

Министерство просвещения Республики Казахстан

Национальная академия образования имени И. Алтынсарина



ДИДАКТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РЕАЛИЗАЦИИ STEM-ПОДХОДА В ОБРАЗОВАНИИ

Астана, 2023

Рекомендовано решением Научно-методического совета Национальной академии образования им. И. Алтынсарина (протокол №2 от 12.05.2023 г.).

Дидактические основы реализации STEM-подхода в образовании.
Методическое пособие. - Астана: НАО имени И. Алтынсарина, 2023. –160 с.

В данном методическом пособии рассмотрены вопросы трансформации системы среднего образования в контексте запросов «общества будущего» – Общества 4.0 с Индустрией 4.0. Обоснована важная роль STEM образования в реализации гуманистической парадигмы развития образования, личностно-деятельностного и компетентностного подходов в обучении, а также их модификации в соответствии с требованиями процесса цифровизации и инженерно-технологического образования. Показана актуальность введения элементов инженерно-технологического образования в школы в условиях индустриально-цифровой эры развития человечества. Обоснованы дидактические условия реализации инженерно-технологического образования в школе. Показано значение осуществления проектной и учебно-исследовательской деятельности обучаемых в формировании STEM компетенции. Анализированы дидактические особенности STEM обучения. Раскрыта сущность непрерывного содержания STEM образования. Обоснована важная роль интерактивных методов и технологии трехмерной методической системы обучения в реализации STEM обучения. Проанализированы психолого-педагогические основы организации предпрофильной подготовки и профильного обучения в контексте требований STEM подхода. Показано стратегическое значение трансформации системы образования на основе STEM подхода в подготовке конкурентоспособного человеческого капитала для страны с Индустрией 4.0 и условия реализации инновационного тренда данной сферы, то есть, STEM образования.

Работа может быть полезной учителям и руководителям школ, научным работникам, студентам, магистрантам, докторантам и преподавателям вузов.

©Национальная академия образования
им. И. Алтынсарина, 2023.

Введение

Современный быстроменяющийся мир ставит перед человечеством все новые задачи, решения которых требуют оперативности, той же динамичности, по которой он сам развивается.

Главными движущими силами динамичности современного мира являются тотальная цифровизация всех сфер жизни, всеобщая глобализация, жесткая конкуренция экономики развитых стран и научно-технический прогресс.

Как известно, научно-технический прогресс это поступательное развитие науки и техники, результатом которого является последовательная модернизация техники, технологий и организаций производства, повышения их эффективности.

На межгосударственном уровне транснациональные корпорации, ведущие страны мира находятся в ожесточенной конкурентной борьбе не только за экономическое и политическое влияние, но и за научно-техническое первенство, за вступление в шестой технологический уклад, за лидерство в цифровых технологиях и создании искусственного интеллекта [1,2].

Переустройство же общества и индустрии под влиянием инноваций в технике и технологии, сопровождающееся скачком производительности, называется промышленной революцией [1].

Благодаря экспоненциальному развитию цифровых технологий, которые позволяют мгновенно получить, передать и обработать огромное количество информации (знаний) в соответствии с развивающимся научно-техническим прогрессом, а также конкуренцией (которая работает по принципу “постоянно быть на шаг впереди”) смена поколений промышленных революций тоже ускоряется.

В 2011 году в ФРГ президент Давосского всемирного экономического форума К.Шваб объявил о наступлении 4-й промышленной революции (Индустрии 4.0), которая характеризуется главным образом, высокотехнологичной цифровой промышленностью [1].

Таким образом, современная цивилизация вступила в эпоху четвертой промышленной революции (индустрия 4.0) отличительными чертами которой являются: роботизация, квантовые компьютеры, цифровая, интернет- и киберэкспансия, искусственный интеллект, мобильные технологии, виртуализация, глобальные изменения в энергетике, нано- и биотехнологиях. Во всех сферах жизнедеятельности человечества возникают глобальные изменения, раздвигаются технологические горизонты, кратно возрастают возможности экономики, производства, медицины, кардинально улучшается качество жизни населения [2].

Прорывные научно-технические достижения, к которым ведет четвертая промышленная революция, открывают человечеству великие перспективы, на существенно более высокий уровень выходит сфера образования. Вполне естественно, что новейшие информационные технологии, суперсовременное оборудование представляют собой огромный ресурс для получения, усвоения и

контроля значительных объемов знаний, обеспечивают пути эффективного решения образовательных задач в соответствии с актуальными запросами общества [1,2].

Как известно, главной функцией системы образования является выполнение социального заказа общества, ориентированный на решение перспективных задач развития страны. В свете современных требований к выпускнику, которые складываются под влиянием ситуаций на рынке труда и таких процессов, как ускорение темпов развития общества и повсеместной цифровизации всех сфер жизни, становится очевидным, что традиционная знаниевая система образования не отвечает запросам современного общества, а обучение, основанное на деятельностно-компетентностном подходе требует постоянного совершенствования.

Всеобщая глобализация и цифровизация, высочайший динамизм технологизации придает совершенно новый темп экономическому и социальному развитию общества в передовых странах.

Общество, охватывающее период всеобщей цифровизации и развития технологий, с уровнем индустрии 4.0 экспертами названо общество 4.0 [1,3].

Индустрия 4.0 предполагает новый подход к производству, основанный на массовом внедрении информационных технологий в промышленности, масштабной автоматизации бизнес-процессов и распространения искусственного интеллекта [1].

Развитые страны 21 века (в число которых в ближайшие годы стремится войти Казахстан) характеризуются конкурентоспособной экономикой с Индустрией 4.0, с конкурентоспособной наукой и образованием, отвечающими запросам Общества 4.0. В Индустрии 4.0 экономический рост основан не на природных ресурсах, а на инновациях и конкурентоспособном человеческом капитале [2, 3, 4].

Высокотехнологическое производство Индустрии 4.0 предполагает не только использование, но и развитие процесса цифровизации и роботизации промышленности (использования квантовых компьютеров, искусственного интеллекта, технологий lot, big data и пр), а также динамичного обновления технологий, оборудования, т.е. изобретение инноваций и их внедрение в производство.

Мировой опыт показывает, что общество 4.0 с индустрией 4.0 требуют кардинальной трансформации системы образования. Данная трансформация ставит перед образованием непростые задачи: подготовка подрастающего поколения к жизни в обществе будущего (общество 4.0), которая требует от него особых интеллектуальных способностей, необходимых для специалистов высокотехнологичных производств, сформированных ключевых компетенций и навыков XXI века.

При формулировании образовательной парадигмы новой промышленной революции эксперты исходят из предположения, что эта парадигма не должна конфликтовать с парадигмой промышленного производства. *Принцип соответствия производственной и образовательной парадигмы* предполагает необходимость следующих системных изменений в образовательной среде [4]:

- *цифровизация образования*. По сути это означает расширение с помощью цифровых решений и информационных систем доступа учащихся к образовательным ресурсам лучших центров инноваций и университетов мира, к удаленным данным результатов научных экспериментов и исследований, к библиотеке инженерных задач и проблем, а также к созданию распределенных трудовых, научно-исследовательских и образовательных команд;

- *персонализация обучения*, что означает углубление и развитие существующей практики возможности построения индивидуальной образовательной траектории с возможностью возвращения в точки разветвления и приобретения дополнительных навыков в течение всей жизни. Другим аспектом персонализации является учет требований и запросов не только учеников и студентов, но и непосредственных работодателей;

- *проектный подход* является неотъемлемым компонентом глубинного образования, позволяющим существенно повысить эффективность образовательного процесса – от первого этапа понимания и идентификации проблем до финального этапа практической трудовой деятельности. Проектный подход неразрывно связан с адаптивным образованием, основным компонентом которого является обучение через практическую деятельность в субъектах рынка, промышленности и науки;

- *интеграция формального и неформального образования*, что фактически означает размывание физических границ образовательных организаций и перенос акцента с процесса получения знания на его признание и оценку, вне зависимости от фактического места получения знаний и навыков;

- *создание творческих пространств*, которые фактически выступают в роли интеграционных площадок школьников и студентов, реального бизнес-сектора и промышленности, академического и профессионального образования. Обязательным условием работы таких площадок является совместная работа над проектами, инициированными реальным сектором экономики.

Таким образом, Индустрия 4.0, «умная экономика» ставит перед системой образования совершенно новые задачи. Социальным запросом Общества 4.0 является «соответствие образовательной парадигмы к промышленной парадигме Индустрии 4.0». По мнению зарубежных экспертов специалисты Общества 4.0 должны владеть ключевыми образовательными компетенциями и отличаться высокой научной, цифровой и инженерно-технологической подготовкой [2, 3, 4].

Специалисты будущего должны быть готовыми к мобильной адаптации на новые условия, приобретению новых навыков, чтобы успеть за изменениями на

рынке труда и динамично развивающимся инновациям техники и технологий. По этому для развития системы образование в быстроменяющихся условиях особо важное значение имеет концептуальная модель – «обучение на протяжении всей жизни» (Lifelong Learning). Актуализируется интеграция усилий различных форм образования: формального (человек обучается в государственных организациях образования); неформального (наставничество, тренинги, стажировка и т.п.); информального (самообразование с помощью Coursera, You Tube и т.п.).

Известно, что в большинстве своем зарубежные ВУЗы готовят специалистов на дуальной основе, соответствующей запросам рынка труда. Вместе с тем, под натиском конкуренции и стремительного развития новых технологий многие компании, например, IBM (США) проводят перманентную переподготовку сотрудников на базе образовательных центров компании.

Наше исследование показало, что инновационная промышленная парадигма предполагает трансформацию всей системы образования на основе требований Индустрии 4.0. В данной работе мы подробно представим результаты нашего исследования в контексте рассматриваемой проблемы относительно системы среднего образования. Анализ исследования ученых показывает [4, 5,6], что Индустрия 4.0 ставит перед высшим образованием такие условия, чтобы их рейтинговые показатели были на уровне «Университета 4.0» или не ниже «Университета 3.0». Как известно, «Университет 1.0» – это университет, который ведет качественную образовательную деятельность. «Университет 2.0» – образовательную и научную деятельность. «Университет 3.0» осуществляет образовательную, научную и предпринимательскую деятельность, т.е. выполняет заказ высокотехнологичных производств. «Университет 4.0», кроме перечисленных функций «Университета 3.0», способен решить проблемы современной промышленности за счет изменения концепта самой промышленности, стать лидером развития высокотехнологичных отраслей [6].

Характерная черта нашей жизни – нарастание темпа изменений. Мы живем в мире, который совсем не похож на тот, в котором мы учились в школе и вузе. И темп трансформации мира продолжает нарастать. Сегодняшним школьникам предстоит: работать по профессиям, которых пока нет, использовать технологии, которые еще не созданы, решать задачи, о которых мы можем лишь догадываться. Чтобы наши дети были успешными завтра школьное образование должно соответствовать целям опережающего развития.

Исходя из запроса Индустрии 4.0, в настоящее время международными экспертами определены наиболее востребованные профессии по отраслям экономики. Создан «Атлас новых профессий», где обоснованы появление новых и исчезновение некоторых существующих профессий в связи с стремительным развитием цифровизации, научно-технического процесса, креативной технологии [4, 6,7,8].

Следовательно, внедряемая в ближайшее время в практику 12 летняя модель среднего образования (выпускник которой через 20-25 лет должен стать специалистом «умной» экономики) должна быть ориентированной на запросы общества 4.0 и индустрии 4.0, направленные на создание базовой основы конкурентоспособного человеческого капитала.

Этого требует также решение приоритетной задачи, поставленной перед страной Стратегией «Казахстан - 2050» - вхождение в число 30-ти наиболее развитых стран мира [5].

Как было показано выше, подготовку специалистов, соответствующих требованиям индустрии 4.0 и конкурентоспособной экономики, должно осуществлять высшее образование с университетами уровней 3.0 и 4.0 [6].

Эксперты утверждают, что в ближайшем будущем в мире будет резко не хватать: IT-специалистов, программистов, инженеров, специалистов высокотехнологических производств, нано- и биотехнологий и др. Появятся профессии, которые сейчас даже представить трудно, все они будут связаны с технологией и высокотехнологическим производством на стыке с естественными науками. Чему, как и как эффективно учить, чтобы достичь интеллектуального и личностного развития каждого ученика, которому предстоит жить в быстроменяющемся и высокотехнологичном мире – это главная задача современного образования [7].

Как было отмечено выше, Индустрия 4.0 предполагает новую образовательную парадигму, соответствующую ее требованиям. Новая образовательная парадигма требует от человека компетентности нового формата (навыки и компетенции XXI века или глобальные навыки) : [8].

- личностные качества, черты характера, которые помогают адаптироваться к стремительным изменениям окружающей среды (система духовно-нравственных ценностей, любознательность, инициативность, настойчивость, умение работать на результат, лидерские качества, социальная и культурная включенность в общественную жизнь и пр.);

- компетенции, которые помогают решать более сложные задачи, в том числе в ситуации неопределенности и быстрых технологических изменений окружающей среды (критическое мышление, креативность, творческое мышление, умение общаться, работать в коллективе, конструктивно взаимодействуя с другими членами команды);

- базовые знания, умения и навыки, которые помогают решать повседневные задачи (навыки осмысленного чтения и письма, математическая грамотность, финансовая и предпринимательская грамотность, естественнонаучные знания, ИКТ-грамотность, культурная и гражданская грамотность и пр.).

Динамично меняющийся характер современного мира предполагает привить ученикам навыки мотивированного самостоятельного обучения в течение всей жизни, быть мобильным к адаптации, функционально грамотным, готовым к

самоопределению и самореализации. Эти условия требуют новые подходы к обучению, основанные на комплексном подходе к изучению определенной проблемы или явлений. Более того, в условиях стремительного развития науки и техники огромное значение имеет формирование не только комплекса различных знаний, но и практических навыков, определяющих ключевые компетентности.

Специалистам будущего требуется всесторонняя подготовка и интегрированные знания из самых разных областей естественных наук, математики, инженерии и технологии.

Впервые вопросом междисциплинарного и прикладного подхода в образовании озаботились в США [7,9,10,11].

Передовой международный опыт показывает, что интегрированный учебный процесс, включающий исследовательскую и предметно-практическую деятельность, позволяет детям лучше познакомиться с объектами живой и неживой природы в области естествознания и способствует приобретению первых навыков проектирования и программирования моделей. Это создает лучшую основу для перспективного будущего наших детей [9,10].

Постепенно образование в рамках отдельных предметов теряет актуальность и это не случайно. Уровень «применения» в таксономии целей обучения предполагает использования задач из зоны внутри и межпредметной связи. Уровень «создания» (изобретение нового) – интегрированного знания и метапредметных навыков. Поэтому, решая любую производственную или бытовую задачу, человек вынужден аккумулировать знания из многих областей науки [12].

Стремительное развитие высокотехнологичных производств под действием процессов глобализации, цифровизации и жесткой конкуренции предполагает наличие постоянно совершенствующегося конкурентоспособного человеческого капитала. В мире чувствуется «запоздалая реакция» системы образования на запросы стремительно развивающихся инновационных технологий и производств по подготовке соответствующих кадров.

В 90-годы американцы столкнулись с серьезной проблемой – при наличии предложений в высокотехнологичных компаниях потенциальные кадры в большинстве своем не обладали достаточной квалификацией.

На стыке двух тысячелетий крупнейшие компании США заявили о несоответствии школьного и вузовского образования запросам динамично развивающихся высокотехнологичных отраслей. Проанализировав ситуацию Национальный научный фонд США в 2001 году предложил ввести STEM-подход для модернизации системы образования Америки [9,10].

Так, в конце 90-х в США и зародился STEM-подход к обучению, который сегодня внедряется на государственном уровне в странах, ориентированных на выращивание собственной конкурентоспособной научно-технической элиты [7.9.10].

Образовательная концепция STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) представляет собой новые подходы к обучению, основанные на интеграции предметов естественно-математического цикла, информатики, технологии и инженерии в единую систему обучения для решения конкретных задач, взятых из реальной жизни.

Таким образом, STEM образование представляет собой интегрированный подход обучения, который «переплетает» науки, в рамках которого академические научно-технические концепции изучаются в контексте реальной жизни [7,9,11].

Основные составляющие STEM образования – наука, технология и инженерия, также математика и ИКТ охватывают все сферы современной жизни, являются главными индикаторами функционирования и развития Индустрии 4.0.

Данное положение актуализирует значение STEM подхода в подготовке конкурентоспособного человеческого капитала для Индустрии 4.0. Следовательно, STEM образование является по сути ответом на вызовы динамичной индустриально-цифровой эры развития человечества.

Изучив опыт США по трансформации системы образования на основе STEM-подхода, начатого в 2001 году, некоторые страны с развитой экономикой начали внедрять данный тренд в свою сферу образования [2,3,4,8,9,10]. Этот процесс ускорился после объявления К.Швабом о наступлении эпохи Индустрии 4.0 в 2011 году [1,2,3,4,5,8]. Таким образом, факторами обуславливающими внедрение STEM-подхода в образовании, явились: 1) решение Национального научного фонда США в 2001 году; 2) наступление 4-й промышленной революции, обоснованной К.Швабом в 2011 году. В настоящее время США, Англия, Китай, Юж. Корея, Сингапур, Турция и др. развитые страны системно внедряют STEM образование на основе принятых государственных программ. В ФРГ реализуется MINT программа (математика, информатика, наука, технология), курируемой канцлером страны [5,8,9,10].

В странах СНГ пока нет системного подхода к внедрению концепта STEM образования в образовательные стандарты. В России своеобразно реализуется внедрение данного тренда в федеральные государственные образовательные стандарты [11,13,14].

Начиная с 2014 года в РФ дан приоритет инженерному образованию. В 2019 году разработана новая концепция предметной области «Технология» с учетом требований STEM подхода [13,14].

В Казахстане отсутствует единый подход к реализации идей STEM образования. В некоторых передовых школах (НИШ, БИНОМ и др.) осуществляется внедрение элементов STEM подхода, характеризующиеся, в основном, изучением первоначальных основ «Робототехники», проведением лабораторных работ с использованием ИКТ и применением проектно-исследовательских методов в учебном процессе [5,10].

В последние годы появилось множество научных исследований по этой проблеме за рубежом и в странах СНГ [2,3,4,6,7,8,11]. Изучению общепедагогических основ STEM-образования посвящены работы [2,3,4,6,9]. Научно-методические вопросы обучения предметов STEM-образования рассмотрены в исследованиях [9,10,11,13,14]. Особый интерес в плане нашего исследования представляет работа С.Пейперта [12] по использованию среды ЛОГО в качестве инструмента самостоятельной познавательной деятельности ученика, эффективного средства изучения основ алгоритмизации и программирования в контексте формирования инженерно-технологического мышления.

Однако анализ приведенных и других исследования показывает, что в настоящее время отсутствуют работы, в которых целостно рассматривались бы: 1) психолого-педагогические основы трансформации системы образования с применением концепции STEM-подхода; 2) модернизации теории обучения и теории содержания образования на основе STEM-требований; 3) дидактическая сущность и научно-обоснованные характеристики основных составляющих STEM-образования. Также не раскрыты педагогические возможности современных ИКТ и робототехники как принципиально нового средства в реализации личностно-деятельностного и функционально-компетентностного подходов в формировании инженерно-технологических навыков. Не исследованы научные основы интеграции содержания образования предметов естественно-математического цикла, технологии, робототехники, информатики в контексте требований STEM-подхода. Отсутствует системное исследование вопросов организации предпрофильной подготовки и профильного обучения на основе STEM требований.

Цель исследования: Изучая и обобщая опыт зарубежных стран и опыта работы педагогов нашей республики, обосновать актуальность трансформации системы образования РК на основе STEM-подхода, раскрыть дидактическую сущность STEM-образования.

Методологической основой исследования является: фундаментальные исследования в области современной педагогики и психологии; теория личности и деятельности; теория содержания образования; концепция развивающего обучения и компетентностного подхода; теоретические положения в области педагогики и психологии по проектированию педагогических систем и внедрению результатов педагогических исследований в педагогическую практику.

Для решения рассматриваемой дидактической задачи были использованы следующие **методы исследования:** изучение научной и педагогической литературы; теоретический анализ разработанности рассматриваемых проблем; сравнительно-педагогический анализ государственных стандартов, учебных программ и учебной литературы; научно-методический анализ содержания школьного образования с позиции рассматриваемой проблемы; моделирование учебного процесса; наблюдение; беседа.

Экспертами доказано, что устойчивое развитие государства с конкурентоспособной экономикой и индустрией 4.0 связано главным образом с реформой образования в STEM направлении [7,9].

Это закономерно, так как жесткая конкуренция и тотальная цифровизация всех сфер жизни человечества, в том числе производственной сферы требует постоянного совершенства технологических процессов, вынуждая их подниматься от механизированного уровня на уровень «высоких технологий». Данная ситуация предполагает изучение основ технических и технологических процессов в школе, используя законов и закономерностей предметов естественно-научного цикла, математики и информатики в интегрированном виде.

Более того, главное условие конкурентоспособности – **«постоянно быть на шаг впереди»** предполагает наличие специалистов не только мобильно осваивающее новые технологии, но и умеющие их совершенствовать, то есть **инженеров-изобретателей**, создающих более эффективные технологии и новые оборудования с инновационной цифровой начинкой.

Следовательно, специалисты будущего уже со школы должны овладеть политехническими компетенциями, изучая предметы «Технология», «Робототехника» и «Информатика» в интеграции с предметами естественно-математического цикла, нацеленными на решение конкретных прикладных задач, то есть должны овладеть навыками современной инженерии.

Основные составляющие STEM-образования – технология и инженерия, как и цифровизация, охватывают все сферы современной жизни, являются индикаторами развития Индустрии 4.0, что актуализирует значение STEM-подхода к подготовке конкурентоспособного человеческого капитала.

Все это требует трансформации среднего образования на основе STEM-подхода, реформирования систем ТиПО и Вузов с учетом требований инженерно-технологического образования. Только в таком случае образовательная парадигма Общества 4.0 будет соответствовать производственной парадигме Индустрии 4.0.

1 Научно-теоретические основы STEM образования

Научно-методологической основой развития современного образования учеными-педагогами определена гуманистическая парадигма. Основателями данной парадигмы развития образования являются Дж.Дьюи, Л.Выготский, Ж.Пиаже, М.Монтессори, К.Роджерс, Р.Штайнер [12].

В философии понятию «гуманизм» дается следующее определение: «Гуманизм... – исторически сменяющаяся система воззрений, признающая ценность человека как личность, его право на свободу, счастье, развитие и проявление своих способностей, считающая благо человека критерием оценки деятельности социальных институтов, а принцип равенства, справедливости, человечности – желаемой нормой отношений между людьми» [12]. Исходя из этого, исследователи определяют гуманизм образования как социально-педагогический принцип и парадигма развития системы образования.

Под парадигмой американский физик и философ Т.Кун подразумевает признанные всеми научные достижения, которые в течение определенного времени дают модель постановки проблем и их решение научному сообществу [12].

В основе образовательных парадигм лежат разные доминирующие концептуальные представления об основах и характере педагогической деятельности, о логике обучения, воспитания и развития ученика, в целом о логике его образования.

Традиционная «знаниевая» парадигма предусматривает передачу ребенку максимально возможного количества из всех накопленных в истории человечества научных, культурных, исторических знаний, опыта и т.п. Здесь слабо учитываются желания, возможности, потребности личности ребенка.

Гуманистическая парадигма предлагает педагогу прежде всего исходить из природы личности ребенка, его способностей, интересов, личных потребностей и т.п.

Знаниевая парадигма считает правильным делать основной упор на приобретение учеником «готовой, правильной» информации, раз и навсегда заданной. Гуманистическая парадигма – акцентирует основной упор на то, чтобы «научиться учиться», быть открытым всему новому, развить потребность в знаниях. Она предлагает иное содержание, иные подходы, иные отношения, иное поведение, иной педагогический менталитет.

Основные закономерности гуманизации образования охарактеризованы в следующих утверждениях:

- образование будет удовлетворять личностные запросы, если оно ориентировано на «зону ближайшего развития»;

- чем разнообразнее и продуктивнее значимая для личности деятельность, тем эффективнее происходит овладение общечеловеческой и профессиональной культурой;

- процесс общего, социально-нравственного и профессионального развития личности приобретает оптимальный характер, когда учащийся выступает субъектом обучения;

- саморазвитие личности зависит от степени творческой направленности образовательного процесса, т.е. когда он рассматривается в качестве процесса поиска и исследования [12].

Гуманизация образования характеризуется следующими психолого-педагогическими условиями:

- обучение проводится как процесс становления и развития самореализующейся и самоориентирующей личности;

- процесс обучения основан на внутренней мотивации, оптимально сочетающейся с внешне организуемой мотивацией, а также на потребности личности вступить в полноценное общение с другими;

- развитие личности происходит целостно, в единстве интеллектуального, физического, эстетического ее развития, т.е. в единстве разума, чувства, духа и тела;

- обучение осуществляется посредством собственной деятельности и опыта личности; характер и способы учения для каждого человека индивидуально своеобразны;

- обучение основано на национальных и общечеловеческих ценностях, на максимальном учете психофизиологических данных обучаемого [12].

Гуманистическая парадигма является парадигмой «человека, подготовленного к жизни», «человека действующего», заменяющей парадигму «человека знающего».

Таким образом, гуманизация и демократизация образования предполагают формирование саморазвивающейся, самореализующейся личности, умеющей самостоятельно принимать правильное решение, то есть субъекта деятельности, производящего своей деятельностью самого себя.

Научно-теоретической основой создания современной модели образования учеными определены личностно-деятельностные и компетентностные подходы, ориентированные на реализацию концептуальных идей гуманистической парадигмы [12].

Анализ ряда работ ученых показывает, что STEM-тренд является самостоятельным научным подходом, развивающим плодотворные идеи вышеназванных методологических концептов.

Чем отличается STEM подход от ранее провозглашенных и внедряемых (бессистемно) методологических концепций таких как: личностно-деятельностный и функционально-компетентностный подходы модернизации системы образования?

Наше исследование показало, что они взаимосвязаны и взаимообусловлены [5,12].

Как известно, в замен «знаниевой» парадигмы образования деятельностный подход, квинтэссенцией концепции которого является утверждение Дж. Дьюи «учение через деятельность», впервые был предложен в прошлом веке [12].

Деятельностный подход означает, что в центре учебного процесса личность (субъект деятельности), ее цели, мотивы, потребности, а главным инструментом самореализации и саморазвития личности является деятельность.

Суть личностно-деятельностного подхода в обучении состоит в не наполнении готовых знаний в голове человека, а в направлении всех практических мер на организацию интенсивной, постепенно усложняющейся созидательной деятельности.

Взаимодействуя с миром через деятельность и в процессе продуктивной познавательной деятельности, происходят самостоятельное добывание знаний и самоактуализация личности [12].

Анализ сущности закономерностей гуманизации образования показывает особую важность реализации деятельностного и личностного подходов, т.е. личностно-деятельностного подхода как стратегического направления гуманизации образования.

Личностный подход в педагогике означает ориентацию при конструировании и осуществлении педагогического процесса на личность как цель, субъект, результат и главный критерий его эффективности, он настоятельно требует признания уникальности личности, ее интеллектуальной и нравственной свободы, права на уважение. Он предполагает опору в образовании на естественный процесс саморазвития задатков и творческого потенциала личности, создание для этого соответствующих условий.

Как известно, деятельность – эта система действий человека, направленная на достижение определенной цели.

Личностно-деятельностный подход означает, что в центре обучения находится личность, ее мотивы, цели, потребности, а условием самореализации личности является деятельность, формирующая опыт и обеспечивающая личностный рост.

Под «подходом» понимается идеология и методология решения проблемы, раскрывающая основную идею, психолого-педагогические предпосылки, главные цели, принципы, этапы, механизмы достижения целей.

Основные принципы Концепции «учения через деятельность» системы Д.Дьюи:

- учет интересов ученика;
- учение через обучение мысли и действию;
- познание и знание – следствие преодоления трудностей;
- свободная творческая работа и сотрудничество [12].

Личностно-деятельностный подход ориентирует учащихся не только на усвоение знаний, но и на способы усвоения, на образцы и способы мышления и деятельности, на развитие познавательных сил и творческого потенциала ученика.

Несмотря на солидный срок актуализации деятельностного подхода в педагогической науке и практике, в нашей стране пока не получается его системное внедрение в практику.

Передовые школы и их учителя реализуют главную идею данного подхода посредством использования интерактивных методов обучения, методов учебно-исследовательской и проектной деятельности. Такие действия учителей – отчасти правильные, так как в основе данных стратегий обучения лежат плодотворные идеи деятельностного подхода.

На наш взгляд, для того, чтобы реализовать весь инновационный потенциал деятельностного подхода, необходимо полностью пересмотреть суть всей дидактической системы обучения (цель, содержание, методы, формы и средство обучения) в контексте требований данной научной парадигмы.

Наше исследование показало, что прежде всего, необходима ревизия к принципам отбора содержания образования с точки зрения деятельностного подхода [12].

Среди существующих теорий содержание образования к запросу деятельностного подхода соответствует 4-х компонентная теория содержания И.Я.Лернера [12]. Однако разработчики учебных планов, программ и учебников, к сожалению, до сих пор не используют научно обоснованные идеи этой теории. Данное положение обусловлено тем, что рассматриваемая теория содержания образования предполагает модернизацию принципов обучения и отбора содержания учебного материала, их детализацию в контексте требований развивающего обучения, деятельностного подхода, в целом [12].

Современное содержание образования должно охватить весь спектр таксономии целей Б.Блума и зоны развития Л.С.Выготского, весь диапазон иерархии мотива от индифферентности до познавательной потребности, уровней усвоения от ученического до творческого, способствовать ученику подниматься по ступенькам познавательной деятельности от репродуктивной до продуктивной.

При этом классическая таксономия целей Б.Блума должна завершаться (как верно замечают его ученики) «созданием» искомого объекта или «открытием» нового (результата). Причем «создание» может стать «изобретением» совершенно нового продукта, а «открытие нового» - не только быть субъективным, но и объективным, т.е. научным открытием.

Дидактическая матрица (проект педагогической системы, реализуемой на практике, с трехмерной методической системой обучения) предполагает организацию развивающего обучения на основе такого содержания, представляющего полный простор деятельности ученика от репродуктивного до созидательно-творческого [12].

Наше исследование показало, что педагогическая технология трехмерной методической системы обучения, основанная на платформе дидактической матрицы, позволяет реализовать учение не только на основе личностно-деятельностного и функционально-компетентностного подходов, но и на STEM-подходе [5].

Как известно, компетенция включает совокупность взаимосвязанных качеств личности (знаний, умений, навыков, способов деятельности), задаваемых по отношению к определенному кругу предметов и процессов, и необходимых для качественной продуктивной деятельности по отношению к ним. возникающих в повседневной практике. Компетентностный подход Компетентность – приобретаемое в результате обучения и жизненного опыта новое качество, увязывающее знания и умения учащегося со спектром интегральных характеристик качества подготовки, в том числе и со способностью применять полученные знания и умения к решению проблем, является усилением прикладного, практического характера всего школьного образования (в том числе и предметного обучения) [12].

Таким образом, компетентностный подход – это система требований к образованию, которая предполагает результаты образования в виде компетенций и способствует практико-ориентированному характеру подготовки обучающихся, усилению роли их самостоятельной работы по разрешению задач и ситуаций. В данном подходе практические задания преобладают над теоретическими знаниями и ориентируют учащихся на применение знаний в разных ситуациях и новых обстоятельствах [12].

Отсюда видно, что компетентностный подход включает в себя основной концепт деятельностного подхода – «учение через деятельность» и усиливает его требованием о том, что ученик должен уметь применять освоенные знания на практике.

Следовательно, компетентностный подход направлен на формирование функциональной грамотности, которая характеризует способность человека использовать приобретаемые в течение жизни знания для решения широкого диапазона жизненных задач в различных сферах человеческой деятельности. Международное исследование качество PISA определяет функциональную грамотность 15-летних школьников. Цель данного исследования – узнать о том, обладают ли учащиеся в 15-летнем возрасте (во многих зарубежных странах в этом возрасте дети получают обязательное общее образование) знаниями и умениями, необходимыми им для полноценного функционирования в современном обществе.

В зависимости от иерархии содержания образования компетенции делятся на предметные, межпредметные и ключевые. Предметная компетенция характеризуется умениями применить полученные знания в рамках содержания одного предмета в решении практических задач. В формировании предметной компетенции большую роль играют практические и лабораторно-экспериментальные работы.

Опыт показывает, что достижение цели на уровне «применение», далее «создание» предполагает усиление внутрипредметного и занимательно-прикладного потенциала содержания дисциплин.

Следовательно, формирование предметной компетенции учащихся требует модернизации содержания предметов в контексте увеличения доли практических, лабораторных и экспериментально-исследовательских занятий в учебной программе [12].

Формирование межпредметных компетенций предполагает разработку интегрированного содержания с прикладным предназначением из предметной области школьных дисциплин в разрезе классов.

Интеграция содержания предметов естественно-математического цикла с прикладной направленностью открывает путь к созидательной, продуктивной деятельности ученика для достижения цели на уровне «применение», далее – «создание» [12].

Поэтому перед современной теорией содержания образования стоит задача о нахождении *оптимального сочетания* фундаментального и прикладного аспектов учебного материала с учётом специфики каждого предмета, необходимых для формирования предметных и межпредметных компетенций. Решение данной задачи требует научно-обоснованного пересмотра принципов отбора содержания среднего образования в контексте требований компетентностного подхода. Результаты данного направления исследования послужили бы научной основой определения обоснованного перечня «сквозных» тем, конструирования содержания, так называемого «феноменального образования».

Известно, что сформированные предметные и межпредметные компетенции способствуют формированию ключевых компетенций, т.е. наиболее универсальных по свойству и степени применимости компетенций.

Наш опыт показал, что реализация компетентностного подхода в обучении с использованием технологии трехмерной методической системы обучения позволяет формировать не только предметные и ключевые компетенции, но и служит основой формирования навыков широкого спектра – гибких навыков (навыки XXI века, 4К модели обучения) [12].

Из вышеизложенного определения и сущности STEM-образования видно, что STEM-образование способствует эффективной реализации концептуальных идей деятельностного и компетентностного подходов.

Из сущности компетентностного подхода и STEM образований следует, что эти два подхода концептуально взаимосвязаны и взаимообусловлены. STEM подход является расширением и модификацией интегрированного формата личностно-деятельностного и компетентностного подходов в контексте требований инженерно-технологического тренда системы образования, т.е. *инновационной составляющей новой парадигмы развития данной сферы.*

Новая методология образования, основанная на STEM подходе, который интегрирует и расширяет инновационные потенциалы личностно-деятельностного и компетентностного подходов, предполагает *трансформацию содержательно-методических основ школьного образования*.

Наше исследование показало, что наряду с классическими принципами отбора содержания (дополнений к вышеуказанным принципам формирования инженерной компетенции учащихся), необходимо введение в теорию содержания образования *следующих принципов* их отбора [12]:

-принцип цифровизации образования, который предполагает при отборе содержания образования (организация обучения) учет дидактических возможностей ИКТ и обоснованного определения педагогических целей их использования;

-принцип соответствия содержания требованиям всех уровней таксономии целей обучения с охватом зон «актуального» и «ближайшего» развития обучаемого. Современное содержание образования должно охватить весь диапазон иерархии целей обучения Б.Блума от «знания» до «создания», уровни усвоения от «ученического» до «творческого», иерархии познавательной деятельности от «репродуктивного» до «продуктивного», весь спектр зон развития по Л.С.Выготскому.

-принцип практической и прикладной направленности, занимательности содержания образования, который предполагает усиление аспектов практической значимости и связи с жизнью учебного материала, формирование прикладного содержания учебных предметов;

-принцип субъектности содержания образования, который предполагает активную продуктивную деятельность ученика и субъект-субъектное отношение учителя и учеников в процессе обучения;

-принцип соответствия содержания образования требованиям STEM-образования (в том числе инженерно-технологического образования), профильного обучения, проектных работ в полифункциональных лабораториях, мастерских и Maker space зон;

-принцип отбора интегрированного содержания предметов ЕМЦ с прикладно-практическим значением для организации проектных и учебно-исследовательских работ, учет дидактических возможностей робототехнических систем;

-принцип соответствия содержания требованиям инклюзивного образования [12];

Таким образом, *трансформация теории содержания образования* на личностно-деятельностном и компетентностном подходах (в том числе STEM подхода) приводит в соответствие содержание среднего образования к запросам современного общества и требованиям международных сравнительных исследований качества обучения. Исходя из передового мирового опыта можно

утверждать, что главным составляющим и движущей силой инновационного потенциала УВП 12 летней школы являются 4К модель обучения и STEM образование.

Внедрение компетентного (STEM) подхода в обучении, ориентация учебных программ на результат предполагают *модернизацию существующей педквалиметрии* [12]. Поэтому на смену традиционным методам проверки знаний и умений должны прийти другие, позволяющие оценивать компетентность, то есть способность учеников практически применять знания при решении практико-ориентированных задач. В этом отношении представляется исключительно важным опыт международного исследования достижений школьников PISA (Programme for International Student Assessment) и TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study), в которых оценивается именно уровень компетентности [12].

Формирование *STEM компетенции* учеников предполагает, кроме сформированности математической, читательской, естественно-научной и глобальной компетенций, также цифровые и инженерно-технологические навыки. Следовательно, сформированность STEM компетенции определяется результатами не только PISA, но и международных конкурсов по робототехнике и международных соревнований WORLDSKILLS.

В этих исследованиях оценивается способность учащихся, используя знания в соответствующей предметной области, понять и решить проблему, которая лежит вне рамок самой этой области. Таким образом, оценивается уровень *функциональной грамотности и сформированности метапредметных навыков учащихся*.

Собственно, PISA для того и нужна, чтобы правительства при разработке стратегий в области образования имели четкие ориентиры. Генеральный секретарь ОЭСР Анхель Гурриа отметил, что PISA— значительно больше, чем просто рейтинг, «это показатель того, насколько хорошо система образования той или иной страны готовит молодых людей к завтрашнему дню» [12].

