. Д. Варламовой. – М.: Интеллектуальная Литература, 2021. – 471 с.
3. Доклад всемирного экономического форума [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://reports.weforum.org/global-risks-2019/chapter-one/> – Дата доступа: 01.07.2022.
4. Как преподавать STEM – все что нужно для начала [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mystemclassroom.com/how-to-teach-stem/> – Дата доступа: 09.06.2022.
5. Рождественская, Л.В. STEM – STEAM – STREAM на смену предметам и предметникам [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://novator.team/post/142>. – Дата доступа: 01.07.2022.
6. Руководство по STEM для учителей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.weforum.shareitscience.com/2017/01/stem-guide-for-teachers.html?m=1>. – Дата доступа: 10.06.2022.
7. Юганова, Н.А. От теории к практике: методические рекомендации по внедрению STEM-подхода в учебный процесс / Н.А. Юганова, М.Н. Шелюховская. – Санкт-Петербург: ГБОУ лицей № 344 Невского района Санкт-Петербурга, 2020. – 36 с.
8. Science Snacks [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.weforum.exploratorium.edu/snacks>. – Дата доступа: 10.06.2022.

Дата поступления в редакцию: 04.07.2022