Заметим, что результаты международных конкурсов по робототехнике и WORLDSKILLS показывают на сколько готово образование страны к запросам Индустрии 4.0. Естественно, при этом мы должны учитывать то, что основанием для формирования STEM компетенции является предметные и метапредметные компетенции [5].

Теперь возникает вопрос: «как можно эффективно сформировать предметные и метапредметные компетенции у учащихся?». Для этого нам надо сначала решить вопрос формирования предметных компетенций обучаемых, поскольку они стоят в основе иерархии компетенций, и никто не отменял требований к подготовке учащихся по предмету.

Выше мы отметили, что для обеспечения продуктивности формирования функциональной грамотности учеников необходимо применять активные, лично-ориентированные, развивающие педагогические технологии. Технология трехмерной методической системы обучения (ТТМСО) обладает всеми этими качествами [12] (см. также §10).

В синектической части ТТМСО посредством технологии критического мышления ученики, работая в основном в малых группах, активно проходят этапы «Вызов –

Осмысление – Рефлексия». Этапы «осмысление» и «рефлексия» закладывают основу функциональной грамотности. В части, ориентированной на результат ТТМСО, ученики, индивидуально решая уровневые развивающие задачи, «поднимаются» по лестнице дидактической матрицы [12].

Опираясь на компетенции, сформированные в синектической части технологии, и на мотивируемом свойстве её (стимулирующая оценка), многие ученики доходят до уровней «применение» и «создание» дидактической матрицы. Выполняя задания уровня «применение», далее «создание», ученики могут *сформировать через универсальные учебные действия предметные и метапредметные компетенции*, отвечающие требованиям функциональной грамотности и международных исследований PISA и TIMSS. Это связано с тем, что, достигнув только этого уровня усвоения посредством ТТМСО, он получает возможность *применить знания в нестандартной ситуации, в решении прикладных жизненных задач*. Начиная с этого уровня, идет систематизация знания, т.е. задания этого уровня включают в себя содержание с межтематическими и межпредметными связями. Заметим, что для того чтобы подняться на этот уровень, ученик должен выполнить задания уровней «знание» и «понимание», так как это является закономерностью иерархичной структуры лестницы дидактической матрицы [12].

Международные системы измерения качества PISA и TIMSS предполагают внесение изменений в содержание образования с точки зрения компетентностного подхода, считают исследователи [12]. Наше исследование показало, что именно трехмерная методическая система обучения отвечает этим требованиям. Результаты обучения, проведенного на основе данной технологии, соответствуют также требованиям международных конкурсов по робототехнике и WORLDSKILLS к процессу обучения [5].

Таким образом, в контексте деятельностного и компетентностного подходов STEM подход позволяет реализовать инновационное образование, которое способствует выйти на новый уровень совершенствования гибких навыков у наших детей. Оно значительно повышает мотивацию детей к продуктивному обучению, качество и эффективность образования, в целом.

Вышеизложенные показывают также, что STEM-подход является главным трендом развития современного образования, модификацией деятельностного и компетентностного подходов с учетом требований Индустрии 4.0.

2 Модернизация содержания предметов естественно-математического цикла на основе STEM-концепта. Предметная область «Технология» и инженерия

Главная цель STEM подхода – преодолеть свойственную традиционному образованию *оторванность от решения практических задач* и выстроить понятные ученикам связи между учебными предметами. Это означает развитие и расширение прикладных навыков учащихся, полученных на уроках технологии, используя способы инженерии, инновационный потенциал робототехники, программирования, 3D-принтинга, а также предметов естественно-математического цикла. Поэтому STEM – это универсальный практико-ориентированный подход, который позволяет ученикам справляться с задачами любой сложности.

В настоящее время сохранить и развить теоретические знания в практическом аспекте способствуют внеклассные занятия и кружки по направлениям, на которых академические знания наконец-то приобретают прикладной характер. Так в школах постсоветских стран обстояло дело до недавнего времени. Единственными дидактическими средствами педагога при изучении предметов естественно-математического цикла (ЕМЦ) были в основном мел и доска (кроме лабораторных работ, ориентированных на изучение свойств и закономерностей явлений, изучаемых только в рамках одного отдельного предмета), а на уроках труда (с недавнего времени – технологии) мальчикам приходилось столярничать, а девочкам – шить и готовить.

Сегодня изменились как подход к обучению, так и требования к знаниям учеников. В инновационных школах появились практико-ориентированные решения, которые формируют функциональную грамотность, пробуждают в детях естественную тягу к исследованиям и открытиям. Педагоги таких школ все чаще прибегают к практике STEM-образования, в основе которого лежит содержательно-методические потенциалы инженерно-технологического образования, междисциплинарность и интеграция предметов ЕМЦ в единую систему обучения для решения конкретных задач, взятых из реальной жизни [7,11,13,14].

Так как в ближайшем будущем резко возрастет спрос на инженеров, специалистов высокотехнологичных производств, а большинство профессий будут связаны с новыми технологиями, такими как интернет вещей и искусственный интеллект, био- и нано-технологии, другим станет и подход к подготовке таких специалистов. Будут востребованы специалисты, которые всесторонне подготовлены, владеют знаниями и навыками в самых разных областях технологии, инженерии и естественных наук. И именно сейчас общеобразовательная школа должна стать той образовательной средой, где дети не только смогут получить такие знания, но и применить научные методы на практике.

Как известно, технология – это совокупность методов, процессов, инструментов и материалов, с помощью которой возможно достижение желаемого результата [15]. При этом разработка технологий предполагает использование интегрированного знания из области предметов ЕМЦ.

Характерная особенность инженерного образования, которая является одним из главных компонентов STEM-образования по формированию инженерных навыков, заключается в прочном естественнонаучном, математическом и мировоззренческом фундаменте знаний, широте междисциплинарных системно-интегративных знаний о природе, обществе, мышлении, а также высоком уровне общепрофессиональных и специально-профессиональных знаний [16].

Без ключевых, фундаментальных знаний по физике и математике трудно ожидать дальнейшего успешного движения в овладении школьниками основами *технического мышления*. В то же время фундаментальная подготовка для будущих физиков и инженеров – две большие разницы. В развитии технического мышления главное требование от предмета физика – это реальное представление о явлениях, происходящих при технической реализации конкретного проекта. Достаточная математическая подготовка позволяет сделать сначала предварительную оценку необходимых условий, а в дальнейшем точный расчет условий реализации будущего устройства [17,18].

Таким образом, инженерное образование в школе – это не только увеличение числа часов для углублённого изучения предметов, *а расширение практического содержания программ для развития навыков инженерной деятельности*, отвечающих потребностям будущих работодателей.

Фундаментальная подготовка будущих инженеров достигается за счет разработки специальных программ по физике, математике и информатике, в значительной степени интегрированных между собой.

Расширение программ происходит в значительной мере за счет применения в обучении практикумов, ориентированных на решение прикладных и технических задач, а также выполнение исследовательских проектов во второй половине дня.

Инженерное образование, кроме изучения школьной программы, должно позволять учащимся комбинировать полученные ими знания на всех основных предметах в единое целое. Этого можно достичь, внося в программы основных предметов (в их практическую и тренировочную часть) единую техническую составляющую [17,19].

В рамках школьного STEM образования закладываются основы комплексного решения запросов экономики на развитие высокотехнологичных отраслей и естественный интерес учащихся к математике, информатике, инженерии, технологии и, в целом, к технической науке. *Существующая знаниевая, оторванная от жизни система образования, снижала мотивацию учащихся к изучению предметов естественно-математического цикла*, не

позволяла развитие креативного и инженерного мышления, что не давало возможность подготовки трудовых ресурсов современного общества.

Любому человеку было понятно значение изучения в начальных классах математики арифметических 4-х действий, так как он каждый день использует их на практике. С введением переменных, т.е. алгебры, у большинства возникают вопросы «зачем изучать способы решения различных уравнений, которые им абсолютно не нужны на практике?». Конечно, это не вина учеников, а недостатки содержания и методов обучения математике в школе. Исследования в области модернизации содержания и методов обучения математике показали, что для решения данной задачи необходимо усиление практической и прикладной направленности обучения математике в школе [20]. Ученики должны знать, что «сухие и скучные» формулы способствуют решению реальных практических задач. Это позволяет повысить мотивацию к учению и формированию функциональной математической грамотности.

Практическая направленность обучения математике предусматривает ориентацию его содержания и методов на изучение математической теории в процессе решения задач, на формирование у школьников прочных навыков самостоятельной деятельности, связанных, в частности, с выполнением тождественных преобразований, вычислений, измерений, графических работ, использованием справочной литературы, на воспитание устойчивого интереса к предмету, привитие универсально - трудовых навыков планирования и рационализации своей деятельности [20].

Прикладная направленность обучения математике предполагает ориентацию его содержания и методов на тесную связь с жизнью, основами других наук, на подготовку школьников к использованию математических знаний в предстоящей профессиональной деятельности, на широкое применение в процессе обучения современной информационно-коммуникационной технологии [20].

Одним из основных средств, применение которого создает хорошие условия для достижения прикладной и практической направленности обучения математике, являются задачи с практическим содержанием (задачи прикладного характера).

Под задачей *с практическим содержанием* понимается математическая задача, фабула которой раскрывает приложения математики в окружающей нас действительности, в смежных дисциплинах, знакомит с ее использованием в организации, технологии и экономике современного производства, в сфере обслуживания, в быту, при выполнении трудовых операций.

Важным средством, обеспечивающим достижение прикладной и практической направленности обучения математике, является применение в ней межпредметных связей. Возможность подобных связей обусловлена тем, что в математике и смежных дисциплинах изучаются одноименные понятия (вектор – в математике и физике, координаты – в математике, физике, географии; уравнения – в математике, физике, химии; функции и графики – в математике, физике,

биологии, географии), а математические средства выражения зависимостей между величинами (формулы, графики, таблицы, уравнения, неравенства и их системы) находят применение при изучении смежных дисциплин. Такое взаимное проникновение знаний и методов в различные учебные предметы не только имеет прикладную и практическую значимость, но и отражает современные тенденции развития науки, создает благоприятные условия для формирования научного мировоззрения [20].

Прикладная направленность обучения математике предполагает планомерную подготовку школьников к применению знаний и умений по предмету к решению практических задач, возникающих в различных областях человеческой деятельности. Она также формирует представление о роли и месте математики в современной научной картине мира, понимания роли математики в формировании функциональной грамотности человека для решения практических задач.

Использование задач прикладного характера способствует такой подготовке лишь в известной мере, но не раскрывает саму технологию применения фактов и методов математики к решению практических проблем. Однако жизнь настойчиво требует постепенного введения учащихся в мир практических задач, умения решать простейшие из них. Это нелегкая педагогическая проблема. Она нуждается в должном математическом и методическом обеспечении [12,20].

В развитии практической и прикладной направленности содержания и методов обучения нуждаются и другие предметы естественно-научного цикла: физика, химия, биология и география. Например, в прикладной физике конкретное физическое явление рассматривается не ради изучения, а в контексте технических и междисциплинарных проблем. Прикладная физика базируется на открытиях, сделанных при фундаментальных исследованиях, и сосредотачивается на решении проблем, стоящих перед технологами, с тем, чтобы наиболее эффективно использовать эти открытия на практике.

Кроме развития практической и прикладной направленности содержания предметов ЕМЦ, реализация следующих мер по модернизации действующего содержания образования повысит уровень компетентности обучающихся в естественно - научных и технических дисциплинах, научит основам исследовательской и конструкторской деятельности, поможет определиться в будущей профессии [16,19].

1. Решение задач с техническим содержанием. Использование в учебном процессе задач такого вида способствует ознакомлению учащихся с принципом устройства и действия механизмов и машин, передачи и преобразования энергии, технологии промышленного производства, средств управления, умению применять предметные знания к *объяснению действия технических объектов*. Решая такие задачи, учащиеся глубже и прочнее усваивают изучаемые понятия, явления и их закономерности, получают сведения о новых достижениях и проблемах науки и техники, о специфике технических профессий.

2. Практико-ориентированные проекты. Проектная деятельность позволяет повысить продуктивность обучения, практическую направленность обучения. Получение знаний через проектную деятельность позволяет учащемуся всесторонне изучить рабочий материал и получить качественно новые знания, основанные на объединении конструкторских и инженерных решений. В результате проектной деятельности учащиеся получают первоначальные представления о работе инженера, конструктора, технолога и т.д.

3. Решение экспериментальных задач. К экспериментальным задачам относятся такие задачи, постановка и решение которых органически связаны с экспериментом: с различными измерениями, воспроизведением явлений, наблюдениями за процессами, сборкой установок и т.д. Разбирая экспериментальные задачи, ученики убеждаются на конкретных примерах, что их школьные знания применимы к решению практических вопросов, что с помощью этих знаний можно предвидеть явление, его закономерности. Самостоятельное решение таких задач способствует активному приобретению умений исследовательского характера. Здесь учащимся приходится не только составлять план решения задачи, но и определять способы получения некоторых данных, самостоятельно собирать установки, отбирать нужные приборы для воспроизведения того или иного явления.

4. Интерес к предметам ЕМЦ формирует также научно-популярное изложение учебного материала, усиление *занимательного аспекта* содержания. Опыт показывает, что занимательная подача изучаемого материала позволяет в увлекательной форме знакомить детей с достижениями науки и техники, делает строгие научные изложения интересными, доступными [21,22]. Феномен Я.И.Перельмана состоял в том, что он умел показывать обычные явления в необычном, парадоксальном ракурсе, сохраняя в то же время научную безупречность их истолкования. Считаем, что труды Я.Перельмана [21,22] необходимо интегрировать со школьным содержанием соответствующих предметов с целью повышения интереса учеников к изучению естественных наук, эффективного использования методов проблемного обучения, формирования навыков критического и креативного мышления.

Считаем необходимым возобновить издание в РК научно-популярных журналов типа «Білім және еңбек» («Зерде»), а также аналогов журналов, издаваемых в РФ: «Наука и жизнь», «Юный техник», «Техника-молодежи» и т.п. с целью популяризации достижений науки и технологий среди молодежи и всего населения.

Ориентация на межпредметность и накопленный в рамках STEM опыт комплексного освоения математики и естественных наук создают более благоприятные условия для применения математических и естественнонаучных знаний при решении прикладных образовательных задач, развития навыков формулирования гипотез, планирования и проведения экспериментов, оценки полученных результатов. Она способствует также осознанию значения математики,

физики, химии, биологии и информатики в повседневной жизни человека, формированию умений моделировать реальные ситуации на языках алгебры и геометрии, а также исследовать построенные модели математическими методами. Все это приводит к пониманию физических основ и принципов работы машин и механизмов, средств передвижения и связи, бытовых приборов, промышленных технологических процессов и т. д.

Благодаря STEM-подходу дети могут развиваться сразу в нескольких предметных областях – информатике, физике, технологии, инженерии и математике, понимая, что у изучаемой, порой скучной, теории есть и прикладной характер.

К преимуществам STEM образования эксперты относят нижеследующие факторы. Использование STEM технологий преобразует сложные к восприятию школьные предметы в элементарные и ясные и более напоминает интересное научное путешествие, целью которого считается изучение окружающего мира во всех его проявлениях: от физических явлений до животного мира планеты Земля и др. [7,9].

Данный подход к обучению предоставляет подросткам широкий доступ к информационным технологиям. Сейчас, когда мир пронизан всеобщими компьютерными сетями, обучающиеся творят цифровой контент, обмениваются им и потребляют его в невиданных доселе масштабах. Они запускают интернет-веб-сайты, снимают видео-материалы на смартфоны и сами разрабатывают игры [6].

STEM технологии означают создание такой среды обучения, которая позволяет школьникам быть более активными. Чтобы ни произошло, они вовлечены в свое собственное обучение. Итогом является то, что школьникам лучше запомнить то, чему они научились, когда они вовлечены в процесс, а, не будучи пассивными наблюдателями.

Как известно, привить навыки самостоятельного обучения в течение всей жизни, научить взаимодействию в команде, развивать креативное и критическое мышление, навыки активной коммуникации – эти и многие другие условия составляют стратегию развития современных образовательных технологий [12].

Следовательно, STEM – новая образовательная технология, сочетающая в себе несколько предметных областей, как инструмент развития критического мышления, исследовательских компетенций и навыков работы в группе посредством проектного метода.

STEM - образование позволяет использовать научные методы, технические приложения, математическое моделирование, инженерный дизайн, что ведёт к формированию инновационного мышления обучающегося, универсальных учебных действий и навыков 21 века.

Заметим, что применение концептуальных идей STEM-подхода в гуманитарной сфере, креативной индустрии, в том числе в инженерном дизайне,

привело к возникновению разновидности STEM образования – к так называемому STEAM концепта [23].

Таким образом, *в основе STEM-подхода лежат четыре принципа*: проектная форма организации образовательного процесса, прикладной характер учебных задач, межпредметный характер обучения, охват дисциплин, которые являются ключевыми для подготовки инженера или специалиста по прикладным научным исследованиям: предметы естественнонаучного цикла (физика, химия, биология, география), математики, современные технологии и инженерные дисциплины [9].

Предметная область «Технология» и инженерия

Предметная область «Технология» и инженерия – главные составляющие STEM подхода. В настоящее время Технология, которая включает в себя STEM образование, является единственным предметом, способствующим ученикам на практике применять знания, полученные по другим учебным дисциплинам. Как известно, быстроменяющиеся условия жизни и личностно-деятельностный подход обуславливали пересмотр концептуальных положений теории трудовой подготовки учеников в школе. *Личностно-деятельностный подход предполагает рассматривать школьника, в первую очередь как личность, а личность реализуется в разных видах творческой деятельности, в том числе и трудовой.*

В данное время технологическая подготовка учащихся осуществляется при изучении основ наук в условиях их взаимодействия в содержании, формах и методах обучения в школе, то есть политехнических знаний, лежащих в основе технических и технологических процессов. Это создает необходимые условия для формирования у учащихся способностей переноса знаний из области теоретического познания в их практическое применение. Таким образом изучение предмета технологии, начиная с начальной школы, должна, с одной стороны, *расширять политехнический кругозор* школьников и развивать их творческие способности, а с другой стороны, *формировать их технологическую культуру*. Реализация этих целей технологии должна проходить в процессе трудового воспитания, формирования трудолюбия и уважения к труду, профориентации школьников и подготовки их к будущей трудовой жизни.

Одна из важных задач предмета «Технология» - показать учащимся практическую значимость естественнонаучных знаний, возможность их целенаправленного использования в различных технологиях. Осознание обучающимися жизненной, практической ценности «академических» знаний способствует не только развитию мотивации учения, но и раскрывает функциональную значимость понятий, явлений, законов, их использование в технологических процессах, формирует технологическое мышление и технологическую грамотность

В основе содержания технологии лежит целостный образ окружающего мира, который преломляется через результат творческой деятельности учащихся.

Таким образом, *особенностью содержания* технологического образования является его *интегрированность*. Изучение технологий и технологических процессов основывается на законах и закономерностях математики, физики, химии, биологии и других предметов. Тенденция к интеграции знаний вообще свойственна современному научному сознанию, что выражается не только в тесном взаимодействии традиционных наук, но и в возникновении новых технологий на границе смежных наук – биотехнологии, нанотехнологии, нейротехнологии и др [13]. Поэтому необходимость синтеза знаний, их комплексного усвоения и применения в практической деятельности и жизни человека становится основанием развития межпредметной интеграции на всех уровнях образования. Межпредметные связи в школьном технологическом образовании являются конкретным выражением интеграционных процессов, происходящих сегодня в науке и в жизни общества [13].

На сегодняшний день только предмет «Технология» способствует ученикам на практике применить знания, полученные на других предметах. Чтобы выполнить чертёж, нужно правильно отмерить длину и ширину или диаметр окружности, а эти умения формируются на уроках математики. Знания о материалах, производстве, народных промыслах не только помогут в изготовлении изделий, но и пригодятся на уроках окружающего мира. При подготовке к защите проекта ученики используют знания, полученные на уроках родного языка, чтобы грамотно построить выступление. Для презентации выступления – используют знания, приобретенные на уроках информатики.

Ещё больше возможностей у уроков технологии в основной школе. Ученики могут обсудить растениеводство и животноводство, которые являются объектами исследования биологии. Когда они изучают свойства материалов, они на практике применяют знания по физике и химии. Алгебра и геометрия помогают им с расчётами и графическими построениями. И все эти знания лучше усваиваются именно потому, что ребята применяют их на практике. Они видят не сухие факты из учебников, а технологии, которые реально меняют мир на благо человека.

На уроках технологии школьники получают навыки XXI века, ребёнок адаптируется к меняющемуся миру. Они дают ему информацию о современных технологиях и профессиях, показывают, как на практике применить знания по другим школьным предметам, учат думать самому, а не быть просто исполнителем, который работает по готовому плану. А ещё подсказывают, как решать постоянно усложняющиеся технические и технологические задачи, и в конечном итоге способствуют приобрести те знания и навыки, которые понадобятся будущему профессионалу в его карьере.

Информационно-коммуникационные технологии – не только одно из основных средств для освоения технологии, но являются частью предметной

области «Технология». Они помогают найти информацию, создать эскиз и построить чертёж будущего изделия. Очень важная для любого школьника задача: освоить способы работы с компьютером, научиться искать информацию в разных источниках, обрабатывать ее и использовать в учебно-исследовательской деятельности. Этому учеников обучают не только на уроках информатики, но и технологии. Информационно-коммуникационная технология (ИКТ) является *составной частью технологического образования.*

Технологическое образование, находясь на стыке нескольких предметных областей, предоставляет обучающимся возможность применять на практике знания основ наук, осваивать общие принципы и конкретные навыки преобразующей деятельности человека, различные формы информационной и материальной культуры. Основой для интеграции научных знаний на уроках технологии является, в первую очередь, «практическая деятельность, которая осваивается учащимися в ходе формирования умений и навыков *конструирования, проектирования, моделирования, исследования, экспериментирования, обработки данных и информации*» [13].

На наш взгляд, именно занятия на уроках технологии дают возможность создать смешанную среду с использованием информации из различных предметных областей, в которой ученики начинают понимать, как можно применить научные методы на практике. Особое место в этой интегративной среде отводится специальному технологическому оборудованию. Применение в образовательном процессе современного оборудования позволяет решить ряд образовательных проблем: создать открытую учебную среду; осуществлять интегрирование информационных ресурсов и материальных технологий; интегрировать образовательные и материальные продукты образовательной деятельности в единое информационное пространство [13]. Такой подход к применению современного оборудования в учебном процессе обеспечит оперативное введение в образовательную деятельность содержания, адекватно отражающего смену жизненных реалий и формирование пространства профессиональной ориентации и самоопределения личности, в том числе: *компьютерное черчение, промышленный дизайн; 3D-моделирование, прототипирование, технологии цифрового производства в области обработки материалов (ручной и станочной, в том числе станками с числовым программным управлением и лазерной обработкой), аддитивные технологии; робототехника и системы автоматического управления; технологии электротехники, электроники и электроэнергетики; технологии умного дома и интернета вещей* [13].

Таким образом, технология – интегрированный предмет, синтезирующий полученные знания из математики, информатики, физики, химии, биологии и показывающий их использование в различных направлениях деятельности человека. Следовательно, учителю технологии необходимо разбираться не только в современных технологиях и технологических процессах, но и знать программный

материал предметов, с которыми предполагается *устанавливать межпредметные связи*. Это – сложная аналитическая работа, которая направлена не только на анализ и систематизацию учебного материала по смежным предметам, но и на методически эффективное использование дидактических средств в осуществлении многосторонних межпредметных связей. При установлении межпредметных связей, учителю также необходимо определить какие знания, привлекаемые из других предметов, уже получены учащимися, а какой материал еще только предстоит изучать в будущем. Точная хронология установления межпредметных связей возможна при взаимодействии учителей- предметников, а также анализе тематического планирования учебных предметов, с которыми предполагается установление межпредметных связей [13].

На уроках технологии необходимо формировать желание учеников заниматься *технической деятельностью*. Основу обучения технической деятельности составляет формирование технического мышления школьников, которое в свою очередь тесно связано с *техническим творчеством обучающихся*.

Детское техническое творчество учащихся – наиболее массовая форма привлечения учащихся к творчеству. *Техническое творчество – это конструкторско-технологическая деятельность, направленная на моделирование и конструирование технических объектов с элементами полезности и новизны*. Техническое творчество способствует также приобретению опыта технической творческой деятельности, имеющего большое значение для формирования личности. Занимаясь техническим творчеством, школьник развивает техническое мышление, способности к технической деятельности [13].

Техническое мышление – это способ отражения в сознании производственно-технических процессов в сфере технических образов, оперирование этими образами с помощью приемов умственной деятельности не только в их статическом, но и в динамическом состоянии.

Анализируя вышеприведенные, можно утверждать, что предметная область «Технология» является организующим ядром вхождения в мир технологий, в том числе: материальных, информационных, коммуникационных, когнитивных и социальных. В рамках освоения предметной области «Технология» происходит приобретение базовых навыков работы с современным технологичным оборудованием, освоение современных технологий, знакомство с миром профессий, самоопределение и ориентация обучающихся на деятельность в различных социальных сферах, обеспечивается преемственность перехода обучающихся от общего образования к среднему профессиональному, высшему образованию и трудовой деятельности. *Для инновационной экономики одинаково важны как высокий уровень владения современными технологиями, так и способность осваивать новые и разрабатывать не существующие еще сегодня технологии* [14].

Технология формирует техническое мышление, умения созидательного, продуктивного труда, основу технологических умений и базовые навыки работы с современными технологическими оборудованьями. Однако этого недостаточно для формирования базовых основ специалистов Индустрии 4.0.

В широком смысле технологии в энциклопедиях дают следующие определения. *Технология* – это совокупность определенных методов, процессов, инструментов и материалов, с помощью которой возможно достижение желаемого результата. Технология – комплекс организационных мер, операций и приемов, направленных на изготовление, обслуживание, ремонт, эксплуатации изделия с номинальным качеством и оптимальными затратами, и обусловленных текущим уровнем развития науки, техники и общества, в целом [15].

Технологии, которые основаны на наукоемких разработках и задействуют в производственном процессе информационно-коммуникационных технологий (ИКТ), достижения микроэлектроники, робототехники и др., называются *высокими технологиями* [15].

Высокотехнологичные отрасли отличаются высокой интенсивностью затрат на научные исследования и разработки (НИОКР), высока доля занятых с высшим образованием, а также с более высокой инновационной активностью. Высокотехнологичные отрасли выделены согласно классификации ОЭСР по соотношению затрат на НИОКР и добавленной стоимости. В высокотехнологичных отраслях оно составляет 8% - 100% [15]. Компания занимается НИОКР когда хотят разработать и внедрить в производство инновационный продукт, либо модернизировать текущий – или технологию его производства. Чем меньше участие человек в технологическом процессе, тем выше технология. К высшим технологиям относят самые наукоемкие отрасли промышленности: [15].

1) полупроводниковые технологии: микро-и наноэлектроника, квантовая и оптическая электроника, радиоэлектроника, программное обеспечение ВТ, искусственный интеллект, беспроводные технологии; 2) робототехника и электромеханика: микро-и нано-электромеханические системы; 3) нанотехнологии и новые материалы: технологии нанообъектов, технологии наноструктур, технологии неразмерных нанопараметров; 4) «чистые технологии» и альтернативная энергетика: рецоклинг, атомная энергетика, солнечная энергетика, водородная энергетика, технологии энергосбережения.

Мировой опыт показывает, что для овладения первоначальными знаниями и навыками применения науки в реальном производственном процессе и в различных отраслях народного хозяйства, ученики должны быть ознакомлены базовыми основами инженерии.

Инженерия (инженерное дело) – область технической деятельности, включающая в себя целый ряд специализированных областей и дисциплин, направленная на практическое приложение и применение научных, экономических,

социальных и практических знаний с целью обращения природных ресурсов на пользу человека [15].

Цель инженерной деятельности – изобретение, разработка, создание, внедрение, улучшение техники, материалов и процессов. Инженерное дело тесно переплетается с наукой, опираясь на постулаты фундаментальной науки и результаты прикладных исследований. *Посредством инженерии обеспечивается связь между фундаментальной наукой и отраслями экономики.* Инженерное дело является отраслю *научно-технической деятельности.* Оно охватывает три вида инженерно-технической деятельности: 1) исследовательская (научно-техническая) деятельность – прикладные научные исследования, технико-экономическое обоснование; 2) конструкторская (проектная) деятельность – это конструирование (проектирование), создание и испытание прототипов технических устройств, разработка технологии их изготовления, подготовка проектной документации; 3) технологическая (производственная) деятельность – деятельность, направленная на внедрение инженерных разработок в практическую деятельность экономических субъектов с их последующим сопровождением (технической поддержкой) [15].

Таким образом, инженерия (инженерное дело) – область человеческой деятельности, дисциплина, профессия, задачей которой является *применение достижений науки, техники, использование законов физики и природных ресурсов для решения конкретных проблем, целей и задач человечества.*

Инженерия предполагает применения научных новшеств в решении реальных прикладных задач, что способствует развитию у специалистов умений *изобретателя, новатора* [9]. Такие навыки актуальны в развитии высокотехнологичных производств, умной экономики в жесткой конкурентной среде, так как конкуренция требует динамичного внедрения инноваций в практику.

Эксперты считают, что школа посредством реализации STEM подхода должна стать первой ступенью в освоении современных инженерных специальностей инженерного образования на университетском уровне [9,16].

Эксперты считают, что *технологическое образование является составной частью инженерного образования,* под которым подразумевается целенаправленное формирование определенных знаний и умений, а также комплексная подготовка и воспитание специалистов в области техники и технологии к инновационной инженерной деятельности за счет соответствующего содержания и методов обучения [13].

Инженерное образования в школе, как и его составная часть – технологическое образование, осуществляется за счет интеграции основного и дополнительного образования по всем уровням образования [16].

В начальной школе – пропедевтика (развитие у младшего школьника опыта общения с природой, умения наблюдать и исследовать явления окружающего мира с помощью простых инструментов сбора и обработки данных, формирование

базовых навыков работы с материалами, знакомство с принципами проектной деятельности) [16]. Нетрудно заметить, что пропедевтика инженерного образования реализуется изучением предметов «Технология» и «Робототехника».

В основной школе – формирование первоначальных конструкторско-технологических знаний и умений (приобретение опыта применения физических, химических, биологических методов исследования объектов и явлений природы, базовые умения планировать работу, конструировать и моделировать, знакомство с основами 3D моделирования, робототехники, электротехники и электроники, программирования). Реализация инженерного образования в основной школе осуществляется главным образом, посредством изучения предметов «Технология», «Робототехника» и «Информатика и ИКТ» [14].

В профильной школе – профорIENTATION (освоение технологии решения творческих задач, моделирования, конструирования, прототипирования и программирования; овладение основными алгоритмами и опытом проектно-исследовательской инженерной деятельности; участие в инженерных конкурсах и фестивалях) [16]. В профильной школе инженерное образование осваивается посредством использования проектного метода, ориентированного на решение конкретной производственной задачи во взаимодействии школы с вузом и производством.

В результате реализации инженерного образования у учащихся формируется инженерное мышление.

Инженерное мышление – особый вид мышления, формирующийся и проявляющийся при решении инженерных задач, позволяющих быстро, точно и оригинально решать поставленные задачи, направленные на удовлетворение технических потребностей в знаниях, способах, приемах, с целью создания технических средств и организации технологий.

Мировой опыт показывает [13], что деятельность по формированию инженерного мышления школьников – одна из приоритетных задач образования, обусловленная велением времени. Именно люди с инженерным мышлением проектируют сегодня инновационную техносферу, которая окружает нас в предметном технологичном мире. Все, начиная от транспортных систем до медицинского оборудования и Интернет-сервисов, и не только, создано, благодаря применению разнообразных методов инженерного мышления и технологий [13].

Основой инженерного мышления являются высокоразвитое логическое мышление, способность к творческому осмыслению знаний, владение методикой технического творчества. Инженерное мышление должно опираться на хорошо развитую творческую фантазию и включать различные виды мышления: логическое, творческое, наглядно-образное, практическое, теоретическое, техническое, пространственное и др. [16].

Вышеизложенные позволяют сделать следующий вывод. Инженерное мышление – это мышление, направленное на обеспечение деятельности с

техническими объектами, осуществляемое на когнитивном и инструментальном уровнях и характеризующиеся как политехническое, конструктивное, научно-теоретическое, преобразующее, творческое и социально-позитивное.

Формирование инженерного мышления учеников в школе предполагает создание особой образовательной среды: техническое оснащение, специализированные кабинеты, лаборатории и мастерские, взаимодействие с организациями ТиПО и вузами, промышленными предприятиями, ориентация программ на реальную практическую деятельность, практикумы по решению конкретных инженерных задач [17, 18, 19].

Учебная деятельность при формировании инженерного мышления учеников в школе приобретает черты деятельности по саморазвитию и самообразованию, характеризуется расширением учебно-исследовательской и проектной деятельности.

Формирование инженерных компетенций в школе строится на следующих принципах [16]:

- углубленного изучения предметов – этот принцип позволяет организовать углубленное изучение учебных предметов политехнической направленности (математики, информатики, физики (включая астрономию), технологии (включая черчение и графику), химии и биологии) средствами профильной подготовки, в итоге обеспечивающее высокий уровень информационно-математической и технологической подготовки выпускников школы;

- расширения практического содержания учебных программ – реализация данного принципа позволяет в учебную программу включить инженерный компонент, содержание которого будет варьироваться в зависимости от профиля класса;

- обучения с использованием высокотехнологичного оборудования – реализация данного принципа позволит выполнять обучающимся междисциплинарные лабораторные работы в современном инженерном комплексе;

- метапредметности – это принцип интеграции содержания образования, способ формирования теоретического мышления и универсальных способов деятельности, обеспечивает формирование целостной картины мира в сознании обучающихся. Реализация принципа в школьном инженерном образовании направлена на формирование базовых навыков исследовательской работы, проведение виртуальных экспериментов во взаимодействии и сотрудничестве со сверстниками и взрослыми;

- проектного подхода – этот принцип позволяет освоить научно-проектную деятельность в сфере инженерии, создать среду, в которой начинающие инженеры должны уметь «Задумывать-Проектировать-Реализовывать» и «Управлять» системами в рамках командной работы. Проектная работа научит будущих инженеров реалистично ставить цель с учётом технических, материальных, временных, энергетических и других ресурсов, выбирать адекватные ей

технические методы и средства, планировать последовательность своих действий, определять степень достижения цели, в случае необходимости диалектично ее корректировать, своевременно вносить изменения в реализуемый проект;

- формирования научного мировоззрения – этот принцип позволяет применить комплекс общеобразовательных знаний и умений на современном производстве в сферах проектно-конструкторской, организационно-управленческой, производственно-технологической и научно-исследовательской деятельности;

- формирования инженерного мышления – этот принцип позволяет сформировать мышление, направленное на обеспечение деятельности с техническими объектами, осуществляемое на когнитивном и инструментальном уровнях и характеризующееся как конструктивное, научно-теоретическое, преобразующее, творческое и социально-позитивное. Инженерное мышление позволит обучающимся познакомиться с основами профессиональной деятельности инженера, научиться проектировать, создавать продукты и системы, применять полученные знания и управлять инженерными процессами;

- построения профессиональной карьеры – данный принцип позволит обучающимся инженерных классов во время освоения основ инженерии сформировать предпрофессиональные умения и навыки для будущей профессии, профессиональное самоопределение и осуществить проектирование своей профессиональной карьеры.

Специалисты в науке, технике, инженерии и математике играют ключевую роль в устойчивом росте и стабильности экономики любого государства и являются важным элементом, способствующим сохранению мирового лидерства любой страны в будущем [18].

Отличительной особенностью содержания STEM-образования является практико-ориентированность, введение в учебный план предметной области «Технология» вместо предмета «Труд», и методов инженерии с целью формирования инженерно-технологического мышления и навыков [13,14].

Роль STEM в школе – интеграция инновационного потенциала предметов «Технология», «Робототехника» и «Информатика и ИКТ», модернизация содержания предметов естественно-математического цикла с учетом требований инженерно-технологического образования и процесса цифровизации.

Опыт внедрения концепции ТРИЗ в отдельных школах показывает, что формирования инженерно-технологических навыков учеников в средней школе возможно и необходимо.

Таким образом, STEM-подход предлагает, прежде всего, системное внедрение в школу нового, инженерно-технологического аспекта образования на базе цифровой платформы [5].

В традиционном образовании предметы ЕМЦ: физика, математика, химия, биология, также информатика изучаются по отдельности, их содержание никак не

пересекается друг с другом, оставляя в памяти ученика разрозненные обрывки информации. Предметная область “Технология” позволяет выстроить логические связи между этими дисциплинами, смотреть на окружающий мир глобально, усвоить закономерности глубже.

Теоретические выкладки, суждения раскрываются здесь наглядно, детально и демонстрируется в процессе опыта, эксперимента, конструирования, моделирования и проектирования.

Инженерно-технологическое образование позволяет сформировать умения изучать и анализировать явления и свойства объектов с помощью современных методов исследования, объяснять принципы работы и характеристики приборов и устройств. Владеть умениями выдвигать гипотезы на основе знания основополагающих естественно-научных закономерностей и законов, проверять их экспериментальными средствами, формируя цель исследования. Оно также позволяет владеть методами самостоятельного планирования и проведения экспериментов, описания и анализа полученной измерительной информации, определения достоверности результата.

Отметим, что в закладывании основ инженерии (инженерной графики), проектирования и прототипирования) в школе большую роль играет обучение предметам рисования, геометрии, черчения, графики и проектирования, а также элективного курса «Элементы начертательной геометрии». В повышении мотива к обучению предметов ЕМЦ, которые составляют основы инженерно-технологического обучения и в осуществлении очень важной функции инженерии – формирование навыков совершенствования техники и технологического процесса, изобретения и внедрения инноваций в практику, а также цифровизации инженерии огромную роль играет изучение робототехники в школе (см. §5).

Робототехнические наборы, например конструктор WEDO2.0 в начальной школе, развивает базовые навыки программирования и алгоритмизации, обучает детей конструированию и моделированию, умениям командной работы и аргументированно представить свою точку зрения. Работая постепенно с усложняющимися робототехническими наборами, создавая свои модели и программы для управления роботами ученики развивают навыки программирования, постоянно совершают новые открытия.

Самостоятельно планируя свою проектно-исследовательскую деятельность по созданию нового, более совершенного проекта (робота), ученик формирует приемы научного подхода к получению знаний и инженерных навыков.

Образование в сферах STEM (в том числе инженерно-технологическое образование) создает основы подготовки специалистов индустрии 4.0, развивает креативное мышление, увеличивает научную подготовленность и порождает происхождение новаторов и изобретателей. Инновации приводят к выходу в свет новейших продуктов и процессов, которые поддерживают конкурентоспособную

экономику. Данные инновации и научная подготовленность полагаются на крепкую базу познаний в областях STEM [7,11].

Стремительное развитие технологии и инженерии ведет к тому, что в будущем самыми востребованными станут профессии, связанные с наукоемкими высокотехнологичными производствами: IT специалисты, инженеры big data, , интеллектуальных робототехнических систем, специалисты VR и AR.

Если мы готовим наших учеников к жизни после школы, то мы должны позволить им использовать те инструменты, которые в дальнейшем всё равно станут частью их повседневной жизни. Поэтому с целью формирования инженерно-технологических навыков необходимо изучение в школе предметов робототехники, технологии, информатики и ИКТ, проектирования и графики, элективных курсов 3D-моделирования, инженерной графики и др.

Таким образом STEM-образование предполагает: 1) переход от сугубо фундаментального подхода изучения предметов ЕМЦ к их изучению в контексте практического применения научных знаний в решении прикладных задач из реальной жизни; 2) усиление прикладных, практических и лабораторно-экспериментальных компонентов содержания предметов ЕМЦ; 3) определение содержание предмета “Технология” посредством интеграции содержания предметов ЕМЦ, информатики и робототехники с целью поэтапного освоения различных технологий, формирования инженерно-технологических навыков; 4) использование робототехники с целью закладывания основ цифровой инженерии и в лабораторно-экспериментальных работах предметов ЕМЦ [9].

При этом STEM-подход как и остальные инновационные тренды в образовании, предполагает обоснованную научно-методологическую базу и практически апробированную дидактическую платформу для широкого внедрения в учебный процесс.

3 Педагогические возможности робототехники в реализации STEM-образования

Модуль «Робототехника» является составной частью STEM – образования и одним из самых востребованных в современном образовательном процессе. Сегодня дети с раннего возраста окружены автоматизированными системами, и от их умения ориентироваться в составляющих научно-технического прогресса зависит дальнейшая интенсификация производства в нашей стране и во всем мире [7,9].

В широком смысле «Робототехника» – прикладная наука, занимающаяся разработкой автоматизированных технических систем целью интенсификации производства. Робототехника опирается на такие дисциплины, как электроника, механика, кибернетика, телемеханика, мехатроника, информатика и радиотехника [15].

В современных школах основы робототехники закладываются посредством и с опорой на навыки конструирования, моделирования, программирования и знаний из областей, преимущественно, математики и физики.

Образовательная робототехника – это новое междисциплинарное направление обучения школьников, интегрирующее знания о физике, мехатронике, технологии, математике, информатике и ИКТ, позволяющее вовлечь в процесс инновационного инженерно-технологического творчества учащихся разного возраста. Она направлена на популяризацию научно-технического творчества и повышение престижа инженерных профессий среди молодежи, развитие у молодежи навыков практического решения актуальных инженерно-технических задач и работы с техникой [23,24].

«Образовательная робототехника» - это инструмент, закладывающий прочные основы системного мышления, интеграция информатики, математики, физики, черчения, технологии, естественных наук с развитием инженерного творчества. Занятия робототехникой дают хороший задел на будущее, вызывают у ребят интерес к научно-техническому творчеству. Заметно способствуют целенаправленному выбору профессии инженерной направленности [25].

В настоящее время образовательная робототехника внедряется на базовом уровне образования во многих странах по всему миру.

Не трудно заметить, что робототехника способствует овладению учениками навыками технологического образования, инженерии и формированию инженерного мышления в процессе технического творчества.

Более того, образовательная робототехника представляет собой новую, актуальную педагогическую технологию, которая находится на стыке перспективных областей знания: механика, электроника, автоматика, конструирование, программирование, схематехника и технический дизайн. То есть, внедрение образовательной робототехники и использование технологий в обучении,

направлено на обеспечение междисциплинарной среды обучения, где учащиеся приобретают навыки для организации исследований и решения конкретных проблем; развития новых навыков и способностей эффективно реагировать на меняющиеся условия современного мира. Такая среда обучения представляет собой опыт, способствующий развитию творчества и креативного мышления обучающихся.

Она также представляет собой набор педагогических мероприятий, которые поддерживают и укрепляют конкретные области знаний и развивают компетенции у ученика, посредством разработки, создания, сборки и ввода в эксплуатацию роботов.

В рамках STEM-образования *робототехника оказалась той областью, где наиболее удачно пересеклись запросы экономики на развитие высокотехнологичных отраслей и естественный интерес детей к технике, программированию, моделированию и конструированию.* Смысл образовательной робототехники – приобретение знаний детьми в процессе изготовления робота, направленное на формирование инженерно-технологических навыков. Обучение производится с использованием робототехнических наборов.

Использование робототехнического оборудования в процессе обучения детей представляет собой как обучение в процессе игры, так одновременно и техническое творчество. Такое соединение способствует воспитанию активных, увлеченных своим делом, самодостаточных людей нового типа.

Робототехнические наборы

Робототехнические наборы (конструкторы) при обучении робототехнике используются в качестве средств обучения в процессе конструирования, моделирования, а также программирования с целью управления роботами.

Одним из наиболее известных и признанных инструментов для реализации STEM-подходов в школе посредством робототехники является набор LEGO Education. Образовательные решения LEGO Education – части всемирно известной группы компаний LEGO – нацелены на развитие STEM-компетенций и навыков: научно-исследовательских, инженерно-технических, математических и проектных. Обучение робототехнике проводится с использованием специальных конструкторов LEGO, которые содержат детали для сборки и программное обеспечение.

Робототехнический набор LEGO Education разной сложности рассчитаны на продуктивную работу с детьми в возрастном диапазоне от 4 до 16 лет. Для каждой возрастной группы в LEGO Education предусмотрены свои наборы. Этих наборов отличают привлекательность и узнаваемость (практически все знакомы с LEGO с раннего детства), яркость, простота и интуитивно-понятные способы сборки, а главное

— широкие возможности для постановки комплексных учебных задач с использованием знаний всех предметов естественнонаучного цикла.

Использование конструкторов в образовательной работе с детьми дошкольного возраста выступает оптимальным средством формирования навыков конструктивно-игровой деятельности и критерием психофизического развития детей дошкольного возраста, в том числе становления таких важных компонентов деятельности, как умение ставить цель, подбирать средства для её достижения, прилагать усилия для точного соответствия полученного результата с замыслом.

На занятиях используются *три основных вида конструирования*: по образцу, по условиям и по замыслу.

В процессе занятий робототехникой дети:

- развивают мелкую моторику рук;
- развивают память, внимание, умение сравнивать;
- учатся фантазировать, творчески мыслить;
- получают знания о счете, пропорции, форме, симметрии, прочности и устойчивости конструкции;
- учатся создавать различные конструкции по рисунку, схеме, условиям, по словесной инструкции и объединённые общей темой;
- учатся общаться, устраивать совместные игры, уважать свой и чужой труд.

Освоение навыков робото-конструирования дошкольников происходит в 4 этапа:

1. На первом этапе работы происходит знакомство с конструктором и инструкциями по сборке, изучение технологии соединения деталей.
2. На втором этапе дети учатся собирать простые конструкции по образцу.
3. На третьем этапе дети знакомятся с простым языком программирования и пиктограммами, а также правилами программирования в компьютерной среде.
4. Этап усовершенствования предложенных разработчиками моделей, создание и программирование моделей с более сложным поведением [26].

Юные конструкторы исследуют, какое влияние на поведение модели оказывает изменение её конструкции: они заменяют детали, проводят испытания, оценивают её возможности, создают отчеты, проводят презентации, придумывают сюжеты, придумывают сценарии и разыгрывают спектакли, задействуют в них свои модели.

Робототехника (LEGO) прекрасно развивает техническое мышление, и техническую изобретательность у детей. Робототехника показывает высокую эффективность в воспитательном процессе, она успешно решает проблему социальной адаптации детей практически всех возрастных групп. Соревнования по робототехнике (конструирование блоками) – это яркие воспитательные мероприятия, объединяющие детей и взрослых.

Тематическое планирование курса «Робототехника в детском саду» для детей старшей и подготовительной групп представлены в *Приложении 1* [26].

Изучение робототехники в средней школе осуществляется посредством образовательных конструкторов: *LegoWeDo*, *Lego Mindstorms NXT*, *Lego Mindstorms EV3*, *Tetrix*, *Matrix*, *Fischertechnik*, *Arduino*, *Roborobo*, *Bioid* и др. [25].

Для *младших школьников* предлагаются использование LEGO Education WeDo 2.0. и BricQ Motion Prime, которые позволяют детям изучить самые разные свойства окружающего мира интересным и доступным способом. Комплект содержит учебные материалы для реализации 17 проектов по окружающему миру, биологии, географии и инженерному проектированию.

Конструктор LegoWeDo содержит более 150 деталей, важнейшими из них являются: коммутатор (для управления датчиками и моторами при помощи программного обеспечения *WeDo*), мотор, датчик наклона, датчик движения.

В *начальной школе* осуществляется знакомство детей с миром робототехники и овладение приемами моделирования и конструирования. Закладываются основы умений в сфере исследовательской и технологической грамотности.

На занятиях дети выполняют мини-проекты на различные тематики (животные, грузовые, легковые, строительные и др. машины, летающая техника и т.д.). Для оживления моделей используется графическая среда Scratch и Wedo Software. Эти среды имеют легкий и понятный графический интерфейс для программирования. Учащиеся с легкостью осваивают его.

В *основной школе* широко используется конструктор *LEGOMindstormsEV3*. Основным компонентом конструкторов *LEGOMindstormsEV3* является микрокомпьютер EV3, снабженный входными портами для датчиков и выходными портами для исполнительных устройств, делающий робота программируемым, интеллектуальным, способным принимать решения.

С данным робототехническим набором можно собирать конструкции с различными функциями. LEGO Mindstorms. позволяет легко построить модель интегрированной системы с электромеханическими деталями, управляемыми компьютером, включая датчики, двигатели, шестерни, соединительные детали, колеса и программируемый и настраиваемый контроллер. Обучающийся может свободно использовать свое воображение для изменения или создания новых конструкций, которые выполняют поставленную задачу, не беспокоясь о более сложных способах соединения деталей и необходимости использования дополнительного оборудования.

Для обучения робототехнике в старших классах может быть использован конструктор TETRIX являющийся основным конструктором международных соревнований FIRST Tech Challenge, а также позволяющий собрать модели для участия во Всемирной Олимпиаде Роботов (World Robot Olympiad). Данный конструктор состоит из набора металлических деталей, сенсоров, сервоприводов и программируемого блока LEGO Mindstorms. Программирование роботов, созданных из данного набора, осуществляется на языке Robot C. Преимуществом

конструктора является возможность использования контроллеров Arduino с незначительной доработкой механической части и программного обеспечения [25].

Еще одним примером робототехнических конструкторов из металлических деталей, используемых как для класса, так и для соревнований являются наборы VEX ROBOTICS EDR. Они нисколько не уступают по функциональности наборам Lego Education EV3, но стоят относительно дешевле. Данные наборы рассчитаны как на групповые занятия, так и на создание мощных, многофункциональных роботов для участия в соревнованиях, их постоянно можно встретить на Мировых Чемпионатах роботов.

Еще одной распространённой платформой для образовательной робототехники в старших классах является Arduino. Arduino - это бесплатная аппаратная платформа, основанная на плате с микроконтроллером и средой разработки, которая включает в себя входные и выходные сигналы, а также порты для связи с компьютером. Она была разработана для облегчения использования электроники в междисциплинарных проектах. Для ее использования можно скачать бесплатное программное обеспечение для программирования, или использовать другой инструмент в языке программирования C [25].

Еще одной особенностью является то, что комплект LEGO Mindstorms может работать с различными языками программирования, такими как java, Robot C, EV3 Basic, Python; визуальными средами ROBO LAB, Scratch, LabVIEW.

Простота использования комплекта LEGO Mindstorms также распространяется на процесс разработки, поскольку среда программного обеспечения и способ программирования в них включает графический интерфейс и уменьшает потребность в технических знаниях java, C или используемого языка. Программный код для Arduino выполняется на языке Processing/Wiring имеющем синтаксис C++.

Для основной и профильной школы наиболее эффективным является использование набора LEGO Education SPIKE Prime. Он рассчитан на применение в экспериментальной деятельности на уроках всего естественнонаучного цикла. Например, практически любой проект из курса «Фитнес датчики» позволяет не только закрепить на практике материал курса физики 7 класса, но и проработать математические закономерности, по которым строятся графики, иллюстрирующие опыты. SPIKE Prime стал самым эффективным и красочным из последних наборов. А разнообразие моделей и легкость программирования на языке Scratch позволяет использовать конструктор для изучения различных дисциплин [9]. Более того, к наборам этой серии выпущено значительное количество *сопутствующих учебных материалов*.

SPIKE Prime – это совершенно новый формат образовательного решения от LEGO Education. Он создавался для обучающихся с любым уровнем подготовки и воплощает в себе инклюзивный, интуитивный и естественно-адаптивный креативный подход к учебе, позволяющий всем ученикам 5–7-х классов с

уверенностью включаться в процесс STEAM-обучения с использованием цифровых технологий [9].

Набор может быть использован для изучения таких предметных областей, как физика, технология, инженерия, информатика, математика, а также развития творческого мышления и ведения урочной и внеурочной проектной деятельности. Набор SPIKE Prime включает в себя кубики LEGO, программируемый хаб с несколькими портами, датчики и моторы, а также приложение SPIKE, использующее язык программирования Scratch. Каждое решение SPIKE Prime состоит из 523 элементов для сборки различных моделей, в том числе в соответствии с учебными материалами STEAM, которые создавались учителями для учителей [9,10].

С педагогической точки зрения, использование подобных наборов имеет ряд важных достоинств. Во-первых, это стимулирование мотивации учащихся к получению знаний. При работе с Lego-конструктором учащийся видит плоды своей работы и имеет возможность применить полученные знания на практике. Кроме того, работа по созданию робота предполагает активную творческую деятельность ребёнка. Это реализуется через решение нестандартных для учащегося задач и большое количество вариантов решения.

Во-вторых, это развитие интереса учащихся к технике, программированию и конструированию. Использование подобных конструкторов в образовательном процессе ведет к популяризации профессии инженера, а также прививает учащимся интерес к робототехнике.

В-третьих, это формирование навыков программирования, развитие логического и алгоритмического мышления [24].

Учебные программы курса «Робототехника»

Робототехника в рамках программы предмета «Технология» и за счет вариативной части учебного плана изучается в начальной и основной школе по специально разработанной программе.

Актуальность внедрения образовательной робототехники в учебно-воспитательный процесс основной школы объясняется планируемыми результатами освоения предметной области «Технология»:

- осознание роли техники и технологий для прогрессивного развития общества;
- овладение методами учебно-исследовательской и проектной деятельности, решения творческих задач, моделирования, конструирования и эстетического оформления изделий;
- формирование умений устанавливать взаимосвязь знаний по разным учебным предметам для решения прикладных учебных задач.

Главным условием обучения должна являться активная познавательная деятельность учащихся в процессе открытия новых знаний, а главным результатом

обучения - самостоятельное решение возникающих проблем (учебных и жизненных). Показатель развития - умение использовать приобретенные знания и практические умения в новых условиях, высокий уровень технического мышления.

Первоначально многие школы пошли по пути внедрения образовательной робототехники в образовательный процесс школы за счет вариативной части учебного плана, то есть, не меняя привычного содержания учебных предметов и реализуя робототехнику за счет дополнительных часов по предмету. Это обеспечивалось в том числе посредством сотрудничества с организациями дополнительного образования. Сотрудники центров дополнительного образования проводят в школах занятия, чаще в форме кружков, в рамках внеурочной деятельности или дополнительного образования, используя собственные ресурсы: конструкторы, инструкции на носителях, собственные методические материалы. От школы требуется наличие помещений, компьютеров с необходимым программным обеспечением.

Другим вариантом является внедрение интегрированного курса образовательной робототехники в школьную программу. Интегрированный курс представляет собой включение в курсы информатики, математики, физики и технологии блоков образовательной робототехники, с использованием межпредметных связей. Для этого следует составлять учебные планы по этим предметам так, чтобы темы соответствовали друг другу в логическом и хронологическом порядке.

Однако, на сегодняшний день довольно сложно ввести интегрированный курс, объединяющий в логическом и хронологическом порядке учебные темы по технологии, информатике, физике и математике, потому что для этого нужны точные и общепринятые методические разработки, и рекомендации, которые пока не утверждены. Это может послужить темой для отдельного исследования [25].

Вместе с тем, некоторые методисты считают, что «предметная область «Технология» в современном понимании должна стать проекцией естественнонаучного, математического и информационного образования; формировать у учащихся практические навыки в непосредственном единстве с изучением учебных предметов естественнонаучного цикла». При этом *робототехника может составлять до 50% урочного времени предмета «Технология»*. И все эти часы могут «уйти» учителю информатики, который на сегодняшний день более подготовлен к преподаванию робототехники, в попытке «осовременить технологию» [25].

Так, например, информатика, изучаемая инвариантно в основной школе, может получить пропедевтику в начальной школе за счет вариативной части посредством «простого» программирования и конструирования роботов на платформе LEGO WEDO и *LEGOMindstormsEV3*.

Уроки технологии, имеющие в своей основе деятельностный компонент, могут быть построены через планирование, проектирование, сборку и испытание

различных моделей роботов. По сути, сборка представляет собой тоже ручной труд, конструирование.

Поэтому некоторые эксперты считают, что: «Роботов можно собирать на уроках технологии в рамках ручного труда, конструирования по схеме или технологической карте, программировать на уроках информатики, и использовать для опытов и лабораторных работ на уроках физики» [25]. При этом предлагается организационная модель, отличающаяся усложнением используемых робототехнических платформ и возможностями внутрипредметной и межпредметной интеграции:

- *LEGO Mindstorms EV3* - 5-6 классы;
- Scratch (Робоплатформа + Лаборатория) - 7 класс;
- Arduino (и Arduino-совместимые платы) - 8-9 классы.

В настоящее время в нашей стране отсутствует утвержденная единая учебная программа курса «Робототехники» для начальной, основной и старшей (профильной) школы.

Однако, существуют отдельные программы, апробированные передовыми школами РФ и РК.

Программа курса для начальной школы рассчитана на 34 часа. Программа состоит из 2-х модулей:

«Легоконструирование» (для учащихся 1-2 классов) и «Проектирование и программирование роботов» (для учащихся 3-4 классов). Рекомендуемая непрерывная длительность работы за компьютером, согласно СанПин, не более 15 минут.

В первом модуле используется конструктор LegoWedo и графические среды программирования LegoWedo Software и Scratch. Во втором модуле используются базовые конструкторы *LEGO Mindstorms NXT* и *LEGO Mindstorms EV3*. При этом учащиеся собирают программируемые роботы и машины. За основу учебной программы для начальной школы можно взять программу для дошкольного образования усиливая ее содержание знаниями детей по другим предметам (см. Приложение 1) [26].

Основные цели обучения робототехники в начальной школе:

- общенаучная подготовка учащихся;
- знакомство с графическими средами программирования;
- формирование технического словарного запаса у учащихся;
- развитие навыков проектирования и конструирования;
- развитие мышления, логики, математических и алгоритмических способностей;
- формирование умений работать в группе, навыков совместной и групповой работы;
- формирование навыков исследовательской и творческой деятельности;
- умение предлагать решения (гипотезы), умение анализировать;

- развитие познавательного интереса и мотивация на изучение технических направлений.

АОО «Назарбаев Интеллектуальные школы» разработало курс «Робототехника» 1-го уровня (5, 6 и 7 классы) для общеобразовательных школ (см. Приложение 2).

В рамках данного курса учащиеся изучат основы робототехники, инженерного дизайна и различных технологий, интегрируя знания и навыки, полученные на предметах естественнонаучного профиля: математики, физики, информатики и др.

В данном курсе, построенном по принципу практического выполнения проектов, даются базовые знания и навыки в области робототехники и проектирования инженерных систем. На протяжении курса учащиеся будут осуществлять сборку, конструирование, моделирование и программирование роботов для решения различных задач. Теоретический материал курса привязан к практическим занятиям в классе, где учащимся предлагается работать в группах из двух или трех человек над созданием и тестированием все более сложных роботов. Курс завершается соревнованиями роботов [27].

Программа курса «Робототехника» для учащихся 7-11 классов рассчитана на 68 часов (см. Приложение 3) [28]. Занятия проводятся 2 раза в неделю, согласно учебному расписанию.

Цели курса:

- заложить основы алгоритмизации и программирования с использованием робота LEGO Mindstorms EV3;

- научить использовать средства информационных технологий, чтобы проводить исследования и решать задачи в межпредметной деятельности;

- заложить основы информационной компетентности личности, т.е. помочь обучающемуся овладеть методами сбора и накопления информации, современных технологий, их осмыслением, обработкой и практическим применением через урочную, внеурочную деятельность, систему дополнительного образования, в том числе с закреплением и расширением знаний по английскому языку (билингвальная робототехника);

- повысить качество образования через интеграцию педагогических и информационных технологий.

Задачи курса:

- научить конструировать роботов на базе микропроцессора EV3;

- научить работать в среде программирования;

- научить составлять программы управления Лего - роботами;

- развивать творческие способности и логическое мышление обучающихся;

- развивать умение выстраивать гипотезу и сопоставлять с полученным результатом;

- развивать образное, техническое мышление и умение выразить свой замысел;

- развивать умения работать по предложенным инструкциям по сборке моделей;

- развивать умения творчески подходить к решению задачи;

- развивать применение знаний из различных областей знаний;

- развивать умения излагать мысли в четкой логической последовательности, отстаивать свою точку зрения, анализировать ситуацию и самостоятельно находить ответы на вопросы путем логических рассуждений;

- получать навыки проведения физического эксперимента;

- получить опыт работы в творческих группах;

- ведение инновационной, научно-исследовательской, экспериментальной и проектной деятельности в области робототехники [28].

Как было показано выше, системное изучение робототехники зависит от степени обеспеченности школ и центров дополнительного образования с робототехническими комплексами. В работе [13] показана концепция поэтапного введения ученика в инженерно-технологическое знание посредством робототехники следующим образом:

- Первый этап «Играю».** 1-4 классы в игровой форме изучают основы алгоритмики, а также учатся собирать и программировать роботов. Используются программы: Scratch, Lego WeDo, Paint, Paint3D. При этом дети исследуют мир, делают первые выводы, осознают связь реального и виртуального.

- Второй этап «Учусь».** 5-7 классы изучают программирование ROBOTC, Arduino, а также учатся работать в Unity. При этом используется интегрированное содержание предметов: математика, информатика, физика, химия, рисование. Содержание робототехники включает Unity, Scratch 3, ArduinoIDE, RobotC, Lego Mindstorms, схемотехника.

- Третий этап «Создаю».** 7-10 классы разрабатывают и создают школьные проекты, участвуют в WorldSkills и иных соревнованиях. При этом используется интегрированное содержание предметов: математика, информатика, физика, химия, биология, черчение. Содержание робототехники включает разработку схем, расширение платы (шилд), разработку и создание роботов: колесного, гусеничного, шагающего.

- Четвертый этап «Изобретаю».** 11-12 классы создают научные проекты, участвуют в республиканских и международных конкурсах. При этом реализуется проектная деятельность, преимущественно, в командной работе. Ученики знают, что делать; понимают, как делать; разрабатывают собственные проекты; участвуют в научно-технических конкурсах.

Соревнования как метод организации учебно-познавательной деятельности школьников по робототехнике способствует формированию качеств конкурентоспособной личности. Этот метод опирается на естественные склонности

учащегося к лидерству, к соперничеству. В процессе соревнования школьник достигает определенного успеха в отношениях с товарищами и учителем, приобретает новый социальный статус. Соревнование вызывает не только активность, но и формирует у него способность к самоактуализации, которую можно рассматривать как метод самовоспитания, самоопределения и саморазвития.

Межпредметные связи и использование робототехники на уроках других предметов

Разнообразие роботов дает учащимся потрясающую возможность для успешного изучения разнообразия окружающего мира, включая: науку, технологию, технику, инженерное искусство и математику (STEM), способствует командной работе, проявлению лидерства и коллективному решению задач. Кроме того, это позволяет преподавателям легче сопоставлять решаемые задачи и возможности учащихся.

Можно выделить *три вида интегративных связей образовательной робототехники* с названными учебными предметами: 1) элементы *предметных* знаний, необходимые для изучения робототехники; 2) элементы *межпредметных* знаний, необходимые для изучения робототехники; 3) использование робототехники в преподавании других предметов.

Для изучения робототехники используются следующие знания предметов естественно-математического цикла: создание и отладка алгоритмов для робота – задача из курса информатики; программирование устройств (моторов и датчиков), которыми оснащен робот, затрагивает информатику и область физики. При создании программ необходимо понимать суть работы датчика (физические закономерности, на которых основана его работа), учитывать погрешности измерения датчика и др. Физика всегда занимала ведущее место как научная основа техники, поскольку она лежит в основе всех наиболее значимых направлений технического прогресса. Для образовательной робототехники особо важными разделами физической науки являются механика и электроника.

Математика как инструмент научного познания позволяет в образовательной робототехнике решать задачи с углами, градусами, коэффициентами и пропорциями. В сумме физические и математические знания дают возможность рассчитывать траекторию движения робота, измерять и рассчитывать значения физических величин. В совокупности с информатикой математика позволяет создавать достаточно сложные алгоритмы для робота с использованием переменных величин и математических вычислений.

Нельзя не отметить и межпредметные связи образовательной робототехники с биологией. Биологические механизмы сенсорных и двигательных функций живых организмов являются прототипами сенсорных и двигательных систем робота.

В начальных классах робототехника может использоваться на уроках по окружающему миру. Работая с роботизированными моделями, младшие школьники

воссоздают жизненные ситуации и объекты окружающего мира наиболее приближенно к реальной действительности, и, следовательно, лучше осваивают результаты в данной предметной области

Образовательную *робототехнику можно также применять на уроках информатики, биологии, физики, технологии и других предметах как ограниченно (демонстрации, наблюдения), так и при изучении отдельных тем по предмету.*

Существует ряд методических пособий зарубежных авторов по использованию робототехники в проектной работе по физике, химии, биологии, которыми могут руководствоваться учителя-предметники в своей работе.

При разработке методики применения образовательной робототехники в преподавании учебных предметов, *в частности физики*, прежде всего, необходимо сформулировать цели ее использования [13]: 1) демонстрация возможностей робототехники как одного из ключевых направлений научно-технического прогресса; 2) демонстрация роли физики в проектировании и использовании современной техники; 3) повышение качества образовательной деятельности: углубление и расширение предметного знания, развитие экспериментальных умений и навыков, совершенствование знаний в области прикладной физики, формирование умений и навыков в сфере технического проектирования, моделирования и конструирования; 4) развитие у детей мотивации изучения предмета, в том числе познавательного интереса; 5) усиление предпрофильной и профильной подготовки учащихся, их ориентация на профессии инженерно-технического профиля.

Анализ и обобщение имеющегося опыта работы позволил выделить следующие направления использования роботов в преподавании физики:

1. Робот как объект изучения. Изучение физических принципов работы датчиков, двигателей и других систем конструктора.

2. Робот как средство измерения в традиционном эксперименте.

Датчики базового конструктора и дополнительные виды датчиков (Vernier, HiTechnic и др.) используются как измерительная система в физическом эксперименте с обработкой и фиксацией его результатов в различных видах.

3. Робот как средство постановки физического эксперимента (роботизированный эксперимент). Комплексное использование двигателей, систем оповещения, датчиков, робототехнического конструктора в демонстрационном и лабораторном эксперименте.

Принципиально важной является демонстрация на занятиях по физике *полноценного роботизированного эксперимента*. Должны быть обеспечены не только регистрация и обработка данных в автоматическом режиме, но и управление ходом эксперимента. Возможности для такой демонстрации достаточно широки.

4. Робот как средство учебного моделирования и конструирования.

Моделирование роботизированных систем. Моделирование - один из важнейших методов познания окружающего мира. С помощью моделей можно

вполне успешно изучать свойства и функциональные возможности реальных технических объектов.

Необходимо моделирование движений робота и таких его свойств, как «осязание», «обоняние», «зрение», «слух». Возможно моделирование «речи», «памяти», «нервной системы», элементов искусственного «интеллекта». Впоследствии учащимися производится сборка и тестирование созданных моделей в их различном сочетании в единой робототехнической конструкции, исследуются особенности взаимодействия этой конструкции с внешней средой.

5. Применение образовательной робототехники в проектно-исследовательской и конструкторской работе учащихся. При этом важно:

- 1) использование имеющихся роботов с другими системами;
- 2) создание нового робота;
- 3) модернизация робота (разработка и проектирование новых датчиков и других систем робота, расширяющих возможности его использования, в том числе в новых условиях).

Проектную деятельность учащихся по робототехнике следует связывать с содержанием учебного процесса по предмету. Целесообразной является ее поддержка системой школьных, районных, областных и республиканских робототехнических конкурсов и олимпиад по робототехнике, в которых заметная часть школьников участвует с большим энтузиазмом. Это позволяет обеспечить высокий уровень командной активности учащихся и качества решений творческих задач проекта.

Конструирование, моделирование, программирование роботов в комплексе с использованием ИКТ-технологий, как правило, отличается высокой степенью творчества, самостоятельности, соперничества, коммуникации в группе. У учащихся формируются компетенции, необходимые современному школьнику. Среди них предметные, метапредметные, ИКТ-компетенции, коммуникативные [24].

Кроме того, работа с компьютерами, сборка роботов, проведение экспериментов по исследованию окружающей среды способствуют достижению результатов освоения образовательной программы общего образования, указанных в государственных общеобязательных стандартах образования, как владение навыками познавательной, учебно-исследовательской и проектной деятельности, навыками разрешения проблем. Такая деятельность способствует *достижению значительных результатов по учебным предметам.*

Резюмирую вышеизложенное, можно сделать вывод о том, что образовательная робототехника, как интегративный курс, обладает значительным потенциалом в школьном обучении.

Образовательная робототехника позволяет:

- сформировать у обучающихся базовые представления в сфере инженерной культуры;

- развивать интерес обучающихся к естественным и точным областям науки;
- развивать нестандартное мышление, а также поисковые навыки в решении прикладных задач.

Следовательно, цель обучения робототехнике заключается не только в том, чтобы адаптировать обучающихся к современным производственным процессам, но и в гораздо более практическом развитии моторных, социальных и командных навыков, укрепляя знания в других науках.

При этом отвечает требованиям современного производства, способствуя углублению и систематизации знаний учащихся по основным школьным предметам, позволяя сориентироваться в выборе будущей профессии. С помощью многосторонних межпредметных связей образовательной робототехники с базовыми школьными предметами, задачи обучения, развития и воспитания учащихся решаются на качественно новом уровне, закладывается фундамент для комплексного подхода в решении сложных проблем реальной действительности.

Таким образом, возможности применения образовательной робототехники в учебном процессе достаточно широки, их реализация требует от учителя специализированной методической и технической подготовки. Соотнося задачи школьного образования с перспективами автоматизации и роботизации современного производства, необходимо координировать усилия образовательных учреждений, промышленных предприятий, вузов, органов управления образованием для эффективного развития технического мышления школьников, целенаправленного развития способностей инженерно-технического направления.

4 Сущность непрерывного содержания STEM-образования

В настоящее время в мире накоплен первоначальный опыт по определению непрерывного содержания STEM образования.

Программа «STEM-образование детей дошкольного возраста» включает в себя ряд модулей, содержание которых направлено на развитие интеллектуальных способностей детей: «Дидактическая система Ф. Фрёбеля», «Экспериментирование с живой и неживой природой», «LEGO-конструирование», «Математическое развитие», «Робототехника» и «Мультстудия “Я творю мир” [7,9].

Робототехника в детском саду – это развитие мелкой моторики, внимания, аккуратности, основ конструирования и моделирования. Развитие креативности через научно-техническое творчество, повышение мотивации и целеустремленности.

Трансформация системы среднего образования на основе STEM-подхода предполагает модернизации предметов ЕМЦ и информатики с точки зрения прикладной и практической значимости. Это, прежде всего, использование дидактической возможности ИКТ при определении содержания этих предметов, нацеленное на имитационное и математическое моделирование процессов (явлений) с целью исследования их протекания и управления ими. Необходимо увеличение количества изучаемых тем по физике, химии и биологии с использованием ИКТ и количества лабораторных работ. Также необходимо использование робототехники при проведении лабораторных и экспериментальных работ.

Необходимо конструирование интегрированного содержания предметов ЕМЦ в разрезе классов с целью определения системы прикладных задач, посредством решения которых ученики получают инженерно-технологические знания. Эта система прикладных задач составит значительную часть содержания предметов «Технология» и «Робототехника».

В условиях внедрения STEM-образования основной целью предмета «Информатика» является формирование у учащихся информационно-коммуникационных компетенций с учетом содержания предметов «Технология» и «Робототехника». В связи с этим, содержание «Информатики» должно включить с учетом содержания «Робототехники» изучение языков программирования конструкторов MindStormsNXT, EV3, Arduino, такие как: Scratch, Python, Java, C++.

С учетом требований предмета «Технология» содержание информатики должно включить основы алгоритмизации и программирования, 3D-моделирования, САПР и др.

Разрабатываются также специальные программы по информатике с включением модулей «Программирование и прототипирование», «3D-моделирование» и т.п.

Курс «Образовательная робототехника и 3D-моделирование» в школе предназначен для внеурочной деятельности и ориентирован на формирование начальных знаний учащихся среднего звена (5–7-е классы), целостного представления о мире техники, устройстве конструкций, механизмов и машин, их месте в окружающем мире. Реализация курса направлена на повышение интереса к технике, развитие способностей к решению проблемных ситуаций, анализ ресурсов, выдвижение идей и претворение их в жизнь [18].

В настоящее время вариативную часть учебного плана школы вводится **предмет «Робототехника»**, основные компоненты которого изучаются в рамках предмета «Технология».

Основу содержания STEM-образования в начальной школе составляет содержание предмета «Технология». В основной школе – содержание «Технологии», «Робототехники» и «Информатики», а также интегрированное содержание предметов ЕМЦ.

Предмет «Информатика» и «Робототехника», как и предмет «Технология», являются системообразующими и интегрирующими для всех предметов ЕМЦ и реализации целей STEM-образования. Создание робота позволяет слить в единое целое физические принципы конструкции, оценить ее реализацию, провести расчет ее действий, запрограммировать на получение определенного законченного результата.

Как было показано выше, формирование инженерно-технологических навыков и мышления начинается с начальной школы посредством обучения детей методом конструирования и моделирования, а также первоначальными навыками алгоритмизации и программирования. Конструирование начинается с процесса сборки различных простых конструкторов, далее системно с использованием наборов Лего. При этом формирование умения конструирования осуществляется по принципу перехода «от простого к сложному» посредством перехода от уровня **«работа по образцу»** к уровню **«работа по условиям»**, далее к уровню **«работа на заданную тему по замыслу»**. Таким образом, на игровой основе у детей формируется устойчивый мотив к творческой познавательной деятельности с ранних лет. Развивающие конструкторы также способствуют развитию у детей приемов мыслительной деятельности, которые являются главным инструментом самостоятельной продуктивной познавательной деятельности.

Моделирование, как и конструирование, способствует мотивации детей к техническому труду, формирует основу креативного мышления, навыков создания собственного продукта путем конструирования и моделирования процессов. Моделирование протекания процессов и явлений из окружающего мира на уроках технологии (используя знания, полученные из предметов ЕМЦ), способствуют на уроках робототехники эффективной сборке роботов и управления ими посредством программирования платформ конструкторов.

Освоение более современных микроконтроллеров роботов и их языки программирования постепенно приводит учеников старших классов к изучению и освоению методов создания и управления роботов-манипуляторов различного вида, а затем роботов, оснащенных искусственным интеллектом.

Этапы изучения образовательной робототехники, с целью формирования инженерно-технологических навыков у школьников, должны соответствовать этапам развития самих роботов, которые характеризуются их уровнями: функциональных возможностей, используемыми языками программирования, микроконтроллеров и интеллекта.

Содержание предметной области «Технология» (главная составная часть STEM-образования) в Российской Федерации осваивается через учебные предметы «Технология» и «Информатика и ИКТ», другие учебные предметы, а также через общественно полезный труд и творческую деятельность в пространстве образовательной организации и вне его, внеурочную и внешкольную деятельность, дополнительное образование, а также проект «Урок «Технологии» на базе высокотехнологичных организаций, в том числе на базе мобильных детских технопарков «Кванториум», проект ранней профессиональной ориентации обучающихся «Билет в будущее», систему открытых онлайн уроков «Проектория» [14].

Изучение технологии предполагает интегрированное содержание предметов ЕМЦ для решения прикладной задачи посредством конструирования, моделирования процессов и реализации задачи преимущественно методом проектной деятельности исследовательского характера.

В рамках освоения предметной области «Технология» предусматривается «приобретение базовых навыков работы с современным технологичным оборудованием, освоение современных технологий, знакомство с миром профессий, самоопределение и ориентация обучающихся на деятельность в различных социальных сферах, обеспечивается преемственность перехода обучающихся от общего образования к среднему профессиональному, высшему образованию и трудовой деятельности. Для инновационной экономики одинаково важны как высокий уровень владения современными технологиями, так и способность осваивать новые и разрабатывать не существующие еще сегодня технологии» [14].

По уровням среднего общего образования **содержание** предмета «Технология» в РФ представлено в следующем виде [14].

Начальное общее образование

Предметная область «Технология» и проектная деятельность на уровне начального общего образования обеспечивают развитие творческого потенциала детей и изобретательства, а также являются мотивирующим фактором для освоения других предметных областей. Наряду с этим при решении мотивирующих обучающегося задач формируется настойчивость и трудолюбие.

С целью формирования технологического мышления создается образовательная среда, позволяющая приобрести компетенции, необходимые для дальнейшего развития, проектной и исследовательской деятельности. Технологическое образование на уровне начального общего образования включает следующие направления:

- практическое знакомство с материальными технологиями прошлых эпох, с народными художественными промыслами, в том числе в интеграции с изобразительным искусством, технологиями быта;

- применение ИКТ при изучении всех учебных предметов, включая набор текста, поиск информации в сети Интернет, компьютерный дизайн, анимацию, видеосъемку, измерение и анализ массивов данных;

- освоение в рамках предметной области «Математика и информатика» основ программирования для виртуальных сред и моделей;

- проектирование и изготовление самодельных приборов и устройств для проведения учебных исследований, сбора и анализа данных, в том числе компьютерного, при изучении учебного предмета «Окружающий мир»;

- во внеурочной деятельности и дополнительном образовании организуются образовательные путешествия (экскурсии), где обучающиеся знакомятся с трудовыми процессами, технологической оснащенностью общества.

Основное общее образование

Важнейшими элементами образовательной деятельности в рамках предметной области «Технология» являются:

- освоение рукотворного мира в форме его воссоздания, понимания его функционирования и возникающих проблем, в первую очередь, через создание и использование учебных моделей (реальных и виртуальных), которое стимулирует интерес и облегчает освоение других предметов;

- изготовление объектов, знакомящее с профессиональными компетенциями и практиками; ежегодное практическое знакомство с 3-4 видами профессиональной деятельности из разных сфер (с использованием современных технологий) и более углубленно – с одним видом деятельности через интеграцию с практиками, реализованными в движении Ворлдскиллс;

- приобретение практических умений и опыта, необходимых для разумной организации собственной жизни;

- формирование универсальных учебных действий: освоение проектной деятельности как способа преобразования реальности в соответствии с поставленной целью по схеме цикла дизайн-процесса и жизненного цикла продукта; изобретение, поиск принципиально новых для обучающегося решений;

- формирование ключевых компетентностей: информационной, коммуникативной, навыков командной работы и сотрудничества; инициативности, гибкости мышления, предприимчивости, самоорганизации;

- знакомство с гуманитарными и материальными технологиями в реальной экономике территории проживания обучающихся, с миром профессий и организацией рынков труда.

Среднее общее образование

Обучающимся предоставляются возможности одновременно с получением среднего общего образования (возможно и раньше) пройти профессиональное обучение, освоить отдельные модули среднего профессионального образования и высшего образования в соответствии с профилем обучения по выбранным ими профессиям, основы предпринимательства, в том числе с использованием инфраструктуры образовательных организаций профессионального образования и высшего образования.

Одним из решений может стать разработка модулей на основе компетенций Ворлдскиллс с учетом специфики и потребностей региона. Из большого разнообразия модулей для рабочей программы учебного предмета «Технология» могут быть выбраны те, которые наиболее востребованы и значимы для региона.

В партнерстве с системой профессионального образования можно использовать практику демонстрационного экзамена, успешно применяемую в Ворлдскиллс.

Как было отмечено выше, предметная область «Технология» **интегрирует** знания из областей естественнонаучных дисциплин и должна отражать в своем содержании **общие принципы преобразующей деятельности человека и аспекты технологической культуры**. Она направлена на овладение обучающимися навыками конкретной предметно преобразующей деятельности, создание новых ценностей, соответствующих потребностям развития общества.

Учебный предмет «Технология» обеспечивает оперативное введение в образовательную деятельность содержания, адекватно отражающего смену жизненных реалий и формирование пространства профессиональной ориентации и самоопределения личности, в том числе: компьютерное черчение, промышленный дизайн; 3D-моделирование, прототипирование, технологии цифрового производства в области обработки материалов (ручной и станочной, в том числе станками с числовым программным управлением и лазерной обработкой), аддитивные технологии; нанотехнологии; робототехника и системы автоматического управления; технологии электротехники, электроники и электроэнергетики; строительство; транспорт; агро- и биотехнологии; обработка пищевых продуктов; технологии умного дома и интернета вещей, СМИ, реклама, маркетинг [13].

На уровне основного общего образования базовые элементы ИКТ и их применение во всех учебных предметах могут также, как и содержание модуля «Робототехника», осваиваться в предметной области «Технология».

По годам обучения технологические тематики изучения (модули, формирующие **сквозные** технологические компетенции) и содержание

технологической подготовки в примерной общеобразовательной программе структурированы с учетом возрастных особенностей обучающихся основной школы следующим образом [13]:

5 класс: 2D компьютерная графика и черчение, обработка конструкционных и иных материалов (древесина или текстиль) ручным инструментом, робототехника и механика. По завершению учебного года обучающийся:

- использует ручной и электрический бытовой инструмент.
- применяет безопасные приемы обработки конструкционных материалов (например, древесины и материалов на ее основе) с использованием ручного и электрического инструмента, имеет опыт отделки изделий из данного материала или иных материалов (например, текстиля);
- классифицирует роботов по конструкции, сфере применения, степени самостоятельности (автономности), способам управления.

6 класс: 3D моделирование (базовое), макетирование и формообразование (обработка

конструкционных материалов (металлы)), робототехника и автоматизация. По завершении учебного года обучающийся:

- читает элементарные чертежи;
- выполняет элементарные чертежи, векторные и растровые изображения, в том числе с использованием графических редакторов;
- выполняет базовые операции редактора компьютерного трехмерного проектирования (на выбор образовательной организации);
- получает и анализирует собственный опыт применения различных методов изготовления объемных деталей (гибка, формовка, формование, литье, послойный синтез);
- получает опыт соединения деталей методом пайки;
- проектирует и реализует упрощенные алгоритмы функционирования встраиваемого программного обеспечения для управления элементарными техническими системами;
- применяет безопасные приемы обработки конструкционных материалов (например, цветных и черных металлов) с использованием ручного и электрического инструмента.

7 класс: 3D-моделирование и прототипирование (углубленное), системы автоматизированного проектирования (автоматизированные системы), обработка конструкционных материалов искусственного происхождения. По завершении учебного года обучающийся:

- создает 3D-модели, применяя различные технологии, используя неавтоматизированные и/или автоматизированные инструменты (в том числе специализированное программное обеспечение, технологии фотограмметрии, ручное сканирование и др.);
- выполняет последовательность технологических операций по подготовке

цифровых данных для учебных станков;

- применяет безопасные приемы выполнения основных операций слесарно-сборочных работ;
- имеет опыт изготовления изделия средствами учебного станка, в том числе с симуляцией процесса изготовления в виртуальной среде;
- характеризует основные технологии производства продуктов питания;
- получает и анализирует опыт лабораторного исследования продуктов питания.

8 класс: робототехника и автоматизированные системы (электроника и электротехника) + автоматизированные системы (ИС+ устройства), технологии и производство, технологии обработки пищевых продуктов. По завершении учебного года обучающийся:

- получит и проанализирует опыт разработки (комбинирование, изменение параметров и требований к ресурсам и т.п.) технологии получения материального/информационного продукта с заданными свойствами;
- осуществляет конструирование и/или модификацию электрической цепи в соответствии с поставленной задачей;
- производит сборку электрической цепи посредством соединения и/или подключения электронных компонентов заданным способом (пайка, беспаячный монтаж, механическая сборка) согласно схеме;
- получит и проанализирует опыт проектирования и/или конструирования автоматизированной системы, в том числе с применением специализированных программных средств (в том числе средств автоматизированного проектирования и/или систем моделирования) и/или языков программирования, электронных компонентов датчиков, приводов, микроконтроллеров и/или микроконтроллерных платформ и т.п.;
- получит и проанализирует опыт моделирования и/или конструирования движущейся модели и/или робототехнической системы и/или беспилотного аппарата;
- характеризует наноматериалы, наноструктуры, нанокompозиты, многофункциональные материалы, возобновляемые материалы (биоматериалы), пластики, керамику и возможные технологические процессы с ними;
- называет и характеризует актуальные и перспективные технологии для прогрессивного развития общества (в том числе в следующих отраслях: робототехника, микроэлектроника, интернет вещей, беспилотные летательные аппараты, технологии геоинформатики, виртуальная и дополненная реальность и др.).

9 класс: проектное управление + командный проект. Реализация подобной программы возможна на площадках с высокооснащенной материально-технической и кадровой базой. Однако при составлении собственных рабочих программ образовательные организации должны делать акцент на те части

программы (модули), которые могут быть реализованы на высоком уровне самостоятельно (с привлечением сетевого взаимодействия), а затем поэтапно интегрировать в образовательную деятельность остальные части. По завершении учебного года обучающийся:

- оценивает условия использования технологии, в том числе с позиций экологической защищенности;

- получит и проанализирует опыт разработки и (или) реализации командного проекта;

- имеет опыт использования цифровых инструментов коммуникации и совместной работы (в том числе почтовых сервисов, электронных календарей, облачных сервисов, средств совместного редактирования файлов различных типов);

- планирует продвижение продукта.

Таким образом, в основной школе главными составляющими STEM-образования являются предметная область «Технология» и предмет «Робототехника», которые включены в учебный план школы с 1-9 класса по 2 часа в неделю [13,14].

Содержание «Технологии» включает: 1) освоение методов различных технологий: народного ремесла, обработка древесины и металла с использованием ИКТ, 3D-моделирования, САПР и т.п; 2) освоение методов конструирования, проектирования, моделирования, а также креативной технологии; 3) формирование навыков технического труда.

Содержание «Робототехники» включает: 1) освоение методов конструирования роботов с использованием ресурсного набора; 2) освоение методов управления роботами (от простого до автоматизированного) посредством изучения и использования языков программирования микроконтроллеров Scratch, Python, Java, C, C++ по мере усложнения программного обеспечения; 3) разработка собственной модели робота, участие на конкурсах с целью формирования инженерно-технологического мастерства.

Профильный уровень среднего образования должен включать кроме традиционных профилей, «технологический» профиль, где STEM обучение представляет собой интеграцию предметов естественно-математического цикла, технологии, инженерии и ИКТ в единую систему обучения для решения реальных прикладных задач.

5 Особенности предпрофильной подготовки и профильного обучения учащихся в условиях реализации STEM подхода в образовании

Как известно, интерес детей к тем или иным видам деятельности и их способности проявляются и формируются, начиная с дошкольного возраста, а в начальной школе – посредством освоения различных предметных областей данный процесс реализуется в системной форме. В результате этого выпускники начальной школы среди своих одноклассников могут уже увидеть будущего художника, математика, певца, спортсмена и т.п. В когнитивной области данный процесс обоснуется тремя периодами развития мышления Ж.Пиаже и тремя стадиями развития интеллекта, исходящими из его концептуальных идей. Основную часть трех стадий развития интеллекта, характеризующаяся тремя видами мышления: наглядно-действенное, наглядно-образное и словесно-логическое охватывает начальная школа, а с 12 лет ведущую роль в мыслительной деятельности приобретает словесно-логическое мышление [29]. С данного периода развития интеллекта дети осваивают кроме приемов мыслительной деятельности (анализ, синтез, сравнение, выделение главного и т.п.), способы мышления: суждение, рассуждение, воображение, умозаключение (индуктивное, дедуктивное), которые позволяют им осознанно решить жизненные задачи. Мировой опыт показывает, что в становлении личности важную роль играет профессиональное самоопределение, которое возникает в 12-13 лет, то есть когда ученик переступает порог третьего этапа развития интеллекта. Учебная деятельность в этом возрасте приобретает избирательный характер, ученик направляет свои усилия в основном на те виды деятельности, которые в дальнейшем будут связаны с его профессией [12,30,31]. Поэтому в развитых странах, начиная с 7 класса основной школы, вводится дифференцированное обучение с целью подготовки к профильному обучению в старшей школе. Профильное обучение в этих странах реализуется в старшем звене средней школы с продолжительностью 2-3 года. Старшая профильная школа выделяется как самостоятельный вид образовательной организации: лицей – во Франции, гимназия – в Германии, «Высшая школа» - в США. В ФРГ внутри класса возможно деление на три направления: естественно-научное и технико-математическое, производственно-экономическое, социально-экономическое. Во Франции в старшей школе существует четыре профиля: гуманитарное, технологическое, социально-экономическое, естественно-научное. В США учащиеся могут выбрать три варианта профиля: академический, общий и профессиональный. Внутри направлений организуется множество профилей практической направленности, то есть, внутрипрофильная специализация.

В государственных стандартах среднего образования РФ профильное обучение реализуется посредством четырех направлений: естественно-математическое, гуманитарное, социально-экономическое и технологическое. В старшем звене школы существует также, так называемое, универсальное

направление (непрофильные классы). «Концепция профильного обучения на старшей ступени общего образования» в РФ утверждена в 2001 г. [30]. В 2013 году принят нормативный документ «Психолого-педагогическое сопровождение предпрофильной подготовки учащихся», направленный на эффективное внедрение профильного обучения посредством организации предпрофильной подготовки детей в основной школе [31].

В Казахстане идея внедрения профильного обучения в старшем звене школы была обозначена в Концепции развития общеобразовательной школы РК (1996г.) и реализация этих идей были заложены в первой официально принятой ГОСО РК в 1998 году. Здесь была предусмотрена организация профильного обучения по двум направлениям: естественно-математического и общественно-гуманитарного. Однако, анализ показывает, что данная попытка внедрения профильного обучения в школы не смогла полностью решить поставленные задачи. Профилизация обучения в основном сводилось к углубленному знанию освоению профильных предметов. Предпрофильная подготовка учеников в основной школе не осуществлялась. Ради справедливости можно отметить, что недостатки процесса реализации идей профильного обучения в Казахстане и России компенсировались в какой-то мере развитием различных моделей школ (школы с углубленным изучением определенного предмета, школы для одаренных детей, лицеи, гимназии, специализированные школы, международные школы), направленных на реализацию концепции «внешней дифференциации обучения». Данный подход позволил в определенной мере решить задачу предпрофильной подготовки и профильного обучения. Однако, такая внешняя дифференциация не интегрировалась с внутренней дифференциацией, то есть обучение не обеспечивалось уровневым развивающим содержанием, охватывающим весь диапазон иерархии целей Б.Блума, зону ближайшего развития Л.Выготского.

В ныне существующем государственном стандарте образования РК профильное обучение проводится по вышеуказанным двум направлениям. Так как предпрофильная подготовка в основной школе не осуществляется, выбор профилей реализуется, главным образом, по результатам итоговой аттестации, с учетом мнений классного руководителя, учителей-предметников, родителей и самого ученика. Выпускники основной школы, кроме тех, кто выбрал обучения в организациях ТиПО, делятся на профильные классы по двум направлениям и продолжают обучение в своей же школе.

Структура типового учебного плана состоит из трех компонентов.

1. Инвариантный компонент, который определяет перечень обязательных предметов. Инвариантные предметы для всех профилей обучения: математика, информатика, казахский язык и литература (русский язык и литература), иностранный язык, история Казахстана, физическая культура и НВТП, а также интегрированные курсы Обществознания (для естественно-математического профиля) или Естествознания (для общественно-гуманитарного профиля).

2. Предметы по выбору состоят из двух уровней: углубленного и стандартного.

Углубленный уровень состоит из четырех предметов, двух из которых должен выбрать ученик, определяя тем самым, внутрiproфильную специализацию (например, физико-математическую или химико-биологическую в естественно-математическом направлении).

Стандартный уровень состоит из четырех предметов, двух из которых должен выбрать ученик. Для естественно-математического направления выбирается два предмета из предметной области Обществознания, а для общественно-гуманитарного направления выбирается два предмета из предметной области Естественновзнания.

3. Индивидуальные и групповые занятия рассчитаны на 6 часов в неделю.

На наш взгляд, такая структура ТУП-а не соответствует главному принципу современного профильного обучения – переход от предметного обучения к проектному, учебно-исследовательскому обучению, которые требуют **интеграции содержания** предметов. Опыт показывает, что проектный подход обучения предполагает интеграции содержания всех предметов предметной области Естественновзнания для естественно-математического направления, интеграции содержания предметной области Обществознания для общественно-гуманитарного направления с учетом внутрiproфильной специализации. Такая интеграция содержания способствует формированию целостной картины мира и метапредметных навыков, необходимых для решения практических и прикладных задач. Заметим, что в существующем ТУП-е углубленное изучение осуществляется преимущественно на знаниевом формате. Предметное изучение препятствует конструированию междисциплинарного (интегративного) содержания, направленного на решение конкретных прикладных задач из реальной жизни. **Анализ опыта зарубежных стран** показывает что в структуре ТУП-а профильного обучения необходимо выделение базовых общеобразовательных и профильных общеобразовательных предметов, а также элективных курсов [30-41]. Актуальность данной формы учебного плана обосновано тем, что во-первых, профильное обучение предназначено не только для формирования образовательных компетенций учащихся в соответствии с их способностями и склонностями путем дифференциации обучения, но и их подготовки в школе с учетом спроса рынка труда; во-вторых, элективные курсы позволяют быть мобильным содержания профильных предметов по раскрытию их прикладных значений, гибким к инновациям научно-технического прогресса. Данное положение и отсутствие в профильном обучении инженерно-технологического направления снижает инновационный потенциал нынешней системы профильного обучения РК и **актуализирует** ее модернизации в соответствии с требованиями быстроменяющегося реалия жизни Общества 4.0 с Индустрией 4.0.

Считаем необходимым внести в ТУП профильного обучения **«технологический» профиль** как в развитых странах мира, так как этого требует трансформация системы среднего образования на основе STEM подхода и принцип соответствия образовательной парадигмы к современной промышленной парадигме [5,42].

Актуальным является также структурно-содержательная модернизация Концепта профильного обучения средней школы РК и системная организация предпрофильной подготовки учащихся в основной школе. При конструировании модели профильного обучения важно учесть наличие социально-экономических трудностей, обуславливающих недостаточную полноту выполнения всех условий организаций профильного обучения, в том числе в сельских малокомплектных школах.

Правильно организованное профильное обучение должно повысить качество образования, так как главными индикаторами данного процесса являются максимальный внутренний мотив, учет способностей и потребностей учеников. Оно заложит крепкую основу не только профессионального самоопределения учеников и оптимального выбора ими будущей профессиональной деятельности, но и содержания модели будущего специалиста. Этим, и качественным образованием характеризуется в мировом опыте **эффективность среднего образования**.

В настоящее время в высшей школе сформировалось устойчивое мнение о необходимости дополнительной специализированной подготовки старшеклассников для прохождения вступительных испытаний и дальнейшего образования в вузах. Традиционная непрофильная подготовка старшеклассников в школах привела к нарушению преемственности между школой и вузом, породила многочисленные подготовительные отделения вузов, репетиторство, платные курсы и др.

Основная идея обновления старшей ступени общего образования состоит в том, что образование здесь должно стать более индивидуализированным, функциональным и эффективным.

Современное профильное обучение требует также подготовки учителей нового формата, особенно в условиях реализации STEM образования [42].

Предпрофильная подготовка учащихся основной школы

Анализ передового зарубежного опыта показывает, что для рациональной и успешной организации профильного обучения в старшей школе необходима предпрофильная подготовка детей в основной школе, так как во многом от правильного выбора профиля зависит дальнейшая судьба старшеклассников[31]. Уже в основной школе ученик должен иметь возможность получить информацию о возможных путях продолжения образования, оценить свои силы и принять ответственное решение. Предпрофильная ориентация – это деятельность,

направленная на оказание учащимся психолого-педагогической помощи и поддержки в проектировании профиля. Уже в 9 классе основной школы возникает необходимость для самоопределения учащихся и выбора ими профиля. Поэтому учащиеся должны уметь объективно оценивать свои способности, осуществлять выбор профиля, соответствующего способностям и интересам.

Таким образом, предпрофильная подготовка — это система педагогической, психолого-педагогической, информационной и организационной деятельности, содействующая самоопределению учащихся старших классов основной школы относительно избираемых ими профилирующих направлений будущего обучения. Передовой опыт показывает, что предпрофильная подготовка необходима для рациональной и успешной реализации системы профильного обучения в старшей школе [31,35,40].

Предпрофильное обучение – это не самостоятельная система, оно является подсистемой профильного образования старшей школы и выполняет подготовительную функцию.

Целью предпрофильной подготовки учащихся является их самоопределение в отношении выбора профиля будущего обучения в 10 -11 классах.

Задачами предпрофильного обучения являются:

- выявление интересов, склонностей, способностей школьников и формирование практического опыта в различных сферах познавательной и профессиональной деятельности, ориентированного на выбор профиля обучения в старшей школе;
- оказание психолого-педагогической помощи в приобретении школьниками представлений о жизненных, социальных ценностях, в том числе связанных с профессиональным становлением;
- развитие широкого спектра познавательных и профессиональных интересов, ключевых компетенций, обеспечивающих успешность в будущей профессиональной деятельности;
- формирование способности принимать осознанное решение о выборе дальнейшего направления образования, пути получения профессии [31].

Предпрофильная подготовка должна сформировать у школьников такие качества как:

- умение объективно оценивать свои резервы и способности к продолжению образования по различным профилям;
- умение осознанно осуществлять выбор профиля, соответствующего своим склонностям, индивидуальным особенностям и интересам, готовность нести ответственность за сделанный выбор;
- высокий уровень учебной мотивации и готовность к получению качественного образования по избранному профилю [30,31].

Для реализации предпрофильной подготовки наиболее актуальными являются следующие направления психолого-педагогической работы [31]:

- предоставление информации об особенностях выбора профиля обучения в старшей школе, а также обо всех возможных путях продолжения своего образования и обучения выбранной профессии после окончания основной школы;

- формирование оптимистического отношения к своему профессиональному будущему;

- позитивное влияние на целостное становление личности учащихся, а именно на формирование таких качеств и умений, как способность к самоопределению и самоизменению, независимость, доверие к себе, умение делать выбор и нести за него ответственность, целенаправленность, самокритичность, компетентность, коммуникабельность, самостоятельность, эмоциональная (поведенческая) гибкость, мобильность, сила воли;

- превращение учащихся в субъектов, заинтересованных в саморазвитии и способных к нему, активизация поисков собственного пути к освоению профессии;

- усвоение старшими подростками важнейших социальных ценностей (гражданских и нравственных);

- формирование комплекса мотивов выбора профессии, где оптимально сочетались бы: самореализация и самоутверждение, желание принести пользу семье и близким людям (обществу), заработать на жизнь (удовлетворение материальных потребностей) и др.;

- усвоение учащимися глубоких и всесторонних знаний по проблеме выбора профессии: о мире профессий, о самом себе и о потребностях в кадрах в своем регионе, основных перспективах его развития.

Необходимым условием создания образовательного пространства, способствующего самоопределению учащегося основной школы, является введение предпрофильной подготовки через организацию *курсов по выбору*. В этих целях используются часы вариативного (школьного) компонента Базисного учебного плана в выпускном классе основной школы

Основная функция курсов по выбору – профориентационная. В этой связи число таких курсов должно быть по возможности значительным. Они должны носить краткосрочный и чередующийся характер, являться своего рода учебными модулями. Курсы по выбору необходимо вводить постепенно. Необходима целенаправленная, опережающая работа по освоению учеником самого механизма принятия решения, освоения “поля возможностей и ответственности”.

Курсы по выбору в рамках предпрофильной подготовки подразделяются на два основных вида: предметно-ориентированные (пробные) и межпредметные (ориентационные) курсы. Исходя из основных задач, которые решаются в рамках реализации вышеуказанных курсов, школа определяет необходимую направленность и перечень курсов [31].

На основе вышесказанного можно выделить следующие основные характеристики любого элективного курса: избыточность, вариативность,

краткосрочность, оригинальность и прикладная направленность содержания, нестандартный характер, активное внедрение инновационных технологий.

Предметно-ориентированные (пробные) курсы по выбору являются пропедевтическими по отношению к профильным курсам повышенного уровня, они помогают выпускнику основной школы сделать осознанный и успешный выбор профиля. *Программа предметно-ориентированных курсов* включает углубление отдельных тем базовых общеобразовательных программ, а также их расширение (изучение некоторых тем, выходящих за рамки программы). Аналогом таких курсов могут быть традиционные факультативы, которые дополняют базовую программу, не нарушая ее целостности.

В процессе реализации предметно-ориентированных курсов решаются задачи по реализации учеником интереса к выбранному предмету, уточнению готовности и способности осваивать предмет на повышенном уровне и созданию условий для подготовки к экзаменам по выбору.

Межпредметные (*ориентационные*) курсы предполагают выход за рамки традиционных учебных предметов. Они знакомят школьников с комплексными проблемами и задачами, требующими синтеза знаний по ряду предметов, и способами их разработки в различных профессиональных сферах.

Задачами данных курсов являются создание базы для ориентации ученика в мире современных профессий и ознакомление на практике со специфическими видами деятельности, которые соответствуют определенным профессиям, а также поддержание мотивации ученика к тому или иному профилю.

Предпрофильная подготовка может осуществляться в виде комбинаций курсов предложенных типов.

В процессе реализации курсов используются различные подходы к организации занятий: академические лекции, семинары, уроки, а также *проектная и исследовательская деятельность*, практикумы, игровые технологии. Наибольшее предпочтение рекомендуется отдавать современным интерактивным технологиям.

Элективный курс *не должен предусматривать отметки за работу учащихся*, необходимо ввести гибкую зачетную систему.

Курсы по выбору на предпрофильной ступени позволяют учащимся, не только освоить саму технологию выбора курсов обучения, но и *апробировать различное содержание с целью самоопределения*. Однако для обеспечения успешного самоопределения подростков необходимо осуществлять предпрофильную подготовку комплексно: дополнить курсы по выбору системой мероприятий, направленных на самопознание (в частности, педагогическая и психологическая диагностика), развитие умений вырабатывать и аргументировать собственное мнение, принимать решения, планировать деятельность (тренинги, проектная деятельность), ориентироваться в окружающей образовательной и трудовой инфраструктуре (информирование, взаимодействие учреждений при организации учебного процесса) [31]. Таким образом, для успешного решения

стоящей перед основной школой задачи развития способности к социальному самоопределению учащихся, в 7-9 классах необходимо организовать систему *профориентационной работы*, включающую педагогическую диагностику, вовлечение родителей в процесс самоопределения учащихся, знакомство с образовательными услугами и возможностями, предлагаемыми будущим выпускникам основной школы, тренинги самопознания и самоопределения. Основная нагрузка при этом ложится на классных руководителей, однако для координации такой работы необходимы педагоги-психологи.

В обязанности педагога-психолога входят [31]:

- проведение тестирования учащихся на входе и выходе процесса предпрофильной подготовки, обработка результатов диагностики;
- интерпретация результатов диагностики в формате индивидуальных карт учащихся;
- определение групп учащихся, которым требуется особое внимание консультанта.

Анализ опыта РФ показывает, что в 8-классах психолог проводит месячник по профориентации (3 четверть),

а в 9-классах – проводит курс по профориентации, просвещение (педагогов, учащихся, родителей) и консультирование (педагогов, учащихся, родителей).

Работа по предпрофильной подготовке осуществляется со всеми субъектами образовательного процесса – учащимися, педагогами и родителями по 3-м основным формам: *Просвещение, Диагностика, Консультирование [31]*.

Проблема выбора профессии в быстроменяющихся условиях жизни и внедрении STEM подхода в обучении, требует прежде всего профессионального просвещения, как учащихся, педагогов, так и родителей.

Для этого необходимо в конце 8 класса педагогу - психологу совместно с классным руководителем провести месячник по профориентационной работе (классные часы, игры, тренинги, информационные стенды).

В 9-х классах психолого-педагогическое сопровождение должно осуществляться с ведения элективного курса по личностному и профессиональному самоопределению [31].

Наиболее используемыми курсами просветительского характера профориентации в предпрофильной подготовке являются: «Основы выбора профессии», «Я и моя профессия», «Мои профессиональные намерения», «Твоя профессиональная карьера» и др. Считаем также необходимым при просветительской работе использовать «Атласа новых профессий», которого особенно требует технологический профиль.

Кроме просвещения учащихся осуществляется также просвещение педагогов и родителей через: лекции, семинары-практикумы, классные часы, тренинги, родительские собрания, психологические тренинги [31].

Важнейшим ресурсом для реализации обязательного и дополнительного содержания психологического сопровождения предпрофильной подготовки является информация об ученике, его мотивах, намерениях, предпочтениях, а также о некоторых психологических свойствах его личности (направленности, способностях и т.п.), которая определяется путем проведения *диагностики*.

Сбор и обработка такого рода информации составляет дополнительное содержание работ по психолого-педагогическому сопровождению предпрофильной подготовки, куда входит: психологическое тестирование и анкетирование учащихся [31].

Для получения объективной информации, касающейся самоопределения учащихся, в рамках психолого-педагогического сопровождения проводится тестирование. Оно осуществляется дважды: на входе в процесс предпрофильной подготовки и на выходе из него.

Для проведения тестирования часто используются следующие методики:

- Школьный Тест Умственного Развития (ШТУР-2, ТУР, АСТУР), прогрессивные матрицы Дж. Равенна;
 - Методика изучения уровня притязаний и самооценки школьника Т. Дембо и С.Я.Рубинштейна;
 - Методика диагностики эмоционального отношения к учению в средних и старших классах (опросник Ч.Д. Спилбергера);
 - Опросник профессиональных предпочтений Дж. Голланда;
 - Методика «Профиль» (модификация «Карты интересов» А.Е Голомштока)
- [31].

Ведущей формой работы по психолого-педагогическому сопровождению являются консультации.

Консультирование учащихся включает в себя любые адекватные вопросы ученика в конкретной ситуации. Также оно предполагает информирование по прямому или косвенному запросу учащегося, подразумевающее снабжение его информацией, необходимой для деятельности по анализу.

Для определения рейтинга выпускника девятого класса при выборе профиля обучения используется метод *Портфолио*. Как известно, портфолио – это способ фиксирования, накопления и оценки индивидуальных достижений школьника в определенный период его обучения.

Портфолио позволяет учитывать результаты, достигнутые учеником в разнообразных видах деятельности (учебной, творческой, социальной, коммуникативной) и является важным элементом практико-ориентированного, деятельностного подхода в образовании.

Портфолио не только является современной эффективной формой оценивания, но и помогает решать важные педагогические задачи:

- поддерживать высокую учебную мотивацию школьников;

- поощрять их активность и самостоятельность, расширять возможности обучения и самообучения;
- развивать навыки рефлексивной и оценочной (самооценочной) деятельности учащихся;
- формировать умение учиться - ставить цели, планировать и организовывать собственную учебную деятельность;
- содействовать индивидуализации (персонализации) образования школьников;
- закладывать дополнительные предпосылки и возможности для успешной социализации [31].

Существует три типа портфолио. «Портфолио документов» - портфель сертифицированных (документированных) индивидуальных образовательных достижений.

«Портфолио работ» - представляет собой собрание различных творческих, проектных, исследовательских работ ученика, а также описание основных форм и направлений его учебной и творческой активности: участие в научных конференциях, конкурсах, учебных лагерях, прохождение элективных курсов, различного рода практик, спортивных и художественных достижений и др.

«Портфолио отзывов» - включает в себя характеристики отношения школьника к различным видам деятельности, представленные учителями, родителями, возможно одноклассниками, работниками системы дополнительного образования и др., а также письменный анализ самого школьника своей конкретной деятельности и ее результатов. Портфолио может быть представлен в виде текстов заключений, рецензий, отзывов, резюме, эссе, рекомендательных писем и прочее.

Таким образом, благодаря «портфолио» можно построить *образовательный рейтинг* выпускника основной школы. Данная система построения рейтинга выпускника основной школы является открытой, прозрачной, простой, доступной и дает полное представление о выпускнике.

На основании образовательного рейтинга выпускника и его аттестации за курс основной школы происходит зачисление в профильные классы.

Атлас новых профессий – главный навигатор профориентационной работы в школе

Для эффективной организации предпрофильной подготовки учащихся в основной школе и профильного обучения в старшем звене школы (особенно для технологического направления) особо актуально использование Атласа новых профессий.

Жесткая конкуренция, тотальная цифровизация и глобализация, основными катализаторами которых являются научно-технический прогресс и инженерно-технологические инновации привели к исчезновению одних и динамичному появлению новых профессий в соответствии с запросами Индустрии 4.0 и Общества

4.0. Всесторонний анализ опыта зарубежных стран, касающийся данного феномена XXI века, показывает, что востребованные сейчас профессии через 5-10 лет кардинально поменяют свою сущность, трансформируются основательно или исчезнут, вместе с тем, параллельно с этим появятся десятки новых профессий. Поэтому ученикам старших классов при выборе будущих профессий – рискованно ориентироваться на то, что востребовано сейчас. Особенно остро стоит данный вопрос перед теми, кто выбирает профессию из отрасли инженерно-технологического направления и IT-технологий. Поскольку IT-технологии динамично проникают во все сферы жизни человечества, специалист любой профессии должен в определенной мере освоить данную технологию [42].

Следовательно, специалисты будущего должны трудиться и самосовершенствоваться по концепции **LLL** (обучение на протяжении всей жизни). Выпускники школ должны освоить ключевые образовательные компетенции, гибкие навыки XXI века и пройти профориентацию в школе, опираясь на Атлас новых профессий, где достаточно обоснованно приводится перечень актуальных профессий будущего по основным отраслям экономики. С помощью Атласа учителя должны проводить предпрофильную подготовку и далее – профильное обучение в старшей звене школы.

В настоящее время в РФ разработан Атлас новых профессий 3.0, который охватывает 27 отраслей экономики и содержит перечень 350 новых профессий, а также перечень метапрофессиональных гибких навыков, которые необходимы для успешной работы по ним [43].

Заметим, что новые профессии появляются, преимущественно, в соответствии с требованиями высокотехнологичного производства и цифровой экономики FutureSkills, которые ориентированы на использование современных инновационных технологий. К этим технологиям относятся: системы данных; развитие искусственного интеллекта; системы распределенного реестра; квантовые технологии; энергетика; новые производственные технологии; сенсорика и компоненты робототехники; технологии беспроводной связи; технологии управления свойствами биологических объектов, нейротехнологии, технологии виртуальной и дополненной реальностей. Соответственно, подготовка будущих инженерных кадров, которые будут работать на рынке труда в ближайшие 15–20 лет, должна включать обучение по данным технологиям. Благодаря формированию задела по данным технологиям, возможно создать глобально высокотехнологичные конкурентоспособные сервисы и продукты.

Следовательно, предпрофильная подготовка и организация профильного обучения в условиях внедрения STEM образования в школу должны проводиться на основе анализа содержания Атласа новых профессий, который также будет перманентно дополнен и переработан в связи с новыми прогнозами появления профессий будущего. Как было отмечено выше, спектр профессий будущего будет определять цифровизация и роботизация, которые стремительно врываются во все

сферы деятельности человека. Таким образом, трансформация образования на основе STEM подхода, кардинально модернизирует профориентационную работу в школе, максимально приближая ее к требованиям быстроменяющегося запроса рынка труда. Более того, STEM образование обеспечивает выпускников школ новыми компетенциями, необходимыми для эффективного освоения выбранной профессии будущего. Данное положение предполагает, что Вузы РК должны коренным образом перестроить свою деятельность по определению наиболее перспективных специальностей на основе Атласа новых профессий.

Следовательно, STEM образование с опорой на Атлас новых профессий позволяет реализовать концепцию Skills Technology Foresight (форсайт от англ. Foresight – взгляд в будущее, предвидение), которые отвечают требованиям сферы бизнеса, развития промышленности и госуправления в XXI веке, то есть подготовку конкурентоспособного человеческого капитала.

Организации профильного обучения в условиях STEM образования

Профильное обучение – система организации учебного процесса, направленного на дифференциацию и индивидуализацию обучения, позволяющее за счет изменений в структуре, содержании и организации образовательного процесса более полно учитывать интересы, склонности и способности учащихся, создавать условия для обучения старшеклассников в соответствии с их профессиональными интересами и намерениями в отношении продолжения образования. **Профильная школа** есть институциональная форма реализации этой цели [30].

Как было показано выше, переход на массовое профильное обучение в настоящее время обусловлен рядом причин:

- отчетливая дифференциация интересов и жизненных планов учащихся старшей школы;
- недостаточные, по мнению учащихся, условия школы для построения успешной профессиональной карьеры и подготовки к будущей профессиональной деятельности;
- необходимость осознанного выбора будущей профессии большинством выпускников общеобразовательной школы, что должно повысить **экономическую эффективность затрат** на образование, а также способствовать успешной социализации выпускников общеобразовательных школ;
- специфические требования, предъявляемые к выпускникам школ организациями профессионального образования, необходимость преемственности между школой и вузом, устранение недостатков довузовской подготовки [30].

Основная идея обновления старшей ступени общего образования в том, что образование здесь должно стать более индивидуализированным, функциональным и эффективным.

Учебный план профильного обучения РФ включает четыре предметных блока [30].

Блок 1-й - базовые общеобразовательные предметы, обязательные для всех учащихся и инвариантные практически для всех профилей обучения: математика, история, родной и иностранные языки, физическая культура, а также интегрированные курсы обществознания (для естественнонаучного профиля) или естествознания (для гуманитарных профилей).

Блок 2-й - профильные общеобразовательные предметы, определяющие общую направленность соответствующего профиля и обязательные для учащихся, выбравших данный профиль.

Содержание учебных предметов первых двух блоков определяется Государственным общеобязательным стандартом общего образования. Соответствие подготовки выпускников требованиям ГОСО определяется по результатам государственных итоговых аттестации.

Блок 3-й - элективные курсы, обязательные для изучения учебные предметы по выбору учащихся, которые реализуются за счет школьного компонента учебного плана. Каждый учащийся в течение двух лет обучения должен выбрать и изучить 5-6 элективных курсов.

Блок 4-й - учебные практики, проекты, исследовательская деятельность.

Соотношение объема учебного времени по первому, второму и третьему блокам в школах РФ составляет примерно 50%: 30%: 20%. На наш взгляд, такая структурно-содержательная сущность профильного обучения делает его более эффективным в решении основных задач профильного образования.

Разнообразие профилей, множество комбинации элективных курсов требуют соответствующего материально-технического оснащения и кадрового обеспечения школ. Отметим, что данное требование не только многим сельским школам, но и некоторым городским школам, особенно для реализации технологического профиля. Поэтому, для реализации содержания профильного обучения в передовых странах используют следующие формы организации профильного обучения.

При **модели внутришкольной** профилизации школа может быть однопрофильной (реализовывать только один избранный профиль) и многопрофильной (организовать несколько профилей обучения).

Школа может быть в целом не ориентировано на конкретные профили, но за счет значительного увеличения числа элективных курсов предоставлять школьникам (в том числе, в форме многообразных учебных межклассных групп) в полной мере осуществлять свои индивидуальные профильные образовательные программы, включая в них те или иные профильные и элективные курсы.

При **модели сетевой организации** профильное обучение учащихся конкретной школы осуществляется за счет целенаправленного и организованного

привлечения образовательных ресурсов иных организациях образования. Оно может строиться в *двух основных вариантах* [30,32,33,34].

Первый вариант связан с объединением нескольких школ вокруг наиболее сильной школы, обладающей достаточным материальным и кадровым потенциалом, которое выполняет роль «ресурсного центра». В этом случае каждая школа данной группы обеспечивает преподавание в полном объеме базовых общеобразовательных предметов и ту часть профильного обучения (профильные предметы и элективные курсы), которую оно способно реализовать в рамках своих возможностей. Остальную профильную подготовку берет на себя «ресурсный центр».

Второй вариант основан на кооперации школы с учреждениями дополнительного, высшего, технического профессионального образования и привлечении дополнительных образовательных ресурсов. Заметим, что такое сетевое взаимодействие необходимо особенно в реализации технологического профиля.

Роль элективных курсов в профильном обучении

Элективные курсы - обязательные курсы по выбору учащихся, входящие в состав профиля обучения на старшей ступени школы.

Цель изучения элективных курсов - ориентация на индивидуализацию обучения и социализацию учащихся, на подготовку к осознанному и ответственному выбору сферы будущей профессиональной деятельности и практико-ориентированное углубленное изучение предметов, составляющих содержательную основу будущей профессии.

Содержание элективных курсов должно обеспечивать условия для внутрипрофильной специализации обучения, обладать значительным развивающим потенциалом, способствовать формированию целостной картины мира, развитию практических, интеллектуальных и прикладно-исследовательских навыков, а также ключевых компетенций учащихся. Это позволяет интересующимся школьникам удовлетворить свои познавательные потребности и получить дополнительную подготовку, например, для сдачи государственного экзамена по этому предмету на профильном уровне без услуги репетиторов.

Курсы профильного обучения, как и предпрофильной подготовки, делятся на предметно-ориентировочные (аналог факультативов) и метапредметные (аналог кружков, студий).

Задачами предметных курсов являются реализация учениками интереса к профильным предметам, необходимым для поступления в вузы по выбранной профессии, оценка готовности и способности осваивать предмет на повышенном уровне и создание условий для подготовки к экзаменам по выбору.

На наш взгляд, важным является следующая классификация предметно-ориентированных курсов [30].

1. **Элективные курсы повышенного уровня, направленные на углубление того или иного учебного предмета**, имеющие как тематическое, так и временное согласование с этим учебным предметом.

2. **Элективные спецкурсы, в которых углубленно изучаются отдельные разделы основного курса, входящие в обязательную программу данного предмета.**

3. **Прикладные элективные курсы, цель которых** - знакомство учащихся с важнейшими путями и методами применения знаний на практике, развитие интереса учащихся к современной технике и производству.

4. **Элективные курсы, посвященные изучению методов познания природы.** Примерами таких курсов могут быть: «Измерения физических величин», «Школьный физический практикум: наблюдение, эксперимент, моделирование», «Компьютерное моделирование», «Компьютерная графика» и др.

5. **Элективные курсы, посвященные истории предмета** как входящего в учебный план школы (история физики, биологии, химии, географических открытий), так и не входящего в него (история астрономии, техники, религии).

6. **Элективные курсы, посвященные изучению методов решения задач** (математических, физических, химических, биологических и т.д.), составлению и решению задач на основе физического, химического, биологического эксперимента.

Межпредметные (ориентационные) курсы способствуют создать базу для ориентации учеников в мире современных профессий. Познакомить учеников на практике со спецификой типичных видов деятельности, соответствующих наиболее распространенным профессиям. Они также поддерживают мотивацию ученика, способствуя тем самым, внутривидовой специализации.

Программы межпредметных курсов предполагают выход за рамки традиционных учебных предметов. Они знакомят школьников с комплексными проблемами и задачами, требующими синтеза знаний по ряду предметов, и способами их разработки в различных профессиональных сферах.

Метапредметные (межпредметные) курсы особую роль играют в реализации технологического модуля STEM образования.

Основными требованиями к организации курсов по выбору, как было отмечено выше, являются вариативность, краткосрочность, оригинальность, прикладная и практическая направленность содержания.

Структуры программ элективных курсов идентичны с учебными программами традиционных предметов.

При разработке содержания и методической системы элективного курса важно показать, каково место курса в соотношении как с общеобразовательными, так и с базовыми профильными предметами [30]:

✓ какие межпредметные связи реализуются при изучении элективного курса;

- ✓ какие общеучебные и профильные умения и навыки при этом развиваются;
- ✓ каким образом создаются условия для активизации познавательного интереса учащихся, профессионального самоопределения;
- ✓ как введение курса в учебный план конкретной школы поможет в выявлении и решении проблем школьного сообщества.

При отборе содержания курса необходимо учитывать следующие вопросы: [30].

- ✓ в чем основная суть теоретических и практических занятий, а также самостоятельной работы учащихся: основные знания (факты, понятия, представления, идеи, принципы), умения и навыки, методы и виды деятельности, опыт их освоения;
- ✓ каким образом данное содержание будет способствовать внутрипрофильной специализации обучения и формированию профильных умений и навыков;
- ✓ для каких профессий (областей деятельности) полезны формируемые умения и навыки;
- ✓ какие разделы и из каких школьных курсов должны быть освоены (как учащимися, так и учителем) предварительно, перед началом изучения элективного курса;
- ✓ в каких материалах реализуется содержание курса (учебное пособие, рабочая тетрадь для учащихся, методическое пособие для учителя, хрестоматия, электронные/мультимедийные пособия, Интернет-ресурсы и т.п.).

Методы и формы обучения должны определяться требованиями профилизации обучения, учета индивидуальных и возрастных особенностей учащихся, развития и саморазвития личности. В связи с этим основные приоритеты методики изучения элективных курсов:

- ✓ междисциплинарная интеграция, содействующая становлению целостного мировоззрения и проведению учебно-исследовательской деятельности;
- ✓ учет индивидуальных особенностей и потребностей учащихся;
- ✓ интерактивность (работа в малых группах, ролевые игры, имитационное моделирование, тренинги, метод проектов);
- ✓ личностно-деятельностный и субъект-субъектный подход (больше внимание к личности учащегося, а не к целям учителя, равноправное их взаимодействие) [30,31,36,40,41].

Ведущее место в обучении следует отвести методам поискового и исследовательского характера, стимулирующим познавательную активность учащихся. Значительной должна быть доля самостоятельной работы с различными источниками учебной информации.

Таким образом, основные требования к содержанию и методике изучения элективных курсов следующие: [30,31].

- лично-актуальная и социально значимая тематика;
- поддержка базовых курсов, а также возможность для углубленной профилизации и выбора индивидуальной траектории обучения;
- опора на методы и формы организации обучения, отвечающие образовательным потребностям учителя и учащихся, *а также адекватные будущей профессиональной деятельности учащихся;*
- включение учащихся в теоретически обоснованную практическую деятельность, соответствующую профилю обучения;
- обеспечение формирования и развития предметных и метапредметных навыков;
- система диагностики и оценивания, стимулирующая стремление к личностному росту и профессиональному самоопределению.

Элективные курсы должны быть обеспечены необходимой литературой как для учителя, так и для учащихся (основная и дополнительная), электронными и Интернет-ресурсами.

Для проведения итоговой аттестации по результатам изучения курса можно использовать как специальную зачетную работу, так и портфолио ученика, т.е. совокупность самостоятельно выполненных работ (схемы, чертежи, макеты, рефераты, отчеты об исследованиях, эссе) и документально подтвержденных достижений (грамоты, дипломы). Итоговая оценка может быть накопительной, когда результаты выполнения всех предложенных заданий оцениваются в баллах, которые суммируются по окончании курса. При этом можно использовать и рейтинг, когда конкретные рамки по количеству баллов для получения той или иной оценки заранее не ставятся, а оценка определяется по завершении изучения курса в зависимости от актуального уровня подготовки учащихся [30,31].

Вывод.

Анализ передового опыта зарубежных стран показывает актуальность организации системной работы по предпрофильной подготовке учащихся в старших классах основной школы и проведение профильного обучения в старшем звене общеобразовательной школы. Запросы общества будущего (Общество 4.0 с Индустрией 4.0) требуют обязательного наличия технологического профиля в профильном обучении, направленного на формирование инженерно-технологических компетенций учащихся. Данный профиль предполагает разработку интегрированного содержания предметов и элективных курсов, ориентированных на решение прикладных, инженерно-технологических задач с цифровой начинкой. Он также требует сетевого взаимодействия организации образования и производства, формируя тем самым, основу дуального обучения уже в школах.

Профильное обучение в STEM-подходе отличается переходом от предметного обучения к проектному (феноменальному) обучению, направленному

на решение реальных прикладных задач из различных сфер жизни (производства, медицины и т.п). Широко используется проектно- исследовательский метод, реализация и защита проекта индивидуально или в командной форме.

Полученные в основной школе знания и умения школьников по пяти предметам естественно-математического цикла, технологии и программированию, а также на достаточном уровне сформированные инженерные навыки позволяют на «Технологическом» профиле ставить перед учащимися *сложные задания в виде проектов, направленные на решение реальных производственных задач. Эти задачи решаются методом проектов и с помощью сетевого взаимодействия: школа – дополнительное образование – ТуПО – Вуз – производство.*

Реализуются методы дуального обучения при решении производственных задач на базе производства.

При таком профильном обучении реализуется действенная профориентационная работа в школе.

Как показывает зарубежный опыт, выпускники профильных классов гарантированно поступают в инженерно-технологические университета 3.0 или 4.0. [18,19].

Сетевое взаимодействие вуза и производства, дуальное обучение обеспечивают выпускнику вуза гарантированное трудоустройство в компании, которые являются партнерами вуза.

Учитель профильной школы обязан не просто быть специалистом высокого уровня, т.е. педагогом-исследователем и педагогом-мастером, но и должен обеспечивать:

- вариативность и личностную ориентацию образовательного процесса (проектирование индивидуальных образовательных траекторий);
- прикладно-практическую ориентацию образовательного процесса с введением интерактивных, проектно-исследовательских, деятельностно-компетентностных и STEM подходов;
- завершение профильного самоопределения старшеклассников и формирование способностей и компетентностей, необходимых для продолжения образования в соответствующей сфере профессионального образования.

Новые требования к учителю в условиях перехода к профильному обучению, в том числе технологическому профилю в условиях реализации STEM подхода диктуют необходимость дальнейшей модернизации педагогического образования и повышения квалификации действующих педагогических кадров.

Для реализации данной задачи необходимо разработать модели структуры и содержания подготовки специалистов для профильной школы на основе современных подходов к организации педагогического образования, что должно включать **опережающую проработку модели стандартов высшего педагогического образования.**

Ниже нами представлены проекты учебных планов некоторых внутрипрофильных специализаций Технологического профиля.

Таблица 1

Примерный учебный план Индустриально-технологического профиля с казахским языком обучения

№	Учебные предметы (курсы)	количество часов по классам	
		10	11
I. Базовые общеобразовательные предметы			
1	Алгебра и начало анализа	3	3
2	Геометрия	1	1
3	Информатика и ИКТ	2	2
4	Казахский язык	1	1
5	Казахская литература	2	2
6	Русский язык и литература	2	2
7	Английский язык	3	3
8	История Казахстана	2	2
9	Обществознание (основы предпринимательства и бизнеса, основы права)	2	2
10	Естествознание (география биология, химия,)	2	2
11	Физическая культура	2	2
12	Начальная военная и технологическая подготовка	1	1
		23	23
II. Профильные общеобразовательные предметы			
13	Физика (включая прикладную физику)	2	2
14	Технология (включая основу высокотехнологичных производств, био-нано технологии)	4	4
15	Робототехника (Проекты. Участие в конкурсах)	2	2
16	Графика и проектирование	2	2
		10	10
III. Элективные курсы			
	Курсы, предлагаемые школой, учебные практики, проекты, исследовательская деятельность	6	6
	Объем максимальной учебной нагрузки	39	39

Элективные курсы. Инженерная графика и промышленный дизайн. Компьютерное проектирование в графической среде AutoCad. Научные технологии и экономика инноваций. Основы нанотехнологий. Математические моделирования. Технология VR и AR. Развитие искусственного интеллекта. Технология БПЛА. Промышленные роботы. Интеллектуальные робототехнические системы.

Таблица 2. Примерный учебный план Технологического профиля (специализация – информационная технология) с казахским языком обучения

№	Учебные предметы (курсы)	количество часов по классам	
		10	11
I. Базовые общеобразовательные предметы			
1	Алгебра и начало анализа	3	3
2	Геометрия	1	1
3	Информатика и ИКТ	2	2
4	Казахский язык	1	1
5	Казахская литература	2	2
6	Русский язык и литература	2	2
7	Английский язык	3	3
8	История Казахстана	2	2
9	Обществоведение (основы предпринимательства и бизнеса, основы права)	2	2
10	Естествознание (география биология, химия,)	2	2
11	Физическая культура	2	2
12	Начальная военная и технологическая подготовка	1	1
		23	23
II. Профильные общеобразовательные предметы			
13	Физика (включая прикладную физику)	2	2
14	Технология (включая аддитивную технологию, основу высокотехнологичных производств)	4	4
15	Робототехника (Проекты. Участие в конкурсах)	2	2
16	Графика и проектирование	2	2
		10	10
III. Элективные курсы			
	Курсы, предлагаемые школой, учебные практики, проекты, исследовательская деятельность	6	6
	Объем максимальной учебной нагрузки	39	39

Элективные курсы. Технология VR и AR. Аддитивные технологии. Интернет вещей. Big data. Инженерная графика и промышленный дизайн. Технология БПЛА. Искусственный интеллект. Интеллектуальные робототехнические системы. 3D-моделирование и прототипирование.

Таблица 3. Примерный учебный план Агро-технологического профиля с казахским языком обучения

№	Учебные предметы (курсы)	количество часов по классам	
		10	11
I. Базовые общеобразовательные предметы			
1	Алгебра и начало анализа	3	3
2	Геометрия	1	1
3	Информатика и ИКТ	2	2
4	Казахский язык	1	1

5	Казахская литература	2	2
6	Русский язык и литература	2	2
7	Английский язык	3	3
8	История Казахстана	2	2
9	Обществоведение (основы предпринимательства и бизнеса, основы права)	2	2
10	Физическая культура	2	2
11	Начальная военная и технологическая подготовка	1	1
		21	21
	II.Профильные общеобразовательные предметы		
13	География,	2	2
	Биология	2	2
14	Химия	2	2
15	Физика	2	2
16	Технология (включая графику и проектирование)	4	4
		12	12
	III.Элективные курсы		
	Курсы, предлагаемые школой. учебные практики. проекты. исследовательская деятельность	6	6
	Объем максимальной учебной нагрузки	39	39

Элективные курсы. Основы животноводства. Основы агрохимии. Сельскохозяйственная техника. Основы нанотехнологии. Инженерная защита окружающей среды. Основы биотехнологии. Коллоидная химия. Электротехника и радиоэлектроника. Интеллектуальные робототехнические системы.

6 Инновационные особенности STEM-дидактики. Методы и техники STEM-образования

Выше мы показали какие инновационные изменения требует внести реализация личностно-деятельностного, компетентностного и STEM подходов в теорию содержания образования, предполагая разработки новых принципов и критериев отбора содержания учебного материала. Дальнейшее наше исследование и изучение опыта передовых стран по внедрению STEM образования показали, что STEM подход предполагает модернизацию не только теории содержания, но и теории обучения, то есть классической дидактики, целом. Претерпевают трансформацию методы, формы, средства и процесс обучения, структура учебных программ, а также взаимоотношение учителя и ученика. Если в классической дидактике содержание предметов состоит из разделов, которые структурно подчиняются принципам непрерывности и преемственности, то в STEM дидактике содержания предметов могут состоять из отдельных модулей, которые имеют в определенной мере автономность и завершенность в общем пазле содержания.

Вариант классической дидактики, где ее основные компоненты (цель, содержание, методы, формы, средства и процесс обучения) модернизированы на основе STEM подхода, мы назвали **STEM дидактикой**.

Особенности организации STEM обучения

Гуманизация образования ставят свои требования и к организации процесса обучения (дидактического процесса). Процесс обучения представляет собой очень сложную и динамическую совокупность действий педагога и учащихся («субъект-субъект»). Чтобы иметь возможность правильно конструировать процесс обучения, необходимо явно представлять его структуру, составные части и закономерные связи между ними.

При этом важно вскрыть взаимосвязь между усвоением знаний, в которых сконцентрирован опыт человечества и процесс развития познавательных сил учащихся, ведущих к творческому труду. Для этого необходимо:

- выявить внутренние движущие силы учебного процесса и логику его развития;

- вскрыть наиболее существенные виды стимуляции учащихся к активному учению, неустанному стремлению самостоятельно расширять и обогащать свои знания [12].

Дидактический процесс, как и любой другой трудовой процесс, характеризуется уровнями организации, управления, эффективности, технологичности, экономичности, выделение которых открывает пути для обоснования критериев, позволяющих давать не только качественные, но и количественные оценки достигнутых уровней.

Среди общих закономерностей дидактического процесса выделяются следующие [12]:

1. Закономерность динамики дидактического процесса.

Величина всех последующих изменений зависит от величины изменений на предыдущем этапе.

2. Закономерность развития личности в учебном процессе.

Темпы и достигнутый уровень развития личности зависят от её способностей, инновационного потенциала обучающей среды, степени включенности в учебно-воспитательную деятельность и применяемых средств, методов и способов педагогического воздействия.

3. Закономерность управления учебно-воспитательным процессом. Эффективность педагогического воздействия зависит от интенсивности обратных связей между учителем и учениками, величины, характера и обоснованности корректирующих воздействий на воспитываемых.

4. Закономерность стимулирования. Продуктивность учебного процесса зависит от используемой педагогической технологии, действия внутренних мотивов учебной деятельности, интенсивности, характера и своевременности внешних (общественных, педагогических, моральных, материальных и др.) стимулов.

5. Закономерность единства внешней (педагогической) и внутренней (познавательной) деятельности. Эффективность дидактического процесса обусловлена качеством педагогической деятельности и качеством собственной познавательной деятельности обучаемых.

В психолого-педагогическом плане основные тенденции совершенствования процесса обучения характеризуются переходом: [12] .

- от учения как функции запоминания – к учению как процессу умственного развития, позволяющего использовать усвоенное, самостоятельному добыванию знаний, умений и способов деятельности;

- от обучения, ориентированного на усредненного ученика – к дифференцированному и индивидуализированному обучению, с оптимальным сочетанием индивидуальной деятельности с работой в малых группах;

- от внешней мотивации учения – к внутренней нравственно-волевой регуляции.

Гуманистический подход в противоположность «субъект- объектному» подходу предполагает личностную вовлеченность ученика в процесс учения: ученик в нем инициативен и самостоятелен, он учится осмысленно, его любознательность поощряется. Если в традиционном подходе еще можно было строить обучение путем трансляции учителем информации, то в век динамичных изменений главным становится формирование умения учиться самостоятельно.

Основным приоритетом развития образования сегодня становится его личностно-ориентированная направленность. Таким образом, реализация

лично- ориентированного обучения предполагает осуществление такого педагогического руководства деятельностью учащихся, которое позволило бы им проявить личностные функции (искать во всем смысл, строить образ и модель своей жизни, проявлять творчество, давать критическую оценку фактам и т.д.).

Если в традиционном обучении доминирующая роль принадлежала учителю, то теперь активную роль в учебном процессе играет ученик: его не учат, он учится. Гуманизация образования предполагает различные выборы, предпочитаемые самими учащимися (предметов, форм обучения и т.п.), реализацию своих потребностей и своего шанса добиться успеха в избранном направлении. В центре внимания учителя – выявление индивидуальных возможностей и интересов каждого ученика. Деятельность ученика оценивается по многим личностным и поведенческим параметрам (деятельностная характеристика, интеллектуальное развитие, культура речи, самостоятельность, инициатива, ответственность и др.).

Каждый ученик сравнивается в развитии не с другим учеником, а сам с собой. Особое значение приобретает приобщение самого ученика к оцениванию своих результатов. Оценка из средства наказания за допущенную ошибку превращается в средство поощрения успехов, в средство стимуляции её потребностей и интересов [12].

Структурные особенности содержания

В системе образования США и других стран существуют интегрированные инженерные школы, обучение в которых построено по **блочно-модульным программам**. Хотя ориентация в данных школах при инженерно-технологическом образовании направлена на классные формы работы, также происходит развитие и внеурочной деятельности. К тому же блочные программы обучения представляют собой **синтез урочной и внеурочной деятельности**. В качестве такого примера можно привести восьминедельную программу средней школы по обучению химии, направленную на изучение атомных взаимодействий, реакций и энергетических изменений в реакциях в рамках инженерного проектирования как процесса [18].

Чтобы ученику было легче адаптироваться к ведению учебного процесса в современном цифровом производстве, некоторые педагоги предлагают изучение в **старших классах следующих модулей** [19].

Модуль «Программирование и прототипирование» – это понимание принципов инженерного 3D-моделирования и конструирования, умение использовать современные системы автоматизированного проектирования (САПР) и оборудование для быстрого прототипирования. Возможность перевести техническую идею в компьютерную модель, а затем в готовое изделие почти «заводского» качества является для современного ребенка, очень мощным стимулом к преодолению инстинкта потребителя и формированию стремления к самостоятельному созиданию.

Курс «Фрезерное дело» позволяет обучающимся изучать на практике основы конструирования и технических дисциплин, развивать инженерное мышление и

преобразовывать виртуальные идеи в материальные, знакомит с современным производством посредством моделирования производственной деятельности с использованием станков с ЧПУ. Данный курс расширяет базовый курс по предметам «информатика» и «технология», носит интегрированный и междисциплинарный характер, материал курса раскрывает взаимосвязь между предметами: математика, физика, черчение, информатика, технология [19].

Реализация проектной и учебно-исследовательской деятельности в обучении

В целом, STEM-подход в школе (благодаря интеграции предметов естественно-математического цикла и использования навыков технологии и инженерии) дает детям возможность изучать мир системно, вникать в логику происходящих вокруг явлений, обнаруживать и понимать их взаимосвязь, открывать для себя новое, необычное и очень интересное. Ожидание знакомства с чем-то новым развивает любознательность и познавательную активность; необходимость самим определять для себя интересную задачу, выбирать способы и составлять алгоритм её решения, умение критически оценивать результаты. Ученики вырабатывают инженерный стиль мышления, их коллективная деятельность вырабатывает навык командной работы. Все это обеспечивает кардинально новый, более высокий уровень развития ребенка и дает более широкие возможности в будущем при выборе профессии и в успешном обучении в вузе.

STEM-образование, в том числе инженерно-технологическое образование направлены на реализацию проектной и учебно-исследовательской деятельности школьников в школе и вне ее. Учебный процесс основан на идее обучения учеников с применением междисциплинарного учебно-исследовательского и проектного методов [9].

Распространенным в зарубежной педагогике сейчас является следующее понимание исследовательского обучения – это обучение, в котором учащийся ставится в ситуацию, когда он сам овладевает понятиями и подходом к решению проблем в процессе познания, в большей или меньшей степени организованного (направляемого) учителем.

В наиболее полном, развернутом виде исследовательское обучение предполагает следующее: учащийся выделяет и ставит проблему, которую необходимо разрешить; предлагает возможные решения; проверяет эти возможные решения, исходя из данных; делает выводы в соответствии с результатами проверки; применяет выводы к новым данным; делает обобщения [12].

На протяжении последних десятилетий многие зарубежные дидакты придерживаются представления о трех уровнях исследовательского обучения. На первом уровне преподаватель ставит проблему и намечает метод ее решения. Само решение, его поиск предстоит самостоятельно осуществить учащемуся.

На втором уровне преподаватель только ставит проблему, но метод ее решения ученик ищет самостоятельно (здесь возможен групповой, коллективный

поиск). На высшем, третьем уровне постановка проблемы, равно как отыскание метода и разработка самого решения, осуществляется учащимися самостоятельно.

Создание условий для организации и реализации проектной деятельности неотложная и актуальная задача современной образовательной системы, потому как именно проектная деятельность позволяет учащимся не только формировать **предметные и метапредметные** умения и навыки, но и эффективно применять их на практике.

Проектная деятельность учащихся направлена на поиск и удовлетворение потребностей учащихся путём создания продукта, как результата проекта, который будет обладать объективным или субъективным новшеством. Проект – это одна из форм исследовательской работы, план, замысел, в результате которого автор должен получить что-то новое: продукт, программу, модель, книгу, фильм, сценарий, информацию и др [9,10].

Проект можно рассмотреть как проблему, в которой необходимо найти решение. Содержание, цели, необходимость в изучении и новизну определяют сами учащиеся.

Подготавливая проекты, учащиеся овладевают алгоритм новаторской творческой деятельности, учатся анализировать и систематизировать добытую информацию, приобретать опыт в решении разного рода проблем, применять знания в определенных областях [9].

Различают так же конструктивный и творческий проект. При конструктивном построении работы над проектом, учащийся самостоятельно составляет план действий и решает поставленную задачу, изредка консультируясь с педагогом.

При реализации творческого проекта учащиеся сами не только разрабатывают план действий, но определяют самостоятельно тему и реализуют его, создавая новаторский продукт.

Проекты по характеру деятельности выделяют исследовательские, информационные, творческие, практико-ориентированные и игровые проекты. Заметим, что все проекты способствуют формированию у учащихся исследовательских, предметных и метапредметных навыков.

Суть исследовательского проекта в том, что он подчинен логике пусть небольшого, но исследования и имеет структуру, приближенную к подлинным научным исследованиям. Испытание и отладка работы робота в робототехнике (которая является составной частью STEM-образования) также предполагает уяснение цели и обоснование гипотезы, проектирование серии опытов для испытания модели, подготовка условий для испытаний, осуществление испытаний, внесение исправлений в конструкцию и программу робота на основе сделанных выводов.

Метод проектов является ведущим методом при обучении образовательной робототехнике. Этот метод предполагает использование широкого спектра проблемных, исследовательских, поисковых методов, ориентированных на

реальный практический результат. Использование метода проектов в обучении предполагает наличие значимой в исследовательском, творческом плане проблемы (задачи, требующей интегрированного знания, исследовательского поиска для её решения), а также организацию самостоятельной (индивидуальной, парной, группой) деятельности учащихся на уроке или во внеурочное время.

Проектно-исследовательская деятельность характеризуется тем, что при разработке проекта в деятельность группы обязательно вводятся элементы исследования. Это означает, что по «следам», косвенным признакам, собранным фактам необходимо восстановить некий закон, порядок вещей, установленный природой или обществом. Такая деятельность развивает наблюдательность, внимательность, аналитические навыки, которые являются составляющей инженерного мышления [17].

Эффективность применения проектной деятельности для развития технического мышления подтверждается формированием особых личностных качеств школьников, участвующих в проекте. Эти качества не могут быть освоены вербально, они развиваются только в процессе целенаправленной деятельности обучающихся в ходе выполнения проекта. При выполнении небольших локальных проектов основной задачей работающей группы является получение законченного продукта их совместной деятельности. При этом происходит развитие таких важных для будущего инженера качеств, как умение работать в коллективе, разделять ответственность за принятое решение, анализировать полученный результат и оценивать степень достижения поставленной цели. В процессе этой командной деятельности каждый участник проекта должен научиться подчинять свой темперамент и характер интересам общего дела.

Таким образом, проектная деятельность способствует кроме навыков работы в команде, развитию самостоятельных исследовательских умений, творческих способностей учащихся и логического мышления. Также она интегрирует знания, приобщает школьников к решению конкретных жизненно важных проблем, способствует повышению качества образования [17].

Например, суть метода учебного проекта в образовательной робототехнике заключается в том, что перед учащимися ставится реальная проблема, которую необходимо решить в ходе выполнения проекта. Это должна быть законченная конструкция автономного робота, выполняющего заданные функции с достаточной эффективностью.

В ходе учебного проектирования учащиеся сами формулируют задачи и последовательность их решения. Самостоятельно распределяют время между задачами. Выполняют необходимые учебные действия, в том числе самостоятельно проектируют робота, либо под руководством учителя. А также изучают информационные материалы, конструирование, программирование, механику, пневматику и др.[25].

Школьник при решении робототехнических задач ориентируется на сведения, полученные на уроках физики, математики и информатики. Интеграция этих наук на занятиях с применением робототехники помогает детям открыть их для себя на новом уровне, в результате чего школьники совершенствуют свои учебные результаты.

Привлечение собственных идей и теории к построению роботов станет фундаментом, который будет служить основой для формирования универсального метода решения жизненных и профессиональных задач, поэтому жизненно важно, чтобы обучающиеся стремились превратить решения в конкретные и достижимые результаты [25].

При разработке проектов в области образовательной робототехники можно говорить о формировании у обучающихся основ инженерного проектирования, под которым понимается научно обоснованный вид деятельности человека по решению технических задач, учитывающих потребности общества при реализации результата.

В данном определении инженерного проектирования существенным является несколько факторов. Первый - техническая направленность действия, т.е. результатами проектирования являются новые устройства, системы или процессы. Второй - решение должно быть научно обоснованным, т.е. требует применения специальных знаний. Третий фактор заключается в том, что создается не любое новое, а только то, что приносит обществу определенную пользу, удовлетворяет какие-либо потребности или нужды.

При этом инженерное проектирование – это вид деятельности именно человека. Следовательно, по характеру проектная деятельность должна быть в определенной степени творческой. Таким образом, инженеры используют **инженерное проектирование**, чтобы найти творческое решение сложных технических проблем [25].

Оценка качества проекта ученика (групп учеников) по завершению его проектной деятельности отличается от оценки учебных успехов учащихся в традиционном уроке. **Критериями оценивания** здесь выступают актуальность проблемы, решаемой в рамках проекта, практическая значимость и уровень технического решения проблемы, качество презентации и демонстрации проекта и т.п.

В приложении 4 представлен подход к оцениванию результатов изучения курса «Робототехника», разработанный в АОО НИШ [27].

Сравнительный анализ предметного и проектного обучения

Проектная форма организации обучения и практическая направленность STEM создают более благоприятные по сравнению с предметно-урочным обучением мотивационные и предметные предпосылки для реализации основных требований личностно-деятельностного и компетентностного подходов.

STEM-подход позволяет организацию активной самостоятельной учебно-познавательной деятельности учащихся и их участие в социально значимом труде и приобретение практического опыта. Данная технология способствует также формированию коммуникативной компетентности, ориентировки в мире профессий и формированию устойчивых познавательных интересов как основы выбора будущей профессии.

На самом деле, легче всего понимать про STEM-подход, если проводить сравнительный анализ между традиционным обучением (уроком) и уроком, спроектированным на основе STEM-технологии, преимущественно с использованием проектного метода [7].

Таблица-4. Отличие STEM подхода от урочно-предметного подхода

STEM - подход	Урочно-предметный подход
Междисциплинарный подход, в котором осуществляют совместную учебную деятельность ученики и учителя. В процессе этой деятельности ученики и учителя овладевают проектным мышлением.	Ученик и учитель остаются в рамках и логике одного учебного предмета. Результат - "разрозненные знания" по разным предметам.
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 ученику (обязательная).
Обучение строится на артефактах и феноменах. Рассматриваются проблемы, связанные с жизнью и миром ученика. Контекст, который интересен и важен сегодня, даже если речь идет о будущем.	Тематически то, что по плану, в учебнике. Декларируется: это пригодится в будущем.
Совместное исследования ученика с учителем и другими участниками проектной группы. Вырабатывается умение взаимодействовать.	Индивидуальное выполнение упражнений на отработку навыков. С точки зрения ученика, это "навыки не известно для чего".
Важен продукт, полученный в процессе деятельности.	Продукт деятельности не обозначен. Важна внешняя оценка формального результата, чаще всего, в виде отметки.
Задачи и критерии оценивания продукта вырабатываются в совместной работе.	Есть правильные ответы в учебнике.
Планирование и самоконтроль в проекте	Учитель контролирует правильность выполнения учебных заданий, он же и оценивает.

Целевая и сущностная направленность STEM-образования, имея существенный арсенал психолого-педагогического сопровождения развития учащегося, становится основой формирования навыков продуктивной деятельности учеников.

STEM образование способствует развитию интереса детей не только к техническим дисциплинам, но и к обучению, в целом. Оно не противоречит существующим в современном образовательном пространстве и одобренным широкой практикой подходам, инновационным технологиям и методам (таким, как проблемно-поисковый, исследовательский и проектный подходы в обучении, технология критического мышления, кейс-технология, технология трехмерной методической системы обучения, методы перевернутого обучения и т.д.), а дополняет и интегрирует их [5,7,9,10].

Наше исследование показало, что технология трехмерной системы обучения является наиболее эффективной технологией реализации STEM подхода на практике [5,12].

Реализация «субъект-субъектного» взаимодействия педагога и ученика

STEM образование подразумевает **изменения ролей обучающегося и педагога**. Учитель становится **фасилитатором**, который стремится к определенной цели, мотивируя учеников и контролируя процесс.

Понятие гуманизации в контексте реформирования современной школы характеризуется новой позицией личности ученика в образовательном процессе и новой системой взаимодействия «учитель-ученик». Важнейшей составляющей педагогического процесса становится личностно-ориентированное взаимодействие учителя с учениками. Главным положением здесь является признание самоценности личности, ее права на развитие, создание условий для творческой самореализации в процессе обучения.

Современная педагогика обращается к ребенку как к субъекту учебной деятельности. Объективное проявление личности выражается во всех и всяческих взаимодействиях ее с окружающим миром. Субъективно же личность проявляется в осознании существования своего «Я» в мире и в обществе себе подобных.

Переход от педагогики требований к педагогике отношений предполагает гуманно-личностный подход к ребенку. Он обращает школу к личности ребенка, к его внутреннему миру, где таятся еще не развитые способности и возможности. Цель школы – разбудить, вызвать к жизни эти внутренние силы и возможности, использовать их для более полного и свободного развития личности. Новый взгляд на личность представляет ребенка в школе полноценной человеческой личностью. Он является субъектом, а не объектом в педагогическом процессе.

Личность – цель образовательной системы, а не средство для достижения каких-либо внешних целей. Каждый ребенок обладает способностями, многие дети талантливы. Основным содержанием новых отношений является отмена принуждения как негуманного и не дающего результата средства.

Гуманистический подход в противоположность «субъект-объектному» подходу предполагает личностную вовлеченность ученика в процесс учения: ученик в нем инициативен и самостоятелен, он учится осмысленно, его

любопытность поощряется. Если в традиционном подходе еще можно было строить обучение путем трансляции учителем информации, то в век динамичных изменений главным становится формирование умения учиться самостоятельно.

Основным приоритетом развития образования сегодня становится его личностно-ориентированная направленность. Таким образом, реализация личностно-ориентированного обучения, как и STEM обучение, предполагает осуществление такого педагогического руководства деятельностью учащихся, которое позволило бы им проявить личностные функции (искать во всем смысл, строить образ и модель своей жизни, проявлять творчество, давать критическую оценку фактам и т.д.).

Классический педагог, получивший знания в университете и пытающийся передать их ученикам, уже не отвечает требованиям современного мира. Любой ученик или студент в онлайн-режиме в своем гаджете проверит тезисы, факты и постулаты, сообщаемые преподавателем. Отсюда необходимы новые подходы в преподавании, ориентированные не на передачу знаний напрямую, а на помощь в огромном потоке информации, востребован не учитель-гуру (как египетский жрец, владеющий знанием в мире незнающих), а спутник по дороге к знанию, старший товарищ, помогающий осмыслить цели обучения, найти путь к их достижению и помочь добиться результата. Сегодня представители нового поколения уже не согласны с нашей традиционной системой образования. Они хотят формировать себя сами, если ценности привнесены, а не добыты самостоятельно, не лично осмыслены – доверие к ним и сила воздействия существенно ниже. С учетом огромного потока информации они готовы принимать на веру не все. И это требует другого качества преподавания. Не только современного технического оснащения учебного процесса, но, прежде всего, другого методологического подхода к подаче знаний, навыков, умений, к воспитательному процессу. Учитель должен опережать ученика в компетенциях, а также быть авторитетом во всех отношениях – профессиональном, личностном, моральном [2].

Проблема заключается еще и в том, что сегодня учитель выпадает из ареала общения своих учеников, которые живут активной интернет- жизнью. В современных условиях педагогу важно не только оставаться формальным авторитетом, но и найти соответствующие подходы, вписаться в круг, завоевать доверие, чтобы стать полноправным членом и неформальным лидером сетевого сообщества своих учеников. При этом необходимо создавать морально-этический каркас коллектива, важно не морализаторствовать, а правильно себя проявлять, показывая пример нравственного поведения [2].

Как было показано выше, помимо своей практической направленности на конкретный результат метод проектов обладает признаками научности в исследовательской деятельности обучающихся. Опытное экспериментирование дает возможность обучающимся понять, как ученые создают новые знания. Педагоги также должны быть новаторами, поскольку они должны передавать обучающимся

современные научные знания, а также обучать их самостоятельно «производить знания».

В рамках образовательной робототехники (STEM-подхода) преподаватели играют важную роль, которая отличается от классической роли используемыми методами обучения. Здесь их работа определяется новыми обязанностями, которые по своей сути обладают иной технологической средой, например:

- организация проектной деятельности;
- создание образовательных сценариев, позволяющих внедрять новые технологии;
- использование метода научного познания в ходе выполнения проекта;
- разработка подходов к решению проблем, позволяющих создать условия для проб и ошибок. Это означает, что ученикам разрешается ошибаться, чтобы определить причины своих неудач и сделать из них коллективные выводы;
- поощрение обучающихся в использовании воображения, чтобы выдвигать творческие идеи, которые могут быть использованы к практике;
- стимулирование постоянного совершенствования проектов и конструкций обучающимися, способствующего их росту и развитию;
- использование диалога в качестве полезного пути для выработки идей и обмена идеями друг с другом;
- создание условий для самостоятельного обучения с помощью исследований и наслаждения выполняемой работой. Только с помощью этого средства ученики смогут достичь поставленных целей;
- мотивирование всех учеников к использованию технологий для индивидуального обучения. Это включает в себя обучение тому, как справляться со своими проблемами совместно с другими, такими как разочарование, отсутствие информации, ресурсов и т.д. [25].

Например, когда обучающийся входит в мир образовательной робототехники, он берет на себя обязательства, которые впоследствии должны стать важными для сообщества. Он должен знать, что он не может упустить возможности, которые ему представляются для продвижения вперед. Трудности, возникающие на этом пути, не должны вызывать сомнений или разочарований, а скорее должны стать вызовами, с которыми они могут столкнуться в команде.

Набор квалификаций учителей в условиях четвертой промышленной революции определяется не только учебным процессом, но и характером оборудования и производственных отношений, организационной, рабочей, внутренней и внешней средами. В качестве основных групп компетенций можно выделить следующие:

- владение ИКТ на уровне продвинутого пользователя со знанием специфики использования информационных систем в своей профессиональной области, умение постановки задач по использованию ИКТ в производственной сфере;

- системное мышление и умение воспринимать совокупность связей и отношений в процессе промышленного производства как комплексную систему с возможностью оказывать необходимое влияние на ее элементы для достижения требуемого результата;

- эффективное взаимодействие и групповая работа со специалистами других профессиональных областей, в том числе на международном уровне;

- проектное мышление и навыки управления любой деятельностью как проектами;

- глубокие профессиональные знания в своей сфере на основе междисциплинарного подхода и знания смежных областей [4].

В STEM-обучении ученики получают намного больше свободы, становятся субъектами учебного процесса, чем в рамках классического урока. Ученики начнут общаться, подсказывать друг другу, обсуждать решения учебных проблем. Тьюторство на уровне «субъект-субъект» – это прямое следствие правильно спроектированного STEM-урока.

Сетевое взаимодействие организаций образования

В отличие от других подобных школ, в которых основное и дополнительное образование не связаны в единый образовательный процесс, в школах, где реализуется STEM-образование, используют возможности *дополнительного образования во второй половине дня*. В них вынесены практикумы и проектно-исследовательская деятельность школьников. В процессе этой работы ученики выполняют небольшие законченные инженерные проекты, позволяющие применить знания, полученные по всем основным дисциплинам. Эти проекты включают в себя *все основные этапы реальной инженерной деятельности: изобретательство, конструирование, проектирование и изготовление реально работающей модели*.

Необходимость сетевой формы организации обучения продиктована невозможностью обеспечить полноценное развитие технического мышления и инженерного образования используя ресурсы какой-то одной образовательной структуры. Как было отмечено выше инженерное образование, как и STEM-технология, *поливариантное* и требует участия в учебном процессе различных представителей разных уровней образования (*школьного и вузовского*), *представителей производственного сектора экономики, родителей* [17].

Сетевое взаимодействие позволяет вести совместную разработку оригинальных образовательных программ. На основе коллективов всех участников проекта формируется объединенная команда педагогов и представителей профессии. Оборудование и помещения каждой организации совместно используются участниками сети, осуществляется совместное финансирование проекта [17].

«Технологический» профиль предполагает создания условий для расширения сетевого взаимодействия между общеобразовательными организациями, организациями высшего профессионального образования и научно-производственными предприятиями. Объединение ресурсов участников проекта открывает перед школьниками новые реальные пути в профессию инженера [17,19].

Выполнение проектов на вузовских площадках под руководством не только учителя, но и вузовских специалистов и научных работников повышает эффективность проектной деятельности ученика. В этих условиях к услугам школьника, выполняющего проект – и разнообразное оборудование, и научный опыт руководителя, позволяющий поставить действительно актуальную и перспективную задачу, и возможность дальнейшего продвижения выполненной разработки, если она этого заслуживает. Данный уровень отвечает современным представлениям о проектно-исследовательской деятельности учащихся профильных классов и предусматривается большинством договоров о сотрудничестве между вузами, участвующими в проекте, и профильными школами. В основном, именно на такую форму проектно-исследовательской деятельности в настоящее время существует запрос со стороны участников (школ, вузов, предприятий), занятых в деле возрождения инженерно-технологической профессии [17,18,19].

Прорывным шагом вперед в развитии проектно-исследовательской деятельности стало бы формирование групп, состоящих из студентов и школьников, участвующих в выполнении конкретных проектов на конкретных предприятиях, представляющих наукоемкие и инновационные отрасли. Такой подход дал бы максимальную степень погружения будущих инженеров в профессию, обеспечил бы несомненное прикладное значение их работе, а также перспективу внедрения выполненных разработок в практику. Мотивация учащихся в такой модели достигала бы наивысшего уровня [17,19].

Особенности организации STEM-образования обуславливают необходимость дальнейшего расширения и *совершенствования ресурсной базы*, ресурса педагогических кадров; разработка и внедрение «сквозных» основных образовательных программ общего и дополнительного образования; привлечение наставников с производства в рамках договоров о сотрудничестве и сетевом взаимодействии; требуется разработка и внедрение программ ранней профориентации и т.п.

Для достижения цели инженерного и STEM-образование сегодня важно расширить для школьника возможности его интеллектуального общения и социализации через систему разнообразных мероприятий и привлечение для работы разветвленной системы наставников — представителей фундаментальной науки, инновационной промышленности, образования [17].

Интеграция потенциалов урочной и внеурочной деятельности, синтез содержания школьного и дополнительного образования, сетевое взаимодействие с

вузом и производством в условиях STEM-образования позволяет повысить эффективность целостной системы непрерывного образования в подготовке конкурентоспособного человеческого капитала.

STEM – образование является своеобразным мостом, соединяющий учебный процесс, карьеру и дальнейший *профессиональный рост*. Инновационная образовательная концепция позволит на профессиональном уровне подготовить детей к технически развитому миру.

Сегодня в системе высшего образования США насчитываются сотни инженерных и научных специальностей, программы подготовки по которым построены в соответствии с концепцией STEM. При этом дипломная работа студента объединяется со стажировкой в технологической компании и участием в сложных технологических проектах бок о бок с профессионалами. За счет этого технологические компании получают квалифицированных специалистов сразу после выпуска из университета.

Средства STEM обучения

Реализация STEM подхода в обучении требует кроме трансформации содержания предметов ЕМЦ и кардинально новых подходов организации учебного процесса, но и *оснащения современными оборудованием* с цифровой начинкой школьных лабораторий, мастерских и осуществления системного процесса по формированию STEM компетенций у учащихся.

Эксперты отмечают, что для выполнения STEM-проекта и обустройства лабораторий в школах необходимо профессиональное оборудование, которое могут предоставить IT-компании. Это 4 дидактических комплекта: 1) робототехнические наборы; 2) 3D-принтер для моделирования и графики; 3) цифровой фрезерный станок для моделирования, конструирования и фрезерования; 4) голографический экран с видеокамерой, фоном и проектором для создания голографических учебных видео [7,9].

Компания PASCO также занимается разработкой и производством оборудования для оснащения STEM-лабораторий. Лабораторный набор PASCO включает цифровые датчики, демонстрационные и лабораторные оборудования, программы обеспечения для организации лабораторных практикумов и STEM проектов. Лабораторные и цифровые оборудования PASCO представлены в виде комплектов по предметам естественно-научного цикла.

Как было показано выше, школы должны быть оснащенными современными робототехническими наборами.

Опыт показывает, что практические и прикладные занятия, проведенные в оснащенных лабораториях школ позволяют формирование у детей естественно-научного, изобретательского, креативного, критического, продуктивного инженерно-технологического мышления, способствующего подготовке будущих кадров для высокотехнологичных отраслей.

Таким образом, в STEM-дидактике учебный процесс – не предметная, а преимущественно *проектная образовательная среда*, реализуемая в сетевом взаимодействии различных организаций образования, предполагающая применения методов интегрированного обучения в MakerSpace зонах (то есть в полуфункциональных мастерских и лабораториях), которая осуществляется в «субъект-субъектной» форме и специфическим методом оценивания учебных достижений учащихся.

Методы и технологии STEM-образования

В предыдущем параграфе мы в контексте анализа особенностей STEM-дидактики вкратце охарактеризовали суть метода проектов в обучении образовательной робототехнике. Отметим, что кроме данного метода в реализации STEM-обучения широко используются интерактивные метод обучения.

Как известно, *интерактивные методы* строятся на схемах взаимодействия субъектов дидактического процесса: «учитель – ученик» и «ученик – ученик». То есть теперь не только учитель привлекает детей к процессу обучения, но и сами учащиеся, взаимодействуя друг с другом, влияют на мотивацию каждого ученика. Учитель лишь выполняет роль помощника. Его задача – создать условия для инициативы детей. Понятие «интерактивный» выражает способность находиться в состоянии диалога, беседы или же взаимодействовать с кем-либо (например, с человеком), а также с чем-либо (компьютером).

Таким образом, инновационная форма обучения представляет собой диалог, при котором осуществляется взаимодействие.

Инновационная форма подачи знаний призвана создать максимально комфортные условия обучающимся. Интерактивные методы обучения предполагают такую организацию урока, когда происходит моделирование различных жизненных ситуаций и используются ролевые игры. При этом общее решение поставленного вопроса принимается на основе анализа предложенных ситуаций и обстоятельств. Информационные потоки проникают в сознание обучающихся и активизируют мозговую деятельность.

Задачи интерактивных методов обучения [12]:

- обеспечить диалоговый характер обучения, исключить монологическое преподнесение учебного материала;
- исключить дублирование информации, которая может быть получена учащимися самостоятельно из доступных источников;
- способствовать отработке в различных формах коммуникативных компетенций учащихся;
- научить самостоятельному поиску, анализу информации и выработке правильного решения ситуации;
- научить работе в команде: уважать чужое мнение, проявлять толерантность к другой точке зрения;

- научить формировать собственное мнение, опирающееся на определенные факты.

Методы интерактивного обучения ставят перед учителем задачу по облегчению и поддержке процесса получения знаний. При этом важно:

- выявить многообразие точек зрения;
- обращаться к личному опыту участников диалога;
- поддерживать активность школьников;
- соединять практику с теорией;
- способствовать взаимообогащению опыта участников;
- облегчить восприятие и усвоение поставленной задачи;
- поощрять творчество учеников.

Охарактеризуем сущность некоторых методов и приемов интерактивного обучения [12].

Мозговой штурм (мозговая атака, брейнсторминг) – широко применяемый способ продуцирования новых идей для решения научных и практических проблем. Его цель – организация коллективной мыслительной деятельности по поиску нетрадиционных путей решения проблем.

Использование метода мозгового штурма в учебном процессе позволяет решить следующие задачи:

- творческое усвоение школьниками учебного материала;
- связь теоретических знаний с практикой;
- активизация учебно-познавательной деятельности обучаемых;
- формирование способности концентрировать внимание и мыслительные усилия на решении актуальной задачи;
- формирование опыта коллективной мыслительной деятельности.

Подготовка к мозговому штурму включает следующие шаги:

- определение цели занятия, конкретизация учебной задачи;
- планирование общего хода занятия, определение времени каждого этапа занятия;
- подбор вопросов для разминки;
- разработка критериев для оценки поступивших предложений и идей, что позволит целенаправленно и содержательно провести анализ и обобщение итогов занятия.

В процессе проведения интерактивного урока метод «мозгового штурма» позволяет оперативно решить поставленную перед группой проблему с учетом максимального использования творческой активности обучающихся. Педагог предлагает участникам обсуждения выдвигать большое количество вариантов решения, среди которых могут быть и самые фантастические.

После этого из всех идей отбираются наиболее удачные, которые и позволяют ответить на поставленный вопрос.

Приведем структуру урока с применением метода «мозгового штурма» [12].

Этапы проведения «мозгового штурма». Вариант А (проблемное занятие):

1. *Постановка и осмысление проблемы.* Учитель либо кто-то из учеников предлагает некоторое видение определенной проблемы. Затем в ходе дискуссии (не более 5 минут) ученики предлагают свое понимание проблемной ситуации, определяются «правила игры», оговаривается то, что необходимо получить в конце занятия.

2. *Генерирование вариантов решения проблемы.* Ученики предлагают свои способы решения существующей проблемы, при этом высказываемые идеи озвучиваются без доказательств.

Принимаются к рассмотрению все идеи: и реальные, и фантастические, и смешные, и трудновыполнимые. Их фиксация производится либо преподавателем, либо одним из учеников.

Каждому из выступающих отводится не более 30 секунд.

Максимальный предел идей – половина от числа обучаемых.

3. *Поиск аргументов в поддержку предложенных решений.* В ходе этого этапа ученическая группа делится на подгруппы (3–5 человек). Происходит жеребьевка ранее выдвинутых вариантов.

Далее команды должны за 7–10 минут предоставить как можно больше предложений по аргументации доставшейся идеи.

Следует отметить, что ученики должны будут работать даже с теми вариантами, которые им не нравятся, но достались в ходе жеребьевки.

4. *Отбор наиболее аргументированных вариантов решений.*

Для отстаивания своей идеи от каждой подгруппы делегируется по 1 представителю, который должен представить работу подгруппы перед аудиторией за 1–2 минуты. По итогам выступлений отбирается половина наиболее удачных докладов, над которыми и продолжат работу студенты.

5. *Критика отобранных решений.* Ученическая группа вновь разбивается на подгруппы (3–5 человек), среди которых вновь и происходит жеребьевка оставшихся идей (вариантов). Задача подгрупп на этот раз также за 7–10 минут высказать наибольшее количество критических замечаний в адрес доставшейся идеи, обнаружить ее слабые стороны. Чем больше недостатков, слабостей, неясностей обнаружит подгруппа в варианте решения проблемы, тем лучше удастся найти решения на более поздних стадиях.

6. *Отбор решений, наиболее устойчивых к критике.* Этот этап аналогичен четвертому. В результате останется только половина идей, критика которых будет наиболее убедительной.

7. *Продумывание способов реализации отобранных решений.*

Вновь происходит укрупнение подгрупп, а также осуществляется жеребьевка оставшихся способов решения проблемы, поставленной в начале занятия. Задача каждой из подгрупп – разработка конкретных способов реализации оставшихся предложений, т. е. собственно решения проблемы.

8. *Обсуждение этих способов.* В ходе третьего тура обсуждения допускаются как позитивные, так и негативные выступления.

Целесообразно, чтобы в итоге оказалось несколько победителей.

Следовательно, основная задача данного этапа – показать ученикам, что не существует единственно верного способа решения проблемы.

9. *Подведение итогов.* Здесь учитель подводит итог проделанной работы. Он может отметить способы решения проблемы, которые оказались вне поля зрения учеников, может предложить план конкретных действий, а также попросить учеников произвести самоанализ прошедшего занятия и своей работы в нем.

Наряду с вышеизложенным, учителя довольно часто используют следующую структуру урока с применением метода «мозгового штурма» (вариант В):

1. *Формулирование учителем проблемы,* которую необходимо решить. Проблема может носить реальный или учебный характер и служить развитию продуктивного мышления, гибкости, критичности учеников.

2. *Формирование экспертной группы* (3–4 человека), способной отобрать наилучшие идеи и разработать показатели и критерии оценки. Учитель может участвовать в реализации этого этапа или предложить сделать это самим ученикам.

3. *Тренировочная интеллектуальная разминка* для приведения учеников в рабочее психологическое состояние за счет активизации их знаний, обмена мнениями и выработки общей позиции по проблеме. Позволяет ученикам освободиться от воздействия сковывающих факторов (страхов, статусно-ролевых установок, лени, замедленной скорости реакций и т. п.), психологических барьеров и дискомфорта. Обычно носит отвлеченный характер, прямо не связанный с общей тематикой и проблематикой дискуссии. Этот шаг осуществляется в форме экспресс-опроса. Учитель обращается к ученикам с вопросом, на который те должны дать краткий ответ. При затруднении одного отвечающего учитель спрашивает другого. Таким образом, в течение 10–15 минут производится подготовка к дальнейшей активной коммуникации.

4. *Собственно «мозговой штурм»* направлен на разрешение поставленной проблемы. Генерирование идей начинается с подачи учителем сигнала о начале работы. Ученики формулируют любые пришедшие им в голову варианты решений, стараясь избавиться от их критической оценки. Для этого учитель поощряет интеллектуальную активность участников, запрещает любые комментарии в адрес высказанных идей и предложений к ним, блокирует невербальные эмоциональные реакции членов группы на услышанное. Для этого работа ведется в максимально быстром темпе. Каждому ученику слово предоставляется на несколько секунд, что не исключает его повторной активации.

Работа может вестись по кругу или вразнобой. Экспертная группа фиксирует все выдвинутые идеи с помощью технических средств и/или на бумаге. Общая продолжительность этапа 10–20 минут.

Если продуктивность работы недостаточна, учитель может предложить перейти к индивидуальной работе, когда после получения установки каждый участник фиксирует свои мысли и идеи на бумаге (2–5 минут), затем все члены группы одновременно выкладывают свои карточки для обозрения, сравнения и обсуждения.

5. *Оценка и отбор наилучших идей* экспертной группой или всеми участниками «мозгового штурма». Этот этап носит характер групповой дискуссии, из которой исключены моменты персонализации выдвинутых предложений. Обсуждаются непосредственно идеи и предложения, для чего их оглашение и презентацию берет на себя учитель или члены экспертной группы. Оценка и обсуждение проводятся в соответствии с заранее подготовленными критериями и показателями. При этом оценка может носить не только качественный, но и количественный характер. Продолжительность этого этапа может сильно варьировать. В целом не стоит сворачивать обсуждения. Если ни один из предложенных вариантов не отвечает всем заданным критериям, есть смысл вернуться к предыдущему этапу и провести еще один «мозговой штурм».

6. *Обобщение результатов* «мозгового штурма». Учитель резюмирует итоги «мозгового штурма» и итоги обсуждения его результатов.

Круглый стол – это метод активного и интерактивного обучения, одна из организационных форм познавательной деятельности учащихся, позволяющая закрепить полученные ранее знания, восполнить недостающую информацию, сформировать умение решать проблемы, укрепить позиции, научить культуре ведения дискуссии. Характерной чертой «круглого стола» является сочетание тематической дискуссии с групповой консультацией. Наряду с активным обменом знаниями, у учащихся вырабатываются профессиональные умения излагать мысли, аргументировать свои соображения, обосновывать предлагаемые решения и отстаивать свои убеждения. При этом происходит закрепление информации и самостоятельной работы с дополнительным материалом, а также выявление проблем и вопросов для обсуждения [12].

Основную часть «круглого стола» по любой тематике составляет дискуссия. *Дискуссия* (от лат. discussio – исследование, рассмотрение) – это всестороннее обсуждение спорного вопроса в публичном собрании, в частной беседе, споре. Другими словами, дискуссия заключается в коллективном обсуждении какого-либо вопроса, проблемы или сопоставлении информации, идей, мнений, предложений. Цели проведения дискуссии могут быть очень разнообразными: обучение, тренинг, диагностика, преобразование, изменение установок, стимулирование творчества и др.

Деловые игры (в том числе ролевые, имитационные, луночные) – достаточно популярный метод, который может применяться даже в начальной школе. Во время игры учащиеся играют роли участников той или иной ситуации, примеривая на себя разные профессии.

Аквариум – одна из разновидностей деловой игры, напоминающая реалити-шоу. При этом заданную ситуацию обыгрывают 2-3 участника. Остальные наблюдают со стороны и анализируют не только действия участников, но и предложенные ими варианты, идеи.

Метод проектов – самостоятельная разработка учащимися проекта по теме и его защита.

BarCamp, или антиконференция. Метод предложил веб-мастер Тим О'Рейли. Суть его в том, что каждый становится не только участником, но и организатором конференции. Все участники выступают с новыми идеями, презентациями, предложениями по заданной теме. Далее происходит поиск самых интересных идей и их общее обсуждение.

К интерактивным методам обучения на уроке также относят мастер-классы, построение шкалы мнений, ПОПС-формулу, дерево решений. Как видим, существуют самые разнообразные методы интерактивного обучения.

Применение каждого из них дает возможность не только развить у обучающегося коммуникативные навыки и умения, но и дать активный толчок к социализации личности, развить умение работать в команде, а также максимально ликвидировать психологическое напряжение, возникающее между педагогом и учениками.

Интерактивные методы обучения требуют полностью изменить существующую структуру урока. Кроме того, применение интерактивного метода невозможно без опыта и профессионализма самого учителя.

Методы развития интерактивного обучения предполагают, что педагог на уроке выполняет несколько задач. Одна из них – выступать в роли эксперта-информатора. Для этого необходимо заготовить и изложить текстовый материал, продемонстрировать видеоряд, ответить на вопросы участников урока, отследить результаты процесса обучения и т. д. Также при интерактивном обучении педагогу отводится роль организатора-фасилитатора. Она состоит в налаживании взаимодействия обучающихся с физическим и социальным окружением. Для этого учитель разбивает учеников на подгруппы, координирует выполнение данных им заданий, побуждает к самостоятельному поиску ответов и т. д. Роль педагога при интерактивном обучении предполагает и выполнение функций консультанта. Учитель не только обращается к уже накопленному опыту обучающихся, но и помогает им в поиске решений поставленных задач [12].

Приведем пример проведения практического занятия.

Учебный процесс, опирающийся на использовании интерактивных методов обучения, организуется с учетом включенности в процесс познания всех учеников группы без исключения. Совместная деятельность означает, что каждый вносит свой особый индивидуальный вклад, в ходе работы идет обмен знаниями, идеями, способами деятельности.

Организируются индивидуальная, парная и групповая работа, используется проектная работа, ролевые игры, осуществляется работа с документами и различными источниками информации.

Интерактивные методы основаны на принципах взаимодействия, активности обучаемых, опоре на групповой опыт, обязательной обратной связи. Создается среда образовательного общения, которая характеризуется открытостью, взаимодействием участников, равенством их аргументов, накоплением совместного знания, возможностью взаимной оценки и контроля. Подготовка заключается в разбивке учеников учебной группы на подгруппы по 6 человек в каждой. При этом каждый из учеников заранее индивидуально и самостоятельно решает выданные ему задачи по какой-либо теме, изученной на практическом занятии ранее.

Количество и качество задач подразумевается равным для всех учеников группы. Таким образом, уже на предварительном этапе обучение происходит в интерактивной форме.

Практическое занятие – это защита учениками подгруппы сделанного самостоятельно задания. Поскольку оцениваться будет работа подгруппы в целом, а не каждого ученика в отдельности, дается время для обсуждения полученных индивидуально решений задач внутри подгруппы. Каждый член подгруппы должен быть готов к защите полученного решения, поэтому задача всех остальных членов группы – при совместном обсуждении предлагаемого решения – добиться исключительно правильного подхода в выборе метода решения и обнаружить и исправить любые ошибки, если они были. Таким образом, внутри подгруппы обсуждаются все задачи, выносимые на защиту для этой подгруппы [12].

В данном случае ученик приобретает следующие очень полезные навыки:

- 1) умение изложить метод решения задачи;
- 2) отстаивать правильность выбранного подхода;
- 3) ответить на поставленные другими членами группы;
- 4) вопросы (во время объяснения решения своих задач);
- 5) вникнуть в процесс решения вновь изложенной задачи;
- 6) обнаружить неточности в решении (при обсуждении решений задач других членов группы) [12].

Важной особенностью такого подхода является вовлечение всех без исключения учеников в процесс обучения, во время которого происходит не только закрепление полученных навыков, но и возникает ситуация, позволяющая каждому из учеников наладить процесс коммуникации, обеспечивающий наиболее качественную подготовку всей подгруппы к защите индивидуальных заданий.

Когда обсуждение закончено, и подгруппа готова к процессу защиты, ученик этой подгруппы делает соответствующую отметку на доске, где отмечены все подгруппы и номера задач, защита которых предусмотрена на занятии. Таким образом, учитель имеет информацию о готовности группы к ответу.

Сам процесс защиты задачи происходит также в активной форме, поскольку ученик приводит решение какой-либо из своих задач, аргументировано показывает эффективность выбранного метода и отвечает на вопросы учителя, касающиеся предмета обсуждения (здесь возникает обратная связь ученика с учителем).

Количество учеников, которые могут быть выбраны для ответа из каждой подгруппы определяется количеством задач, заданных для защиты, временем, отведенным на проведение такой защиты, количества подгрупп в группе. Например, при наличии 4 подгрупп и 2 академических часа на проведения занятия вполне можно проверить 3-4 задачи, т.е. могут быть заслушаны учителем примерно 12-16 учеников.

Результатом является выставленное (всей группе) количество баллов по рейтинговой системе. Например, может быть предложен следующий подход:

- 3 балла – задача решена верно, метод выбран наиболее рационально, ученик грамотно отвечает на все поставленные учителем вопросы;

- 2 балла – задача решена верно, но при этом использован не самый рациональный метод (или ученик неуверенно отвечает на поставленные вопросы, ошибается, но сам себя исправляет);

- 1 балл – ученик может правильно решить задачу только с помощью наводящих вопросов учителя, но в процессе работы осваивает нужный учебный материал;

- 0 баллов – ученик не может привести решение задачи и не может ответить на наводящие вопросы учителя и обнаруживает полную неподготовленность по изучаемой тематике.

Таким образом, основой реализации интерактивных подходов к содержанию обучения является разработка и использование интерактивных заданий и упражнений, которые будут выполняться учащимися. Основное отличие **интерактивных упражнений** и заданий от обычных в том, что они направлены не только и не столько на закрепление уже изученного материала, сколько на изучение нового. Именно поэтому каждое **интерактивное задание** – это **творческое учебное задание**, которое требует от учащихся не простого воспроизводства информации, а содержит большой или меньший элемент неизвестности и имеет, как правило, несколько подходов.

Изучение научной и методической литературы по данной проблеме позволяет сделать вывод о том, что интерактивное обучение – несомненно, интересное, творческое, перспективное направление нашей педагогики. Интерактивное обучение помогает ребенку не только учиться, но и жить. Это такая организация учебного процесса, при которой невозможно неучастие в познавательном процессе: каждый ученик либо имеет определенное ролевое задание, в котором он должен публично отчитаться, либо от его деятельности зависит качество выполнения поставленной перед группой познавательной задачи. Именно поэтому каждое интерактивное задание – это творческое учебное задание, которое требует от

учащихся не простого воспроизводства информации, а содержит большой или меньший элемент неизвестности и имеет, как правило, несколько подходов.

Преследуя образовательные цели, активные методы обучения воздействуют в комплексе на личность ребенка, влияют на умственное развитие, так как при использовании активных методов обучения необходимо, чтобы школьники умели анализировать, рассуждать, планировать, комбинировать, создавать новое.

Преимущества рассмотренных активных и интерактивных методов обучения очевидны. Разумное и целесообразное их использование значительно повышает развивающий эффект обучения, создает атмосферу напряженного поиска, вызывает у учащихся и учителя массу положительных эмоций и переживаний.

Все активные и интерактивные методы обучения призваны решать главную задачу, сформулированную в ГОСО – научить ребенка учиться. То есть истина не должна преподноситься «на блюдечке». Гораздо важнее развивать критическое мышление, основанное на анализе ситуации, самостоятельном поиске информации, построению логической цепочки и принятию взвешенного и аргументированного решения.

Современная жизнь устанавливает свои приоритеты: не простое знание фактов, не умения как таковые, а способность пользоваться приобретенным; не объем информации, а умение получать ее и моделировать; не потребительство, а созидание и сотрудничество.

Органичное включение работы по технологии развития критического мышления в систему школьного образования дает возможность личностного роста, ведь такая работа обращена прежде всего к ребенку, к его индивидуальности.

Критическое мышление – это точка опоры, естественный способ взаимодействия с идеями и информацией. Мы стоим перед проблемой выбора информации. Необходимы умения не только овладеть ею, но и критически оценить, осмыслить, применить.

Получая новую информацию, ученики должны научиться рассматривать ее с различных точек зрения, делать выводы относительно ее точности и ценности.

Д.Халперн в своей работе «Психология критического мышления» определяет критическое мышление следующим образом: это – направленное мышление, оно отличается взвешенностью, логичностью и целенаправленностью, его отличает использование таких когнитивных навыков и стратегий, которые увеличивают вероятность получения желательного результата [45].

При всем разнообразии определений критического мышления можно увидеть в них близкий смысл, который отражает оценочные и рефлексивные свойства мышления. Это открытое мышление, не принимающее догм, развивающееся путем наложения новой информации на жизненный личный опыт. В этом и есть его отличие от мышления творческого, которое не предусматривает оценочности, а предполагает продуцирование новых идей, часто выходящих за рамки жизненного опыта, внешних норм и правил.

Однако провести четкую границу между критическим и творческим мышлением сложно. Можно сказать, что критическое мышление – это отправная точка для развития творческого мышления, более того, и критическое, и творческое мышление развиваются в синтезе и взаимообусловлены [45].

Как мы уже отмечали, для развития критического мышления необходимо создание и применение специальных методических инструментов, одним из которых, на наш взгляд, стала разработанная американскими педагогами Дж. Стил, К.Мередилом и Ч.Темплом педагогическая технология развития критического мышления посредством чтения и письма. Структура данной технологии стройна и логична, так как ее этапы соответствуют закономерным этапам когнитивной деятельности личности [12].

Для того чтобы учащийся мог воспользоваться своим критическим мышлением, ему важно развить в себе ряд качеств, среди которых Д.Халперн выделяет [45]:

1. *Готовность к планированию.* Мысли часто возникают хаотично. Важно упорядочить их, выстроить последовательность изложения. Упорядоченность мысли – признак уверенности.

2. *Гибкость.* Если учащийся не готов воспринимать идеи других, он никогда не сможет стать генератором собственных идей и мыслей. Гибкость позволяет подождать с вынесением суждения, пока ученик не обладает разнообразной информацией.

3. *Настойчивость.* Часто, сталкиваясь с трудной задачей, мы откладываем ее решение на потом. Выработывая настойчивость в напряжении ума, ученик обязательно добьется гораздо лучших результатов в обучении.

4. *Готовность исправлять свои ошибки.* Критически мыслящий человек не будет оправдывать свои неправильные решения, а сделает верные выводы, воспользуется ошибкой для продолжения обучения.

5. *Осознание.* Это очень важное качество, предполагающее умение наблюдать за собой в процессе мыслительной деятельности, отслеживать ход рассуждений.

6. *Поиск компромиссных решений.* Важно, чтобы принятые решения воспринимались другими людьми, иначе они так и останутся на уровне высказываний.

Технология развития критического мышления предполагает равные партнерские отношения, как в плане общения, так и в плане конструирования знания, рождающегося в процессе обучения.

Работая в режиме технологии критического мышления, учитель перестает быть главным источником информации, и, используя приемы технологии, превращает обучение – продвижение от незнания к знанию – в совместный и интересный поиск.

Как известно, критическое мышление - это способность ставить новые вопросы, вырабатывать разнообразные аргументы, принимать независимые

продуманные решения [45]. Технологические этапы развития критического мышления описаны в таблице 5.

Таблица-5

Технологические этапы развития критического мышления

1-стадия	2-стадия	3-стадия
Вызов	Осмысление	Рефлексия
1. Актуализация имеющихся знаний. 2. Пробуждение интереса к получению информации. 3. Постановка учеником собственных целей обучения	1. Получение новой информации, осмысление. 2. Соотношение к уже имеющимся знаниям, систематизация знаний. 3. Корректировка учеником поставленных целей обучения	1. Целостное осмысление, обобщение полученной информации. 2. Размышление, рождение нового знания. 3. Формирование у каждого из учащихся собственного отношения к изучаемому материалу

На стадии вызова необходимо предоставить учащемуся возможность проанализировать то, что он уже знает об изучаемой теме, это создаст дополнительный стимул для формулировки им собственных целей-мотивов. Именно эта задача первична и решается на стадии вызова.

Другой задачей этой стадии является *активизация* учеников. Нередко мы видим, что некоторые школьники на уроке не прикладывают значительных интеллектуальных усилий, предпочитая дожидаться момента, когда другие решат предложенную задачу. Поэтому важно, чтобы каждый смог принять участие в работе, ставящей своей целью актуализацию собственного опыта.

Можно комбинировать приёмы индивидуальной и групповой работы. Например, предложить каждому учащемуся вспомнить о том, что уже известно об изучаемой теме, записать это в виде ключевых слов, затем поделиться написанным в паре или в группе, составив список ключевых слов всей группы, а после обсудить это вместе с учителем.

Итак, в процессе реализации стадии вызова важно: [45].

1) давать учащимся возможность высказывать свою точку зрения по поводу изучаемой темы свободно, без боязни ошибиться и быть поправленными учителем;

2) фиксировать все высказывания: любое из них будет важным для дальнейшей работы. При этом на данном этапе нет «правильных» или «неправильных» высказываний;

3) сочетать индивидуальную и групповую работу: индивидуальная позволит каждому ученику актуализировать свои знания и опыт; групповая – услышать другие мнения, изложить свою точку зрения без риска ошибиться.

На стадии вызова применяются следующие приемы:

- верное или неверное утверждение (в форме игры «крестики- нолики»);
- проблемные вопросы, мозговой штурм;
- «толстые и тонкие вопросы»;
- рассказ-предположение, по ключевым словам,;
- перепутанные логические цепочки;
- кластеры;
- таблицы «З-Х-У» (знаю, хочу узнать, узнал);
- корзина идей (что знают и думают ученики по обсуждаемой теме).

Стадия осмысления содержания может осуществляться по-разному: чтение текста, рассказ учителя или просмотр видеофильма. В любом случае у детей создается целостное представление о событии, и они могут уточнять свою цепочку и определять последовательность элементов события. Здесь большую роль играет внимание, поэтому не у всех учеников получается правильно. После завершения индивидуальной работы они проверяют друг друга, сверяются в группах, либо в парах. После этого озвучивается верный вариант, и все могут проверить качество своей работы.

Основными приемами стадии осмысления являются:

- методы активного чтения: «инсерт», «Фишбоун», «идеал»;
- лекция со «стопами»;
- ведение различных записей, «Бортовой журнал»;
- поиск ответов на поставленные в первой части урока вопросы;
- «толстые и тонкие» вопросы (приоритет за «толстыми» вопросами).

В процессе рефлексии та информация, которая была новой, становится присвоенной, превращается в собственное знание.

Анализируя функции двух первых стадий технологии развития критического мышления, можно сделать вывод о том, что, по сути, рефлексивный анализ и оценка пронизывают все этапы работы. Вместе с тем рефлексия на стадиях вызова и осмысления содержания имеет другие формы и функции. На третьей же стадии процесса рефлексия становится основной целью деятельности и школьников, и учителя.

На стадии рефлексии применяются следующие приемы:

- резюме (я понял (а), что...);
- синквейн;
- кластер (дистраивание);
- возврат к ключевым словам;
- устный круглый стол;
- различные виды дискуссий;
- написание творческих работ, эссе;
- исследование по отдельным вопросам.

Для анализа текста при критическом мышлении применяется прием инсорта. Инсерт – это маркировка текста на полях значками по мере его чтения. Применяются следующие обозначения:

- «V» – «уже знал»;
- «+» – «новое»;
- «-» – «думал иначе»;
- «?» – «не понял, есть вопросы».

В технологии критического мышления определенную роль играет прием чтения с остановками.

Здесь текст читается дозированно. После каждой смысловой части обязательно делается остановка. Во время «стопа» идет обсуждение проблемного вопроса, или коллективный поиск ответа на основной вопрос темы, или дается какое-то задание, которое выполняется в группах или индивидуально.

Следующий прием технологии – кластер («гроздь», «созвездие»).

Его суть – выделение смысловых единиц, текста и графическое их оформление в определенном порядке грозди, пучка, созвездия.

Правила работы с кластером:

- не бояться записывать все, что приходит на ум;
- дать волю воображению и интуиции;
- продолжить работу, пока не кончится время или идеи не иссякнут;
- постараться построить как можно больше связей;
- не следовать по заранее определенному плану.

При применении приема «понятийное колесо» в центре колеса пишется ключевое (изучаемое на уроке) понятия (тема), а вокруг него – современные лучшие слова-ассоциации (словосочетания), которые предлагают дети.

Приемы эссе, сочинение, обсуждение – применяются на этапе рефлексии.

Темы дискуссии – можно предложить учащимся организовать свои мысли с помощью эссе. В течение 10 минут писать без остановки на конкретную тему.

Главное правило – не останавливаться, не перечитывать и не исправлять.

Для обобщения изученного применяется прием синквейн, который состоит из пяти строк.

- 1 строка: кто, что? (существительное);
- 2 строка: какой, какая? (прилагательное);
- 3 строка: что делает? (глагол);
- 4 строка: что думает автор о теме? (фраза);
- 5 строка: кто, что? (новое звучание темы) (1 существительное).

Прием древо предсказаний подходит для развития умения аргументировать, обосновывать свои прогнозы. «Ствол» дерева – это тема, «листочки» – прогнозы, а «веточки» – аргументы.

Для осмысления исследуемой ситуации часто применяют прием «фишбоун». С его помощью можно в явлении различать составные части, в событиях выделять причины, последствия, аргументировать ответы, подтверждать его примерами и т.д.

Основой для выполнения работы по схеме является проблема, содержащаяся в тексте или рассказе учителя. Ее записывает в голове фишбоуна, а вывод, получаемый по ходу работы, записывает в хвосте [12,45].

С целью развития альтернативных способов познания у ученика, выражающего собственной позиции по рассматриваемой теме применяется таблица «З-Х-У» (знаю, хочу узнать, узнал).

Дети с помощью таблицы собирают воедино имеющиеся знания по данной теме, обосновывают и систематизируют поступающие новые знания.

Мозговая атака используется на стадии «вызова»:

1 этап – учащимся предлагается подумать и записать все, что они задумали или думают, что знают по данной теме;

2 этап – обмен информацией.

Лимит времени – 5-7 минут, при обретении идеи не критикуются, но разногласия фиксируются. Оперативно записываются высказанные предложения (парная, групповая работа).

Как известно, вопрос – основная движущая сила мышления.

Только те ученики, которые задаются вопросами или задают их, по-настоящему думают и стремятся к знаниям. Уровень задаваемых вопросов определяет их уровень мышления. По уровням сложности вопросы делятся на «тонкие» и «толстые»:

- «тонкие вопросы» (кто? что? когда? ...)
- «толстые вопросы» (согласны ли вы..., верно ли..., дайте объяснение почему..., почему вы думаете..., почему вы считаете..., в чем разница..., предложите, что будет если...).

Обобщая вышесказанное, приведем сводную таблицу целей и приемов по технологии «критического мышления» (см. таблицу 6).

Таблица 6 – Сводная таблица целей и приемов технологии критического мышления

Этапы	Вызов	Осмысление	Рефлексия
-------	-------	------------	-----------

Цели	<ul style="list-style-type: none"> - Актуализация опыта и предыдущих знаний обучаемых; - Активизация деятельности учащихся; - Формирование мотивации на учебную деятельность; - Постановка обучаемыми индивидуальных целей в учебной деятельности. 	<ul style="list-style-type: none"> - Получение обучаемыми нового знания; - Формирование понимания и систематизация знаний, соотнесение известного с новым; - Освоение способа работы с информацией; - Поддержка целей, поставленных на стадии Вызова. 	<ul style="list-style-type: none"> - Присвоение нового знания; - Создание целостного представления о предмете; - Расширение проблемного поля, постановка новых целей в учебной деятельности; - Работа по оценке и самооценке развития обучаемых в предмете.
Приемы	<ul style="list-style-type: none"> - «Мозговой штурм» - Прогнозирование (по портрету, картине); - Прогнозирование по ключевым словам; - Альтернативный тест (правильные или неправильные высказывания); - Формулировка вопросов, ответы на которые нужно найти в тексте; - Кластер; - Таблица «З-Х-У». 	<ul style="list-style-type: none"> - Чтение текста с маркировкой по методу insert; - Выделение ключевых слов подчеркиванием; - Лекция со стопами; - «Тонкие» и «толстые» вопросы (приоритет за «толстыми» вопросами); - Фишбоун; - Ведение «бортового журнала». 	<ul style="list-style-type: none"> - Маркировочная таблица insert; - Творческие работы – синквейн, эссе; - Возвращение к ключевым словам, верным и неверным утверждениям; - Ведение дневника, письмо другу; - Дистраивание кластера из ключевых слов; - Перепутанные логические цепи.
Результаты	<ul style="list-style-type: none"> - Актуализированный опыт; - Активизированное знание; - Сформированный мотив. 	<ul style="list-style-type: none"> - Систематизированное знание; - Укрепление целей, заявленных на стадии вызова. 	<ul style="list-style-type: none"> - Присвоенное знание; - Сформированное целостное представление о предмете; - Поставленные проблемы на дальнейшее продвижение.

Каждая из стратегий технологии критического мышления является инструментом для достижения достаточно конкретных целей. Эти стратегии могут использоваться учителем для развития у школьников таких умений, как, например:

- умение решать учебные и реальные проблемы;
- умение выделять из текста основные смысловые единицы (всё это педагоги способны диагностировать, не правда ли?);
- способность к продуктивной совместной работе в группе;
- корректность в работе с источниками информации;

- способность отказаться от своей точки зрения, если она не позволяет объяснить тот или иной факт или входит в противоречие со здравым смыслом, логикой, научными доказательствами.

Каким же образом можно поставить оценку за сформированность этих умений и качеств? Несомненно, это не количественные показатели, т. е. они не измеряются «пятеркой» или «четверкой». Нам важно отследить их устойчивое позитивное развитие у каждого ученика. Для обобщённой оценки предлагается использовать критерий креативности (в данном случае – способность ученика синтезировать новую информацию в графической форме и применять её при решении новых типов задач).

Как оценивать участие ученика в активной дискуссии? Авторы технологии предлагают использовать самооценку [45].

Интересным примером в технологии развития критического мышления может служить совокупная оценка. Сначала учитель разъясняет учащимся, какие задачи предстоит решить на определённом отрезке времени, затем он предлагает им форму портфолио для обобщения материалов по теме. Учитель и учащиеся договариваются о том, какие материалы составят совокупный критерий оценки портфолио. Когда занятия по теме подходят к концу, учащимся предлагается собственноручно отобрать лучшие из собранных в папке работ, а затем составить письменный отчёт о проделанной работе. При этом ученики могут в качестве доказательства своих успехов сослаться на разработанные ранее критерии оценки портфолио. Учащимся может быть предложено самим выставить себе оценку, затем их работа передаётся учителю, который даёт на неё критический отзыв. Только теперь, принимая во внимание оценку, которую учащийся выставил себе сам, и дав ей всестороннее обоснование, учитель оценивает работу учащихся.

Для диагностики сформированности критического мышления у школьников важно помнить о том, что критическое мышление не состоит только из наличия когнитивных навыков. Кроме рациональных компонентов мышления, о сформированности которых у учащихся мы можем судить по результатам выполнения ими, например, тестовых заданий, в понятие «критическое мышление» входят и такие важные компоненты, как:

- умение принимать иную точку зрения;
- способность рассматривать проблемы под разным углом;
- умение ясно ставить собственные цели обучения и конструировать в соответствии с ними свой образовательный маршрут (т. е. акцентировать внимание на тех вопросах, которые кажутся наиболее важными для понимания темы).

Естественно, данные компоненты критического мышления не могут быть диагностированы с помощью предметных методик и оценены количественно. Практика показывает, что в условиях применения технологии критического мышления из-за группового характера организации усвоения учебного материала

учителю не удастся применять критериальную систему оценивания и точно оценить учебные успехи каждого ученика.

Мы считаем, что процесс усвоения каждой темы в условиях применения технологии критического мышления должен завершаться реализацией обратной связи с каждым учеником, где ему предлагаются развивающие уровневые задания для индивидуальной самостоятельной работы. Поскольку в технологии критического мышления, во-первых, если даже учитель организывает уроки в соответствии с требованиями всех трёх ее стадий, все равно не всем ученикам (кроме лидеров малых групп) удастся освоить и применить приемы этапов осмысления и рефлексии. Последовательное же самостоятельное выполнение развивающих разноуровневых заданий каждым из учащихся индивидуально постепенно формирует у них цепочку умений, соответствующих уровням «понимания», «применения», «синтеза», «оценки» и «создания». Во-вторых, задача развития функциональной грамотности, ключевых компетенций требует отслеживания индивидуальной траектории развития ученика, проведения своевременных коррекционных работ, и точно, объективно оценить его учебное достижение.

Эти недостатки технологии критического мышления, т.е. синектической части ТТМСО, восполняются ее второй частью, ориентированной на результат. Последовательное самостоятельное выполнение разноуровневых развивающих заданий каждым из учащихся индивидуально постепенно формирует у них цепочку умений, соответствующих уровням «знания», «понимания», «применения», «оценки» и «создания» (см. § 10).

Каждое уровневое задание во второй части ТТМСО направлено не столько на закрепление знаний, уже полученных в синектической части, сколько на самостоятельное углубленное изучение нового [12].

Технология трехмерной методической системы обучения – синтез инновационных методик и эффективный механизм реализации STEM-обучения

Актуальность технологизации учебного процесса

На наш взгляд главной причиной обязательной необходимости разработки и внедрения в практику школ педагогических технологий является выполнение требований 3-го пункта 51-й статьи Закона РК «Об образовании». В п.3, статьи 51 Закона РК «Об образовании», устанавливающего обязанности педагога, указано, что педагогические работники обязаны добиваться получения учащимися знаний не ниже требований государственного общеобязательного стандарта образования (ГОСО), развивать у обучающихся жизненные навыки, компетенции, самостоятельность, творческие способности. Однако, анализ результатов ЕНТ показывает, что ежегодно в среднем 20% учащихся не преодолевают пороговый уровень, который соответствует самому низкому уровню усвоения «узнавание»,

установленного государственным общеобязательным стандартом образования. Это означает, что учителя, обучавшие этих учеников, не выполняют требования 3-го пункта 51-й статьи закона, т.е. нарушают норму закона! Получается парадокс: в других сферах отрасли жизни работники, нарушившие норму закона, наказываются, а в сфере образования это допускается. Возникает дилемма: либо требования этого норматива закона слишком завышенные, либо педагогам надо освоить такой дидактический инструментарий, который гарантирует достижение всеми учащимися хотя бы уровня усвоения «узнавание». Исследования ученых и наш опыт показывают, что традиционная методика не способна создать развивающую образовательную среду и гарантировать для всех учащихся такого результата обучения. Для этого она должна совершенствоваться до уровня педагогической технологии обучения.

Как известно, в любой отрасли промышленности выпуск изделия с браком считается недопустимым, и поэтому постоянно оценивается эффективность промышленного процесса, разрабатываются наиболее оптимальные методы (например, позволяющие управлять процессом с наименьшей затратой материалов, времени и энергии) обработки продукции для того, чтобы получить необходимые изделия более высокого качества.

А в огромной отрасли сферы образования (где только на уровне школы обучаются около 3 миллионов учеников и задействованы в процессе более 300 тысяч педагогов) допускается брак, эффективность процесса оценивается необъективно, применение оптимальных методов и достижение более высокого качества остаются на декларативном уровне. Качество обучения, т.е. учебные достижения учащихся оцениваются не критериально, т.к. нередко усвоения на уровне «узнавание» или «запоминание» оцениваются на «хорошо» и «отлично». Поэтому неудивительно, что большинство учащихся на ЕНТ не могут решить логические задачи, входящие в тестовые задания (несмотря на то, что их количество ничтожно мало). Из-за этого ежегодно огромное количество претендентов (более 40%) на «Алтын белгі» не могут подтвердить свои знания.

Данную проблему невозможно решить посредством внедрения в школьную практику «обновленного» содержания и интерактивных методов обучения, так как они отвечают на вопросы «чему учить?», «как учить?» и «зачем учить?». На эти вопросы и на вопрос «как учить результативно?» отвечает только применение педагогических технологий в учебном процессе.

Педагогическая технология должна гарантированно обеспечить получение всеми учащимися знаний и умений не ниже требований ГОСО и плюс к этому содействовать развитию у них жизненных навыков, предметных и ключевых компетенций, функциональной грамотности, креативности (творческих способностей). Поэтому в настоящее время технологизация образовательных систем стала новым перспективным направлением педагогической науки и практики.

Более того, технологизация учебного процесса позволяет реализовывать на практике концептуальные идеи гуманизации образования.

Что такое педагогическая технология и из чего она состоит?

Педагогическая технология – это научно-обоснованный дидактический алгоритм, проектирование урока по которому должно приводить к гарантированному учебному успеху каждого обучаемого.

Педагогическая технология – проект педагогической системы, реализация которого приводит к гарантированному результату (В.П.Беспалько).

Под педагогической системой (ПС) В.П. Беспалько понимает определенную совокупность взаимосвязанных средств, методов, содержания, организационных форм, целей обучения (т.е. методической системы обучения (МСО)) и процессов, необходимых для создания организованного, целенаправленного и преднамеренного педагогического влияния на формирование личности с заданными качествами [12].

Таким образом, $ПС = МСО + Д_{пр} = МСО + М + П_{д} + У_{пр}$, где М-мотив, $П_{д}$ - познавательная деятельность, $У_{пр}$ – управление. В свою очередь, $П_{д} = ООД + Ид + Коррд + Кд$; [12], где, ООД – ориентировочные основы действия, Ид - исполнительские действия, Коррд - коррекционные действия, Кд - контрольные действия.

В основе всех педагогических технологий, кроме гарантированного результата обучения, лежит идея создания адаптивных условий для каждого ученика, т.е. адаптация к особенностям ученика целей, содержания, методов, форм обучения и максимальная ориентация учебного процесса на самостоятельную познавательную деятельность ученика, расширение его субъектных функций.

С этой точки зрения наиболее полным является вышеприведенное определение В.П.Беспалько, дополненное им же следующими требованиями:

- 1) необходимы диагностичная постановка целей обучения и объективный контроль качества усвоения учащимися учебного материала;
- 2) необходимо осуществление принципа целостности (структурной и содержательной) всего учебно-воспитательного процесса, гармоничное взаимодействие всех элементов педагогической системы;
- 3) педагогическая технология предполагает проект учебного процесса, определяющий структуру и содержание учебно-познавательной деятельности самого учащегося, развитие личности в целом;
- 4) необходимо свести к минимуму педагогические экспромты в практическом преподавании, гарантированное достижение целей обучения [12].

Заметим, что вышеприведенные требования к технологиям обучения, определенные В.П.Беспалько, направлены на модернизацию педагогической системы на основе личностно-деятельностного подхода. Более того, они

предполагают выполнение всех требований гуманистической парадигмы образования к модернизации методической системы обучения.

Таким образом, основными компонентами педагогических технологий являются: диагностично поставленная цель, мотив, активность, методическая система обучения, направленная на развитие самостоятельной поисковой деятельности ученика, навыков самоуправления, т.е. дидактический процесс. В дидактическом процессе мотивированная познавательная деятельность ученика осуществляется посредством освоения основных компонентов методической системы обучения. Традиционно ученики осваивают содержание учебного материала посредством применяемых приемов и методов, форм и средств обучения под руководством учителя. Однако, в деятельностном подходе содержание должно стать и инструментом развития, самостоятельного добывания знаний и умений. Формы обучения – учебной средой активного и интерактивного взаимодействия всех субъектов дидактического процесса. Методы и средства обучения должны превращаться в средства самостоятельного поиска и исследования ученика в образовательной среде.

Что такое диагностично поставленные цели и трехмерная методическая система обучения?

Диагностичная постановка цели обучения характеризуется результатами обучения, выраженными в действиях учащихся, которые можно точно опознать и измерить [12].

В.П. Беспалько аргументированно считает, что диагностичная методика целеобразования является исходным пунктом разработки педагогических технологий, доказывая, что в современной школе и педагогике до сих пор не существует диагностичных целей и это является основной причиной тупикового состояния школы, «бездетной» и формальной педагогики [12]. «Сегодня учебно-воспитательный процесс осуществляется, как это ни парадоксально, без четкой постановки цели и без объективного учета его результатов. Минует описание цели, педагоги сразу устремляются к конструированию учебных планов, программ, пособий и других учебно-методических средств. Это разрыхляет, делает аморфной концептуальную основу образования, оставляет достаточно лазеек для проникновения в школу известных негативных явлений – формализма и процентомании, а также других факторов объективного торможения реформы», - утверждает В.П.Беспалько[12].

Как известно [12], цель – это предельно конкретный, охарактеризованный качественно, образ желаемого (ожидаемого) результата, которого ученик может достигать к строго определенному моменту времени. Диагностичная постановка цели обучения предполагает, что при ее формулировании всегда существует механизм (способ), позволяющий проверить соответствие результата поставленной

цели. Отсюда следует, что цель и результат должны быть представлены, измерены, охарактеризованы, описаны в одних единицах, в одних параметрах [12].

Наиболее известной системой целей, обладающей такими свойствами, является таксономия целей обучения американского ученого Б.Блума. Система целей по Б.Блуму имеет следующие компоненты, находящиеся в иерархической зависимости друг от друга: знание → понимание → применение → анализ → синтез → оценка.

Таким образом, Б.Блум обосновал иерархично расположенную структуру целей обучения (таксономия Блума), т.е. вертикальную иерархию одного из элементов целостной методической системы обучения. Необходимо отметить, что таксономия целей обучения Б.Блума, разработанная в середине прошлого века, сыграла прогрессивную роль в развитии теории обучения, в целом, дидактики. В мировой практике таксономия Б.Блума служит основой планирования обучения и объективного оценивания учебных успехов учащихся. За рубежом на основе концептуальных идей Б.Блума была разработана «теория полного усвоения» и технология обучения, реализующая данную теорию, ориентированную на результат. Однако, зарубежными учеными не были исследованы иерархичная суть других элементов целостной методической системы обучения (содержания, методов, форм и средств обучения), а также иерархичная сущность мотивов учения, уровней усвоения учениками учебного материала и др. компонентов учебного процесса во взаимосвязи с диагностично поставленными целями обучения.

Из словосочетания «результаты обучения, выраженные в действиях учащихся», имеющего в определении понятие диагностичной постановки цели, вытекает следующее: а) обучение должно быть организовано на основе самостоятельной познавательной деятельности учащихся; б) результаты обучения образуют иерархично зависимую структуру, так как деятельность учащихся характеризуется иерархией: репродуктивными, преобразующими и продуктивными действиями [12].

Исходя из этой иерархии видов деятельности учеными определены соответствующие иерархии результатов обучения. Например, академиком В.П.Беспалько определены следующие уровни (иерархии) усвоения учебного материала: ученический, алгоритмический, эвристический и творческий уровни усвоения [12].

При проектировании педагогической системы на основе технологического подхода В.П.Беспалько предлагает осуществлять последовательное усвоение учебного материала, т.е. последовательный переход познавательной деятельности ученика от репродуктивного уровня к преобразующему, далее к продуктивному уровню [12].

Реализация диагностично поставленных целей обучения требует иерархично сформулированное содержание образования, поскольку иерархичные действия учащихся направлены на освоение иерархично систематизированного учебного

материала. Отметим, что иерархичная структура содержания учебного материала образует его развивающую и процессуальную основу.

Традиционное информативное содержание дает знание на уровне «запоминание» и процессуально оно используется только лишь для прочтения готового текста или правил и фактов. Осуществлять развивающую функцию, позволяющую ученику полностью погружаться в поисково-исследовательскую деятельность в течение всего учебного процесса такое содержание не может. Иерархичное представление содержания образования также полностью раскрывает его процессуальные возможности, так как оно становится в таком случае проводником развивающей деятельности ученика в дидактическом процессе, позволяющей охватить весь диапазон его деятельности от репродуктивного до продуктивной. Таким образом, содержание от информативного текста становится объектом познавательной деятельности ученика, ученик, выполняя уровневые учебные материалы, присваивает навыки деятельности более высокого уровня.

Наше исследование показало, что не только цели, но и все компоненты методической системы обучения (цель, содержание, методы, формы и средства обучения) образуют иерархию и находятся в уровневой взаимосвязи [12]. Заметим, что структура первых двух элементов (цель, содержание) методической системы образует строгую иерархию, а иерархичная структура остальных элементов является «производной» от них. Иерархичная сущность содержания образования научно обоснована в работах И.Я.Лернера и Х.Табы [12]. Х.Таба определила три последовательные, иерархически соподчиненные ступени формирования мышления и соответственно три типа учебных заданий: 1) формирование понятий; 2) интерпретация данных; 3) применение правил и принципов. Она также доказывает, что каждому из этих видов учебно-познавательной деятельности соответствует своя стратегия обучения. Тем самым она разработала иерархически соподчиненные стратегии в соответствии с выделенными ею основными тремя типами познавательных задач. Нетрудно заметить, что теория И.Я.Лернера о четырехэлементной основе содержания образования подтверждается концептуальными выводами Х.Табы. В рис.2 отсутствует четвертый элемент – система норм эмоционально-ценностного отношения, которая определяет воспитательную функцию содержания. Требования данного элемента будут учтены при конструировании содержания уровневых учебных заданий.

Необходимо отметить, что иерархичная сущность содержания подчеркивает не только его структурно-содержательную основу, но и процессуальные и развивающе-деятельностные аспекты, которые в условиях «знаниевого» содержания не заметны и почти не функционируют.

Методическую систему обучения, элементы которой образуют иерархично расположенную, многоуровневую структуру мы назвали трехмерной методической системой обучения (см. рис. 1).

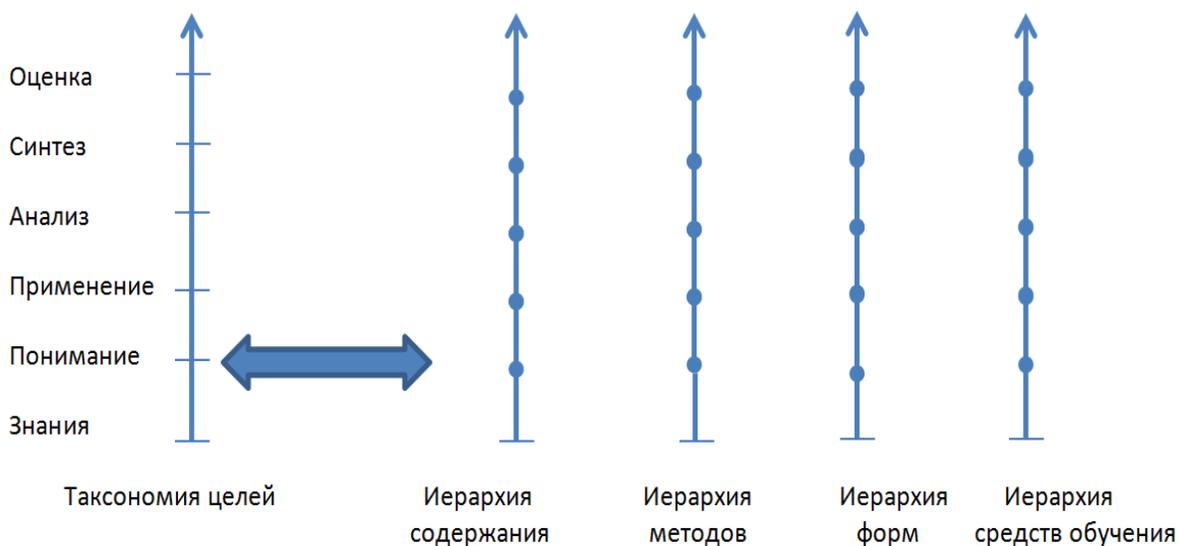


Рис.1 Трёхмерная методическая система обучения

«Трёхмерность» означает наличие многоуровневости, иерархии, т.е. вертикали (высоты) относительно каждого из компонентов методической системы обучения: цели, содержания, методов, форм и средств обучения. Таким образом, трёхмерная методическая система обучения является научно-обоснованным расширением идеи Б.Блума о таксономии целей обучения на все компоненты методической системы.

Традиционное «знаниевое» содержание соответствовало «знаниевому» обучению, которое реализовывалось компонентами первого уровня трёхмерной методической системы обучения. «Обмотанная» вокруг первого уровня трёхмерной методической системы «знаниевая» методическая система «не отпускала» учебный процесс в зону ближайшего развития ученика, учебные успехи детей оценивались в основном на уровне «знание и понимание». За такой уровень усвоения ученики получили «хорошо» и «отлично», что привело, как было показано выше, к массовому выпуску школами не подтверждающих своего уровня «алтынбелгийцев».

В формуле дидактического процесса $Дпр = М+Пд+Упр$, методическая система явно не присутствует. В процессе обучения, основанном на гуманистической парадигме, в том числе личностно-деятельностном подходе главный компонент методической системы – содержание образования становится средством развивающей, поисково-познавательной деятельности ученика и сидит в компонентах ООД и ИД. Постепенный переход уровня деятельности от репродуктивного к преобразующему, далее к продуктивному обеспечивается трёхмерным содержанием.

При этом, внешнеорганизуемые учителем методы и приемы деятельности постепенно переходят к самостоятельно осознанным учениками методам

самостоятельной деятельности, образуя следом иерархичную структуру уровневое содержание.

Отметим, что при выполнении уровневых заданий (освоении трехмерного содержания) ученик самостоятельно ставит цели решения представленной задачи. Умения самостоятельной постановки цели для выполнения трехмерных заданий постепенно формируют у учеников умения самостоятельно ставить цели для реализации творческих заданий. Формы и средства обучения, следуя за таксономией цели, трехмерным содержанием и методами обучения, приобретают иерархическую структуру.

Только трехмерная методическая система адекватно отвечает требованиям развивающего обучения и личностно-ориентированного подхода, так как на основе самостоятельной познавательной деятельности, постепенно выполняя уровневые задания, начиная от уровня «знания» и завершая уровнем «создания», ученик приобретает исследовательские умения, навыки самостоятельного добывания и применения знаний, и это позволяет формировать у него функциональную грамотность. Заметим, что формирование предметных компетенций у учащихся происходит тогда, когда их уровень усвоения оказывается не ниже уровня «применения». Деятельность, переходящая от репродуктивного уровня к продуктивному, следовательно, реализация развивающего обучения осуществляется посредством последовательного решения учениками уровневых заданий трехмерного содержания. Наше исследование показало, что переход от знаниевого содержания к трехмерному требует, в свою очередь, модернизации существующих теорий содержания образования, теорий учебников и теорий обучения [12].

Требует пересмотра традиционные принципы и критерии отбора содержания образования, которые соответствовали требованиям «знаниевой» модели обучения. Трехмерное (иерархичное) же содержание приобретает себе все функции: диалогово-содержательные, процессуальные, развивающие, деятельностные и через реализацию 4-го элемента (И.Я.Лернер) – воспитывающие аспекты современного содержания, конструированного на основе личностно-деятельностного подхода. Новая теория учебника должна основываться на новой теории содержания образования. Заметим, что при этом актуальной становится разработка «рабочих тетрадей» или развивающих учебников на основе трехмерного содержания обучения. Учебники с энциклопедическим текстовым содержанием фактически будут заменены развивающими учебниками, учебниками-собеседниками, состоящими из заданий трехмерного содержания.

Трехмерная же методическая система обучения, объединив весь спектр уровней цели, содержания, методов, форм и средств обучения, становится развивающей составляющей конструктивной модели обучения.

Дидактическая матрица – основа технологии трехмерной методической системы обучения

Наше исследование показало, что структура уровней мотива, умений, качества знаний и усвоения также имеет научно-обоснованную иерархичность [12].

Таблицу их взаимосвязи с трехмерной методической системой обучения, компоненты которой связаны между собой и по вертикали, и по горизонтали, мы назвали – **дидактической матрицей** (см. рисунок 2).

Поскольку приемы мыслительной деятельности: анализ, синтез, сравнение, выделение главного, обобщение и др. применяются во всех уровнях усвоения (знание, понимание, применение и др.) в различной степени сложности, мы в дидактическую матрицу включили **уточненный вариант** таксономии целей Б.Блума, разработанный Л.Андерсоном и Д.Кратводем, исключив приемы «анализа» и «синтеза», объединив при этом приемы обобщения, оценки и создания. Как известно, создание (творчество), не включенное в более раннюю таксономию, является наивысшим уровнем в новой версии. Для выполнения творческих заданий учащиеся генерируют, планируют и производят (создают).

На наш взгляд, только такая таксономия целей (знание, понимание, применение, создание) адекватно соответствует иерархии уровня усвоения (результата обучения), обоснованного академиком В.П.Беспалько [12].

Мы утверждаем, что только лишь путем организации дидактического процесса, направленного на реализацию уровневой взаимосвязи элементов дидактической матрицы снизу вверх, можно организовать подлинно развивающее, продуктивное и гарантирующее результат обучение.

Дидактическая матрица позволяет наглядно представить не только трехмерную методическую систему обучения, но и всего учебного процесса, которого В.П.Беспалько описывает по формуле $D_{пр} = M + Пд + У$ [12]. «Вход» в процесс начинается с диагностично поставленных целей обучения, «выход» - характеризуется уровнями усвоения.

В работе [12] доказано, что качество обучения характеризуется как соотношение цели и результата, как меры достижения целей при том, что цели (результаты) заданы только диагностично и спрогнозированы в зоне ближайшего развития ученика. Дидактическая матрица позволяет, исходя из этого, наглядно и иерархически расположить качество знаний учащихся [2] (см. рис. 2).

Таксономия	Цели	Мотив	Активность	Содержание	Методы	Формы	Умения	Качество обучения	Уровни усвоения
	оценка, создания, обобщения	потребность в познавательной деятельности	творческий уровень активности	опыт творческой деятельности	исследовательский	решения проблемных задач, лабораторные опыты	творческий уровень		Оперативность, гибкость, глубина, систематичность
применения	устойчивый интерес	эвристический уровень	опыт осуществления	эвристический, частично-поисковый	решение задач нестандартной ситуации, эвристическая беседа	частично-поисковый уровень	Действенность, осознанность	Правильность, полнота	
понимания	ситуативный интерес	интерпретирующий уровень	способов деятельности	инструктивный, репродуктивный	преобразующее воспроизведение, решение задач в частично-измененной ситуации	репродуктивные уровни в измененной ситуации			Правильность, полнота
знания	индифферентность	воспроизводящийся уровень	знание мира	объяснительно-иллюстративный	рассказ, демонстрация, репродуктивная беседа	репродуктивные уровни в стандартной ситуации	Правильность, полнота	Действенность, осознанность	

вход \Downarrow выход \Downarrow
 \nearrow

Рисунок 2. Дидактическая матрица

Процесс формирования мотива в развивающем обучении имеет иерархичную структуру. Мотив обеспечивается проблемной постановкой задачи с противоречием, удивлением или недоумением, которая подталкивает человека на разрешение поставленной задачи. Постепенному восхождению по лестнице дидактической матрицы ученика способствуют мотивы соответствующего уровня. При этом мы опираемся на концепцию (иерархию потребностей) А.Маслоу, которая утверждает, что человек нуждается в среде (группа, класс), уважении к себе (стремится стать лидером), достижении всего, на что он способен (творческое самовыражение) [12]. Иерархия потребностей А.Маслоу является основой «процессного мотива», обеспечивающего постепенное движение ученика вверх по лестнице дидактической матрицы от уровня «знание» до уровня «создание». Здесь важную роль играет также стимулирующий подход оценивания учебных успехов учащихся [12].

Групповая и самостоятельная познавательная деятельность ученика заключается в реализации стратегии всех этапов исследовательской деятельности и последовательном выполнении уровневых заданий. Управленческий компонент состоит из самоконтроля достижения результатов по этапам исследовательской деятельности и в решении уровневых задач, а также реализации необходимых коррекционных действий.

Таким образом, дидактическая матрица является синтезом всех иерархично представленных компонентов дидактического процесса и методической системы обучения. При этом, она позволяет представить их во взаимосвязи, в динамике, охватывая мотивационные, содержательно-методические, оценочные, процессуальные и развивающие аспекты учебного процесса.

Более того, дидактическая матрица позволяет наглядно и в динамике представить постепенное перемещение качества субъекта из «зоны ближайшего развития» (ЗБР) ученика к «зоне его актуального развития» (ЗАР) [12].

Поскольку мы предполагаем, что вектор обучения устремлен из низшей ступени дидактической матрицы к высшей, то данный процесс перемещения можно описывать как постепенное «поглощение» ЗАР ЗБР. В условиях применения технологии трехмерной методической системы обучения, которая проектируется на основе дидактической матрицы, данное перемещение ЗБР происходит упорядоченно, системно [12].

Если считать процессом обучения освоение нового учебного материала, то ЗАР является уровнем «знания», а ЗБР – остальными уровнями процесса познания. Выполняя задания уровня «знания» и, опираясь на приобретенные знания и умения, ученик выполняет задания уровня «понимание», находящегося в тот момент уже в «зоне ближайшего развития», тем самым уровень «понимание» входит в ЗАР, затем ученик, опираясь на умения данного этапа, стремится дальше и т.п. Границей между зоной доступной для самостоятельного выполнения задания учеником и зоной ближайшего развития является то сложное задание, с которым ребенок не способен

справится самостоятельно и для выполнения которого он нуждается в помощи взрослого. Таким образом, в условиях применения ТТМСО реализуется концептуальная идея Л.Выготского о том, что сегодня ребенок делает в сотрудничестве с педагогом, завтра сможет делать самостоятельно. Следовательно, в данном случае обучение ведет за собой развитие.

Сущность технологии трехмерной методической системы обучения

Под технологией трехмерной методической системы обучения понимается проект педагогической системы, разработанной на основе дидактической матрицы (в том числе, трехмерной методической системы), позволяющей осуществлять поисково-исследовательскую деятельность ученика, интегрировать коллективную и индивидуальную формы обучения, гарантировать критериально (объективно) оцененный результат обучения для каждого ученика.

Технология трехмерной методической системы обучения (ТТМСО), являющейся проектом педагогической системы, разработанной с опорой на дидактическую матрицу, интегрирует дидактическую возможность двух основных трендов системы педагогических технологий:

- 1) реализации обучения, представленного в форме исследовательского процесса (конструктивизм, технология критического мышления и т.п.) в синектической части;
- 2) реализации обучения, ориентированного на результат, во второй ее части [12].

Таким образом, технология трехмерной методической системы обучения объединяет инновационный потенциал двух видов: технологии, ориентированной на исследование и технологии, ориентированной на результат. В синектической части ТТМСО применяются активные и интерактивные методы обучения. Наш опыт показал также эффективность применения технологии критического мышления, в синектической части ТТМСО, состоящей из трех этапов: вызова, осмысления и рефлексии [12]. При этом, переход от одного этапа к другому происходит более системно, с опорой на компоненты трехмерной методической системы обучения, а также процессуальные и развивающие потенциалы дидактической матрицы. Этапы реализации технологии критического мышления образуют иерархию. Данная иерархия соответствует иерархиям таксономии целей и уровням усвоения учебного материала. Трехмерное содержание в данном случае характеризуется заданиями, представленными в виде «тонких» и «толстых» вопросов на этапах вызова и осмысления, а также в форме заданий в процессе чтения «лекции со стопом» или во время проведения эвристической беседы. На каждом этапе процесса исследовательской деятельности применяются соответствующие приемы и методы исследования, т.е. и в данном случае применяемые методы самостоятельных поисково-познавательных действий

образуют иерархию. Постановка учеником соответствующих целей и их реализация производится в рамках диагностично поставленных предметных целей обучения. Более того, сформированные поисково-исследовательские умения учеников усилиями обеих частей ТТМСО, позволяют им действовать на уровне эвристического и творческого усвоения учебного материала.

Главной целью интеграции двух трендов педагогических технологий является не только применение в учебном процессе их объединённого инновационного потенциала, но и избежание при этом их некоторых недостатков.

Эффективное применение технологии критического мышления в начальных классах школы затруднительно, так как у детей еще не сформированы умения применения приемов мыслительной деятельности [12]. Для этого в дошкольном образовании их надо развивать посредством развивающих игр, а в начальной школе необходимо активное внедрение учебных заданий, направленных на формирование и применение приемов мыслительной деятельности. Поэтому мы учителям начальной школы предлагаем применять в синектической части технологии различные интерактивные методы обучения.

Практика также показывает, что в условиях применения активных и интерактивных методов обучения в синектической части (в том числе стратегии технологии критического мышления) из-за группового характера организации усвоения учебного материала учителю затруднительно применить критериальную систему оценивания, следовательно, точно оценить учебные успехи каждого ученика и провести своевременную коррекционную работу [12].

В технологии критического мышления даже достаточно успешная реализация всех трёх ее стадий, не гарантирует всем ученикам (кроме лидеров малых групп) освоить и применить приемы этапов осмысления и рефлексии.

Эти недостатки технологии критического мышления, т.е. синектической части ТТМСО, восполняются ее второй частью, ориентированной на результат. Последовательное самостоятельное выполнение разноуровневых заданий каждым из учащихся индивидуально, постепенно формирует у них цепочку умений, соответствующих уровням: «знание», «понимание», «применение», «оценка» и «создание».

Многие исследователи считают, что применение технологии, ориентированной на результат, для достижения запланированных результатов сковывает творчество, самостоятельную деятельность как учителя, так и учащихся, загоняя их действия в рамки выбранного алгоритма. Однако, наше исследование показало неправомерность такого суждения, так как мотивированное решение уровневых заданий требует применение приемов мыслительной деятельности, которые, в свою очередь, способствуют формированию умений поисково-исследовательской деятельности. Основными недостатками технологий, ориентированных на результат, являются главенствующая персонализация,

приоритетная самостоятельность, слабо выраженная групповая работа и спонтанно действующая дискуссионная обучающая среда.

Таким образом, необходимость диагностической постановки предметных целей обучения, переход от информативного содержания к деятельностному и развивающему содержанию обучения, внедрение объективной педагогической квалитметрии, в том числе критериальной системы оценивания, формирование функциональной грамотности учащихся предполагают реализацию части ТТМСО, ориентированной на результат.

Общей основой обеих частей ТТМСО является дидактическая матрица (см. рисунок 3).

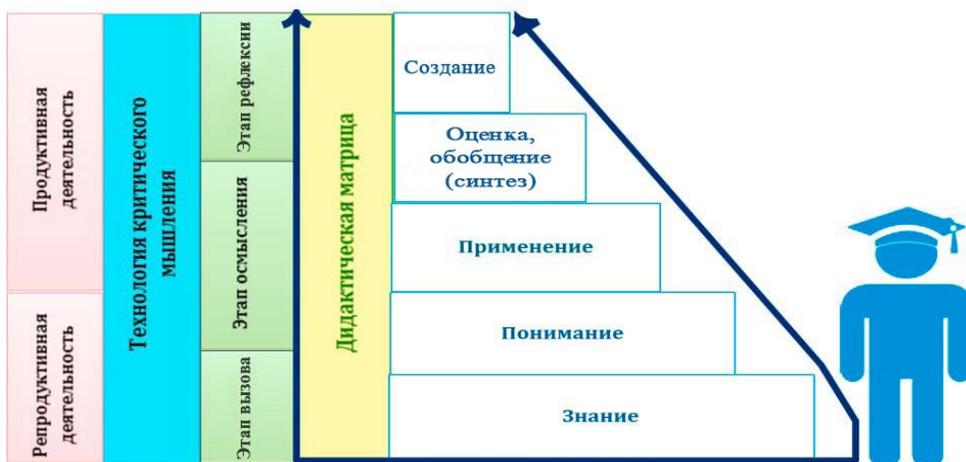


Рисунок 3. Взаимосвязь двух частей ТТМСО

В синектической части ТТМСО ученики, работая в группе, применяя технику интерактивного обучения и стратегии всех этапов критического мышления, поднимаются по «лестнице» дидактической матрицы. Этапы критического мышления: вызов – осмысление – рефлексия соответствуют иерархии (уровням) мышления: репродуктивному, продуктивному (творческому, креативному) и иерархии ступеней дидактической матрицы.

В части, ориентированной на результат, ученики, самостоятельно решая уровневые задания, поднимаются индивидуально по ступенькам развития дидактической матрицы и заодно закрепляют сформированные предметные компетенции в синектической части. Заметим, что формирование функциональной грамотности учащихся требует организации обучения с охватом уровней «применение», «обобщение, оценка и создание» дидактической матрицы ТТМСО.

Таким образом, две части ТТМСО, дополняя друг друга, повышают эффективность урока, усиливают в разы инновационный потенциал данной интегрированной технологии, т.е. ТТМСО.

Отметим, что при реализации ТТМСО, относительно результата обучения каждая последующая ступень иерархии сужается, поэтому логико-структурная модель ТТМСО приобретает вид пирамиды (см. рисунок 4).

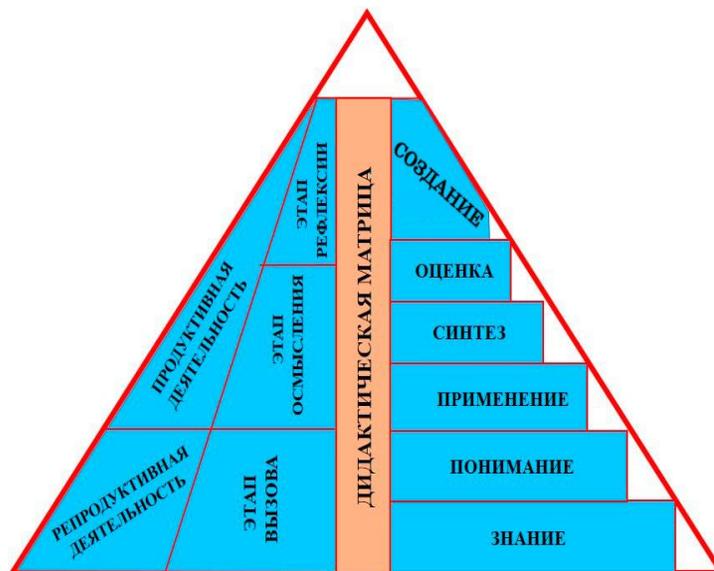


Рисунок 4. Логико-структурная модель ТТМСО

Пирамида ТТМСО состоит из таксономии целей Б.Блума, иерархии этапов реализации интерактивных форм обучения и технологии критического мышления, а также видов деятельности, системообразующим стержнем в которой является дидактическая матрица. Пирамида ТТМСО, объединяя две модели обучения посредством дидактической матрицы, становится проектом педагогической системы, модернизированной на основе личностно-деятельностного подхода, т.е. алгоритмом проектирования технологической карты конструктивного обучения [12].

При таком обучении индивидуальная траектория развития ученика характеризуется постепенным переходом ученических действий от низкого репродуктивного уровня к высшим продуктивным. В синектической части ТТМСО ученик «поднимается» по «лестнице» дидактической матрицы в составе малой группы.

При применении данной технологии цели первого и второго уровней (знание, понимание) реализуются на 100% [12]. Такая результативность гарантируется строгой последовательностью усложнения уровней заданий (знание, понимание, применение, обобщение (синтез), оценка, создание), высокой мотивацией и активностью учащихся, а также стимулирующим подходом оценивания [12].

Это и является отличительной чертой и преимуществом технологии трехмерной методической системы обучения.

При этом мы учитываем, что самостоятельная познавательная деятельность ученика осуществляется с опорой на приемы мыслительной деятельности (анализ, синтез, выделение главного, обобщение и т.п.), которые применяются на более высоких уровнях усвоения более углубленно и осознанно.

Разработка трехмерных учебных заданий

Наш многолетний опыт применения ТТМСО в учебную практику показал высокий развивающий эффект уровневых учебных заданий [12].

Поскольку парадигмой обучения выбран личностно – деятельностный подход, содержание каждого уровня трехмерной методической системы в условиях применения ТТМСО формируется в виде разноуровневых заданий, необходимых для осуществления развивающей самостоятельной познавательной деятельности учащихся. Они разрабатываются на основе уровневых характеристик элементов дидактической матрицы:

- 1) характеристик таксономии целей обучения;
- 2) сущностных характеристик основных качеств знания соответствующего уровня;
- 3) требований В.П.Беспалько к уровням усвоения.
- 4) требования И.Я.Лернера и Х.Табы к определению иерархии содержания образования.

«Необходимо отобрать и дидактически обосновать содержание обучения, строго необходимое для формирования заданных целей обучения. Это содержание должно быть объективно оценено как достаточное, не избыточное и не переусложненное, доступное для усвоения каждому школьнику данной ступени обучения», - утверждает В.П.Беспалько [12]. Разноуровневые задания, разработанные вышеперечисленным способом, отвечают этим требованиям (см. таблицу -7).

Таблица-7. Система требований к разработке учебных заданий

Уровни усвоения	Описание учебных заданий
Ученический	<p>Простые задания (в одно действие) на:</p> <ul style="list-style-type: none"> - знание фактов, основных понятий, правила и принципов, процедуры, терминов. - распознавание; - воспроизведение; - выявление; - перечисление и описание; - сопоставление и различение; - распределение; - решение типовых задач в стандартной ситуации; - типовые расчеты; - проведение простейших опытов по инструкции.
	Простые и составные задания на:

Алгоритмический	<ul style="list-style-type: none"> - сравнение; - выявление связи; - выделение главного; - объяснение причин и следствий; - интерпретацию материала (объяснение, краткое изложение своими словами) – интерпретацию схем, графиков и диаграмм; - преобразование словесного материала в математические выражения; - решение типовых задач в нестандартной ситуации.
Эвристический	<p>Составные задания на:</p> <ul style="list-style-type: none"> - использование изученного материала в новых ситуациях – применение правил, методов, понятий, принципов, законов, теорий в практических ситуациях: - использование или применение информации и идеи для решения какой-либо проблемы; - указание схематически; - моделирование; - упорядочение; - доказательство; - проведение аналогий; - решение расчетных и экспериментальных задач, содержащих подзадачи с явными связями между ними; - проведение лабораторных работ. Конструирование роботов, систематизация и обобщение проектной деятельности.
Творческий	<p>Составные задания на:</p> <ul style="list-style-type: none"> - обобщение; - моделирование; - абстрагирование, -написание эссе, сочинения; - творческий перенос знаний; - выдвижение и подтверждение гипотез; - аргументацию; - разработку плана проведения эксперимента, проведение аналогий при решении жизненных проблем, - установление связей, взаимного влияния; - выявление причин; - неалгоритмический поиск решения проблем; - анализ и интерпретация результатов исследований; - оценивание логики построения материала в виде письменного текста; - оценивание соответствия выводов имеющимся данным; - оценивание значимости того или иного продукта деятельности, исходя из внешних критериев качества; - прогнозирование; - решение нетиповых задач, в том числе связанных с реальными жизненными ситуациями; - решение расчетных и экспериментальных задач, содержащих подзадачи с неявными связями; -защита проектов, защита авторского робота и изобретений.

Представленные в таблице 7 требования служат основой и для разработки заданий-измерителей для критериального оценивания учебных достижений учащихся [12].

Применение ТТМСО на практике предполагает, что система иерархичных заданий, требующих осуществления соответствующего уровня самостоятельной познавательной деятельности учащихся, должна разрабатываться по каждой теме,

для каждого предмета, по всем классам. Без этого невозможно развитие функциональной грамотности учащихся и внедрение критериальной системы оценивания в практику [12]. Естественно, это требует упорного, творческого труда учителей, направленного на разработку таких развивающих заданий. Таким образом, применение ТТМСО превращает учителя – транслятора знаний в учителя-фасилитатора, то есть в руководителя поисковой деятельности учащихся и автора учебных книг.

За последние 15 лет такими учителями разработаны десятки развивающих учебных книг по различным предметам. В отличие от действующих учебников, они не содержат ошибок, развивают поисково-исследовательские умения учащихся и их функциональную грамотность. Более того, исходя из взаимосвязей уровней компонентов педагогической системы, в содержание разноуровневых учебных материалов нами были введены задания, формирующие мотивы и активность учения (особенно на 1,2 уровнях усвоения). Источниками таких заданий послужили познавательные игры, занимательные учебные материалы и т.п. Заметим, что разработка заданий 3-го и 4-го уровней предполагает учитывать принципы внутрипредметного и межпредметного связей содержания образования. Самостоятельная реализация учениками таких заданий формирует у них предметные и межпредметные компетенции, закладывая основу функциональной грамотности.

Опыт показывает, что ученикам очень интересно вести учебную деятельность именно по таким учебным заданиям, где их деятельность становится продуктивной. Только в таком учебном процессе реализуется компетентностный подход, который предполагает усиление субъектной роли ученика и применение учебных книг с личностно-деятельностным содержанием. Поэтому мы считаем, что эти развивающие учебные книги должны быть признаны Республиканским Центром «Учебник» и включены в перечень УМК в качестве «развивающих учебных книг», разрешенных МОН РК.

Разработка учебников на основе технологического подхода также позволяет оптимизировать и повысить эффективность использования информационных технологий, создания электронных учебников. Это естественно, так как концептуальные идеи программированного обучения служат основой технологизации процесса обучения. Более того, в нашем случае, при отборе содержания образования учитываются дидактические возможности компьютерной техники.

Иерархия качества знания учащихся

И.Я.Лернер, Ю.К.Бабанский дают следующие характеристики видам качества знаний [12]:

1. *Правильность знаний* – степень соответствия эталону. Полнота знаний ученика определяется количеством всех знаний об изучаемом объекте. Ученик

может: а) перечислить все ведущие элементы знаний; б) дать определение каждому из них; в) охарактеризовать основные их признаки.

2. *Действенность знаний* характеризуется умением ученика применять знания в различных ситуациях. Ученик умеет: а) выполнять упражнения, задания по теме с применением полученных знаний и умений; б) применять изученное для анализа соответствующих жизненных явлений.

3. *Осознанность знаний* – понимание значимости знаний, внутренних связей, умение анализировать, сравнивать, доказывать и обобщать, оценивать и объяснять. Ученик может: а) показать, как связаны между собой изучаемые на уроке понятия и факты, что чему подчинено, что из чего вытекает; б) сравнить, найти общее и отличительное между изучаемыми явлениями; в) раскрыть причины явлений, событий и пр. г) обобщать, сделать резюме, выводы.

4. *Глубину знания* характеризует число осознанных существенных связей данного знания с другими, с ними соотносящимися.

5. *Оперативность знаний* предусматривает готовность и умение ученика применять их в сходных и вариативных ситуациях. Чем больше типов ситуаций, в которых ученик может применить знания, и чем совершеннее это применение, тем точнее проявляется оперативность знаний.

6. *Гибкость знания* проявляется в быстроте нахождения вариативных способов применения его при изменении ситуации. Чем более вариативных ситуаций, требующих поиска нового способа применения ранее усвоенных знаний, и чем быстрее ученик находит этот способ, тем более гибки эти знания. Гибкость всегда проявляется в оперативности, но оперативность не всегда свидетельствует о гибкости знания.

7. *Систематичность знаний* предполагает осознание состава некоторой совокупности знаний, их иерархии и последовательности, т.е. осознание одних знаний как базовыми для других. Системностью знаний называют такую совокупность знаний в их сознании, структура которой соответствует структуре научной теории. Научная теория включает следующие элементы: понятия, основные положения (основные законы), эмпирический базис (факты, лежащие в основе этих положений и опосредованно входящие в теорию) и следствия. Все это есть системные знания, т.е. знания, располагаемые по схеме: «*основные понятия – основные положения – следствия – приложения*».

8. *Прочность знаний* – наличие и устойчивость всех указанных качеств. Она является интегральным производным качеством.

Анализируя сущность различных видов качества знания, можно дать следующее определение: «Качество знания – это целостная совокупность относительно устойчивых свойств знаний, характеризующих результат учебно-познавательной деятельности учащихся».

Группа исследователей во главе с М.М.Поташником, на «качество знания» дают следующее определение [12]: «Качество знания – соотношение диагностично

поставленной цели и результатов самостоятельной познавательной деятельности учащихся». Например, если целью является узнавание, то результатом учения является ученическое усвоение. Их соотношением, показывающим качество знания, является правильность. Схематично это можно представить так: Цель (узнавание) – Соотношение (правильность = качество знания) – Результат (ученический уровень усвоения).

Соотношение следующих микроцелей в их иерархии и их результатов характеризуется множеством качеств знаний, имеющих интегральные свойства, которые включают свойства качеств знаний предыдущих уровней.

Например, Микроцель (понимание) – Соотношение [полнота, действенность, правильность] – Результат (алгоритмический уровень усвоения). Далее, Микроцель (применение) – Соотношение [систематичность, осознанность, глубина, оперативность, гибкость] – Результат (эвристический уровень усвоения). Микроцель (оценка, обобщение, создание) – Соотношение [системность, прочность] – Результат (творческий уровень усвоения).

Таким образом, иерархичное (диагностичное) представление целей и их результатов позволяет четко, критериально и объективно оценивать качество знаний.

Хотя некоторые ученые результаты исследования И.Я.Лернера относительно качества знания относят к группе, изучающей сущность качества знания только по отдельным критериям, наше исследование показывает, что его исследование охватывает и второй подход. Действительно, отмечая, что четыре элемента содержания образования являются соответственно и целями обучения, он вплотную подходит к проблеме таксономии целей обучения. Если сопоставить его цели с таксономией целей Б.Блума (см. [12]), то можно увидеть следующую картину. Первый элемент содержания (цель обучения) – запоминание; второй элемент (цель обучения) – понимание, применение; и, наконец, третий элемент содержания (цель обучения) – анализ, синтез, оценка.

Анализируя вышеизложенное, выделяя главное из сущности двух подходов, «качеству знания» мы даем следующее определение:

«под качеством знания понимается степень соответствия цели и результата, описывающееся целостной совокупностью относительно устойчивых свойств знаний, характеризующих результат учебно-познавательной деятельности учащихся».

Критериальные оценивания учебных успехов учащихся

Гуманизация требует, чтобы в новой модели школы не было формального контроля, процентомании при оценке. Оценивание должно иметь ярко выраженную обучающую и развивающую направленность, соединяться с самоконтролем, самооценкой и самокоррекцией.

В традиционной школе оценка деятельности ученика ориентирована на максимальный уровень усвоения учебного материала. Однако, такая система оценивания является довольно жесткой для тех, кто окажется ниже максимального уровня в соответствии со своими способностями. При таком традиционном методе оценивания, называемом методом «вычитания» точкой отчета является максимальная оценка «5», при которой в зависимости от недочетов и допущенных учеником ошибок, его оценка снижается. Оценка в этом случае является средством наказания, а не поощрения и не свидетельствует об истинном уровне достижений обучаемого. В результате такого подхода к оцениванию деятельности учащихся снижается уровень их мотивации к учению, формируется синдром «боязни неуспеха», характеризующийся опасением быть наказанным при неправильном ответе. На традиционном уроке обычно учитель успевает опрашивать одного или нескольких учащихся, во время которого одни ученики могут считать себя свободными, не проявляя активности и инициативы.

В условиях применения педагогической технологии, основанной на трехмерной методической системе обучения, оценивание осуществляется методом «сложения», за основу которого берется минимальный уровень общеобразовательной подготовки. Достижение этого уровня требуется от каждого учащегося в обязательном порядке. Критерии оценок более высоких уровней подготовки личности формируются посредством их содержательного приращения по глубине усвоения на базе минимального **уровня**.

Оценивание деятельности учащихся методом «сложения» возвращает в школу мотивацию учебного успеха, гарантированную опору на достигнутый базовый уровень *подготовки*. Изменение подхода к контролю в данном случае **естественно влечет за собой целесообразность изменения системы** оценивания. Для оценки деятельности учащихся, достигших уровня обязательной подготовки, вводится отметка «зачтено» или «не зачтено», а для повышенного уровня «4» или «5». Отличие «незачета» от двойки заключается в том, что незачет подлежит передаче, в случае отрицательного результата. Зачет проводится по каждой теме, их содержание отбирается таким образом, чтобы обязательные результаты обучения были представлены максимально полно. Зачет считается сданным, если ученик выполнил все предложенные ему задания обязательного уровня.

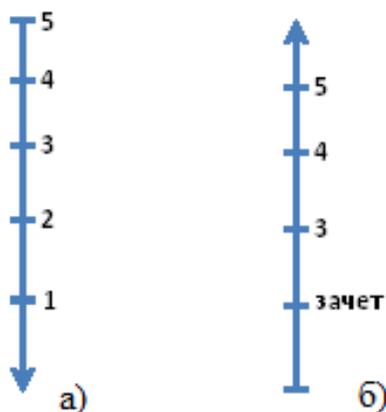


Рисунок 5. а) оценка методом вычитания; б) оценка методом сложения

В случае невыполнения хотя бы одного из заданий оценка “зачет” не выставляется. При этом ученик пересдает не всю тему целиком, а выполняет только те задания, с которыми он не справился. Условия организации зачетов повышают содержательность и объективность итогового оценивания. Оно в большей степени ориентировано на конечный результат, более того исчезает ситуация, когда “тройка” за одну тему закрывает “двойку” за другую.

При **применении ТТМСО** “зачет” ставится за выполнение заданий ученического уровня [12]. Выполнив задания ученического уровня в своем темпе, каждый ученик получает возможность последовательного выполнения заданий алгоритмического, эвристического и творческого уровней, получив соответствующую оценку в зависимости от достигнутого уровня усвоения. При выполнении самостоятельной работы и тематического зачета каждый ученик, несмотря на свои высокие способности, начинает свою деятельность с выполнения заданий обязательного (ученического уровня). Это обеспечивает получение всеми опорного знания, а самое главное - гарантированное выполнение обязательного уровня всеми учениками. Наш опыт показывает, что благодаря «зачету» двоечники обеспечивают себе преодоление ученического уровня. Как правило, первый раз преодолев обязательный уровень, они стремятся дальше, у них **появляется мотив к учению, уверенность в самом себе.**

В нашей педагогической технологии, основанной на трехмерной методической системе обучения, каждый уровень усвоения обеспечивает определенное качество знаний (см. рис.2).

Из рис. 2 видно, что ученический уровень («знание») обеспечивает только такие качества знаний как правильность и полнота, где «правильность» на этом уровне характеризуется умением точного копирования учащимися действий учителя, т.е. это – правильное выполнение аналогичных заданий, не требующих трансформирования полученных знаний, пересказ текста, формулировка правил, теорем и т.д. без собственных комментариев и др. Качество «полнота» на первом уровне обеспечивается тем, что ученик может перечислить все ведущие элементы знаний, дать определение

каждому из них, охарактеризовать основные признаки. В традиционном обучении ученики нередко за такую «правильность» и «полноту» получают «4» или «5», хотя они не умеют выполнять аналогичные задания, требующие некоторых преобразований.

Алгоритмический уровень усвоения обеспечивает наряду с перечисленными качествами знаний такие качества знаний, как «действенность», «глубина» и «оперативность».

Эвристический и творческий уровни обеспечивают, кроме перечисленных качеств, так же такие качества знаний как «гибкость», «осознанность», «действенность», «системность», «прочность».

Таким образом, начиная с эвристического уровня усвоения, мы можем удостовериться в том, что учащиеся обеспечиваются всеми компонентами качества знания. Естественно, что только в этом случае ученик должен получить оценку «5». Но тогда как быть с оценкой на творческом уровне усвоения?

Отсюда видно несоответствие пятибалльной системы оценивания точной характеристике уровня знаний, умений и навыков учащихся. Даже при традиционном обучении опытные педагоги пытались устранить данное «неудобство» пятибалльной системы оценивания с выставлением таких отметок как 3+,3-,4+,4-,5-,5. Однако, традиционное обучение не позволяет оценивать уровень ЗУН и предметных компетенций по деятельностным характеристикам, т.е. насколько ученик усвоил материал: “осознанно”, “прочно”, “системно”, “полно” и т.д. Традиционно также не учитывается тот фактор, насколько применяются учеником приёмы мыслительной деятельности (анализ, синтез, сравнение, выделение главного, рефлексия и др.). Все это приводит к необъективному оцениванию деятельности учащихся.

Опыт использования рейтинговой системы оценки учебных достижений показал необходимость внедрения 12-балльной системы, предложенной В.П. Беспалько [12]. Она особенно подходит в условиях использования технологии обучения, основанной на трехмерной методической системе обучения. 12- балльная шкала (q), как отмечает В.П. Беспалько, дает возможность охватить все монотонно изменяющиеся уровни возможности мастерства человека, от ученического (α) $q = 1, 2, 3$ до творческого (α v) $q = 10, 11, 12$ уровня, равносильного труду научного работника — исследователя и изобретателя.

В 12-балльной системе оценка q_i ($i=1,12$) определяется на основе коэффициента усвоения $K\alpha = a/p$. Здесь a — число правильно выполненных заданий, p — количество всех заданий. Коэффициент усвоения поддается нормировке $0 \leq K\alpha \leq 1$. При $K\alpha \geq 0,7$ процесс обучения считается завершенным. Положительные оценки ставятся тогда, когда $0,7 \leq K\alpha \leq 1$. В таком случае: при $K\alpha \leq 0,7$ то $q=0$; если $0,7 \leq K\alpha \leq 0,8$, то $q=1$; если $0,8 \leq K\alpha \leq 0,9$ то $q=2$; если $0,9 \leq K\alpha \leq 1$ то $q=3$; и т.п.

На практике, чтобы стимулировать самостоятельную познавательную деятельность учащихся при $K\alpha < 1$ отметка $q=0$ заменяется оценкой «не зачтено», а $q=1$ - оценкой «зачтено». Далее ученик в соответствии с уровнем способности имеет возможность получить более высокие отметки.

При применении технологии трехмерной системы обучения, обучение идет снизу вверх, то есть ученик, сначала усваивает материал на ученическом уровне, затем на алгоритмическом и т.д. Поднимаясь по лестнице, он стремится достичь творческого уровня. При этом у ученика формируются общеучебные умения (организационные, интеллектуальные, практические и др.) разного уровня: репродуктивные, частично-поисковые, творческие. Знания, полученные на ученическом уровне, оцениваются оценкой «зачет» или «незачет». Преодолев этот уровень усвоения, ученик имеет право двигаться дальше, набирая соответствующие баллы. Как было показано выше, наша технология предполагает введение в практику рейтинговой 12-балльной системы оценивания. К сожалению, нынешнее школоведение «знает» только пятибалльную систему оценивания с подходом «вычитания». Поэтому на школьной практике мы пока вынуждены преобразовывать полученные рейтинговые баллы и “зачет” на традиционные оценки. Опыт также показал, что даже в таком случае остаются все положительные стороны метода «сложения» и высокий уровень объективности оценки деятельности учащихся. Вместе с тем, требуется введение дополнения к ученическому журналу, где учитель делает отметки о выполнении уровневых заданий с помощью знаков «+» и «-» в нижеследующей ведомости, которую мы назвали «прозрачным журналом».

Применение «прозрачного журнала» создает положительную мотивацию, в нем оперативно и наглядно для всего класса фиксируются учебные достижения учащихся по мере последовательного выполнения ими уровневых заданий. В классах на краю доски вывешивается “прозрачный журнал” в виде специально приготовленной таблицы. В процессе фиксирования выполненных заданий каждым из учащихся в этом журнале, они получают возможность наблюдать за продвижением друг друга и получать информацию о степени завершения **выполнения уровневых заданий**.

В результате создается дух здорового соревнования. Опыт показал, что ученик, сравнивая динамику своего продвижения с динамикой других более успешных учащихся, старается не отставать от них, тем самым мотивируется к успеху, проявляется желание **показать себя с лучшей стороны и урок приобретает игровой характер**.

Таблица -8. Прозрачный журнал

Ф.И.О. учеников	Тематическая сам/работа №1			Тематическая контр/работа №1		
	Название темы			Название темы		
	Задания α 1	Задания α 2	Задания α 3	Задания α 1	Задания α 2	Задания α 3
	12345 (колонка «зачета»)	1234	123	1234	123	12

1.	Абдильдин	+++++	++++	+++	++++	+++	--
2.	Айдаркулова	+++++	+++-	---	++++	+-	--
3.	Коланова	+++++	+++-	---	++++	+++	--
4.	Оразалиев	+++++	++++	+-	++++	+++	+-
5.	Чингисова	+++++	++++	---	++++	---	--
...						

Хотим отметить, что оценивание результатов деятельности учащихся методом «сложения», применяя “прозрачный журнал”, стимулирующий познавательный интерес и активизирующий познавательную деятельность обучающихся, является тем рациональным зерном в данной технологии, которое усиливает мотивируемую сторону оценивания деятельности учащихся, служит подлинно объективным средством оценки их учебных достижений, что является одной из особенностей разработанной нами технологии трехмерной методической системы обучения, отличающей ее от других существующих.

Кроме этого, в школах, где проводился эксперимент применялись различные приемы стимулирования: а) в синектической части активные и интерактивные методы обучения (в условиях применения нашей технологии группы учащихся отбирались естественным образом по мере достижения ими определенных уровней усвоения в соответствии со своими способностями, а не априори, на основе результатов их прежних учебных достижений или по желанию ученика, когда ему разрешалось выбирать задания той или иной сложности); б) каждое задание уровня оценивалось в баллах и ученик, переходя на более высокие уровни, набирает максимальное для него количество баллов, соответствующее его способностям и характеру деятельности.

Самое главное здесь состоит в том, что методы и приемы активизации познавательной деятельности учащихся не конфликтуют с подходами оценивания, как это было раньше, они действуют в эффективном тандеме. Более того, применение педагогической технологии обучения позволяет строить по ведомости график непрерывного отслеживания развития учащихся, т.е. вести мониторинг обучения (см. [12]). В традиционном обучении это невозможно, поскольку отслеживание в форме уровня успеваемости (по количеству двоек) и, по так называемому «качеству знания», определенному по количеству «4» и «5», является некорректным по вышеназванным причинам. В школах, где применяется наша технология, отслеживание проводится по ведомости тематического контроля и самостоятельной работы по этой теме.

Во время проведения самостоятельной работы (СР) допускается взаимопомощь (особенно между 2, 3 и 4 уровнями), дискуссия в группах 3-4 уровней, работа с учебником, общение с учителями, доработка невыполненных заданий дома и др. При тематическом контроле (ТК) каждый ученик строго

самостоятельно выполняет свою работу, при этом его уровень может оказаться несколько ниже того, который был определен при самостоятельной работе (см. рис.6)., где CP_1 , TK_1 , CP_2 , TK_2 и т.д. - самостоятельные и тематические контрольные работы, CP_u , TK_u - итоговые (четвертные) самостоятельные и контрольные работы.

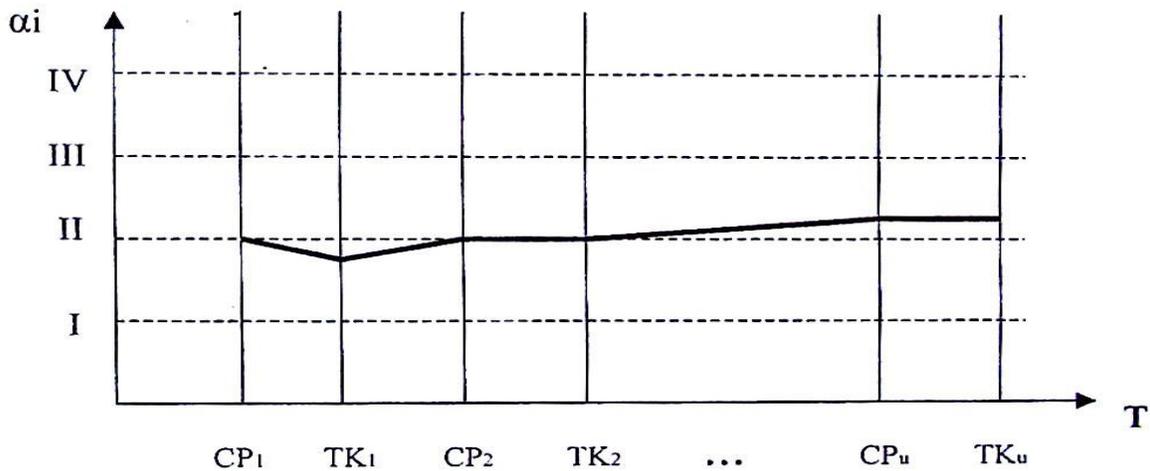


Рисунок 6. Уровни усвоения ученика при самостоятельных и контрольных работах

Разноуровневые контрольные задания при этом составляются с помощью содержательного синтеза всех тематических заданий. На рис. 6 показана траектория развития одного ученика по отдельному предмету. Построив по всем предметам такие же графики, можно будет наблюдать за развитием ребенка, отмечая по какой теме он проявляет свои способности, а по какой испытывает затруднения. В итоге, например в конце начальной школы можно вполне диагностично определить его склонность к конкретному предмету и представить на его осознанный выбор факультативы и другие вариативные курсы. В настоящее время такое самоопределение ученика невозможно, так как углубленное направление по тому или иному предмету в большинстве случаев идет по желанию родителей.

При оценке деятельности учащихся в условиях применения педагогической технологии обучения, основанной на трехмерной методической системе обучения, результат деятельности всего класса по определенному предмету можно охарактеризовать следующим образом (см. рис.7). По рисунку 7 можно определить уровень усвоения не только в процентном соотношении, но и сравнить такие показатели по четвертям, увидеть их рост и развитие.

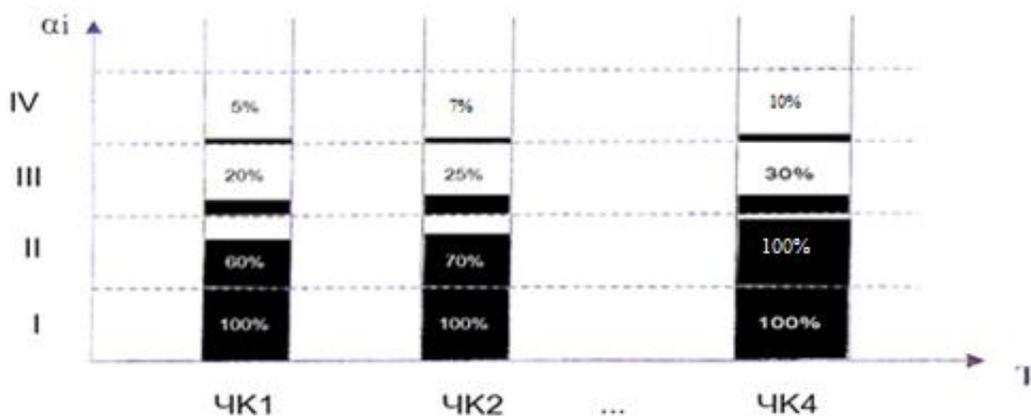


Рисунок 7. Учебные успехи класса по четвертям учебного года

Наш многолетний практический опыт показал высокий развивающий потенциал ТТМСО. Если ученики в конце первой четверти стопроцентно выполняют задания 1-го уровня, в среднем чуть больше половины из них - заданий 2-го уровня, то в конце учебного года в среднем все ученики выполняют задания 1-го и 2-го уровней, 30% из них задания 3-го уровня. Это говорит о том, что только применив ТТМСО мы можем формировать функциональную грамотность учащихся. Обычно для того, чтобы проверить эффективность той или иной методики, исследователи организуют контрольные и экспериментальные группы, затем, сравнивая их результаты, оценивают ее эффективность. На наш взгляд, такой подход по множеству факторов (нечеткий выбор состава группы по способностям, темпераменту, неразработанность измерителей и др.) является некорректным. В нашем случае ученик сравнивается с самим собой в развитии и результат виден «невооруженным» глазом.

Анализируя сущность ТТМСО, можно утверждать, что ее инновационный потенциал способствует системному внедрению концептуальных идей STEM подхода и его реализации на практике. ТТМСО – единственная педагогическая технология, способствующая эффективной реализации STEM подхода на практике, так как: 1) гарантирует результат познавательной деятельности каждого ученика на уровне требований ГОСО, предоставляя при этом возможность обучаемым достижение желаемых результатов на уровне эвристики (применение) и творчества (создание); 2) ее содержание и методическая система, в целом, априори модернизированы с учетом требований ТТМСО, которые совпадают с требованиями инженерно-технологического образования, а также дидактических возможностей робототехнических систем и ИКТ; 3) способствует реализации проектной и учебно-исследовательской деятельности ученика (групп учеников) в синектической части, а затем осуществлению уровневой дифференциации обучения, позволяющей организацию развивающее обучение, критериальное оценивание учебных достижений и проведение адресной (точечной) коррекции по

необходимости; 4) способствует оптимальному сочетанию академического (фундаментального) и прикладно-практического аспектов содержания образования, а также эффективного сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения; 5) ТТМСО имеет свойства инженерии, поскольку ее может адаптировать любой учитель для преподавания того или иного предмета. Используя ТТМСО, учитель действует как инженер-технолог, так как он адаптирует технологию с учетом специфики своего предмета и заполняет развивающим содержанием, предполагающим самостоятельную учебно-познавательную, конструктивную деятельность ученика.

Таким образом, ТТМСО выполняет все требования STEM дидактики: оптимальное сочетание предметного и проектного обучения, реализация «субъект-субъектного» взаимодействия, адаптированность к использованию ИКТ и робототехнических систем, гарантированный результат, качество и его объективная оценка, эффективность и экономическая оптимальность обучения. Эти свойства ТТМСО приобретены, в свою очередь, на основе инженерно-технологического подхода к проектированию учебного процесса, который предполагает: диагностичную постановку целей обучения, четкий алгоритм действий ученика, отсутствие экспромтов, продуктивную деятельность ученика с охватом уровней усвоения «применение» и «создание», наличие развивающей функции содержания и внутреннего мотива, объективную и критериальную оценку учебных достижений учащихся.

Алгоритмические основы ТТМСО делают ее эффективной для организации дистанционного обучения, что необходимо не только в условиях пандемии, но и для оптимального сочетания формального, неформального и информального образования.

Инновационный потенциал и универсальность ТТМСО позволяет реализовать личностно-деятельностный, компетентностный и STEM подход в комплексе, формируя, предметные, метапредметные образовательные компетенции и гибкие навыки выпускников школ, необходимые для поступления в инженерные университеты 3.0, которые готовят инженерные кадры Индустрии 4.0

7 STEAM – реализация STEM-подхода в гуманитарной сфере

Дальнейшее развитие концептуальных идей STEM подхода, направленных на подготовку специалистов для высокотехнологичного производства (индустрии 4.0) и активное внедрение цифровых технологий в рекламной индустрии, дизайна, искусства, то есть в креативной индустрии, позволило инновационному развитию не только интегрированных предметов естественно-математического цикла, но и гуманитарных и творческих дисциплин в русле STEM подхода.

В последние несколько лет в сфере инновационной экономики все больший вес приобретают креативные индустрии, связанные с интеллектуальной и творческой деятельностью: компьютерные технологии, виртуальная реальность, дизайн, мода, реклама, анимация и т. д. Креативные отрасли во всем мире становятся движущей силой экономического роста, а занятость молодежи в креативной индустрии уже превышает занятость в реальном секторе. Эти перемены ставят новые задачи перед системой образования, а именно – необходимость большего включения в программу обучения творческих и художественных дисциплин [9].

Среди навыков, необходимых для успешной профессиональной деятельности в эпоху цифровой индустрии, по мнению специалистов и экспертов, особое место занимает способность к художественному творчеству.

В США, где в рамках креативных индустрий создано свыше 30 млн рабочих мест, эта необходимость привела к трансформации STEM-концепции: к синтезу науки, технологии, инженерии и математики добавился пятый компонент – Arts, искусство. Получилась новая аббревиатура и концепция – STEAM [9].

Концепция STEAM-образование основана на идее STEM-образования, но предполагает включение в свою структуру творческих дисциплин, которые не только обогащают содержание образования, но и значительно повышают качество подготовки обучающихся.

Объединение научно-технической и творческой (гуманитарной) областей делает процесс образования более результативным и полезным для обучающихся. Одновременная активная работа обоих полушарий мозга обеспечивает развитие как логического («левое» полушарие), так и интуитивного, креативного («правое» полушарие) мышления. По этой причине делить людей на «технарей» и «гуманитариев» неверно, в содержании образования по любым направлениям должны гармонично сочетаться технические и гуманитарные дисциплины, развивающие оба полушария мозга, что является необходимым условием подготовки специалистов для экономики Индустрии 4.0 [23].

Как известно, существуют различные идеи использования методов разностороннего развития личности в сфере образования. Например, существует концепция SEL, предполагающая развитие у детей социальных и эмоциональных

навыков, на которую делают большую ставку в воспитании «людей будущего». Или же метод феномено-ориентированного обучения и преподавания PBL, схожий со STEM в том смысле, что и тут, и там предпринимаются попытки объединить разные дисциплины при изучении или проработке какой-то темы. Упомянутая методика PBL и концепция STEM во многом предусматривают подкрепление технических дисциплин гуманитарными. Поэтому логичным шагом стала попытка «узаконить» такое объединение, подключить к сугубо технической концепции STEM творческий аспект развития личности. Так появились системы, где наряду с наукой, технологией, инженерией и математикой присутствуют компоненты «art» (от англ. «искусство») – это концепция STEAM [23].

STEAM-подход также сохраняет ориентир на проектную деятельность, практическую направленность и межпредметность, но меняет расстановку ключевых дисциплин. На уровне формирования учебной программы, например, в ВУЗе, STEAM предполагает включение в нее не только инженерных и естественно-научных STEM-предметов, но и гуманитарных и творческих дисциплин: литература, дизайн, архитектура, музыка, изобразительное искусство. STEM-предметы и технологии дают ясные решения для прикладных задач, а гуманитарные Arts-дисциплины развивают умение находить выход в состоянии неопределенности, неоднозначности и двусмысленности. Так учащиеся учатся гармонично сочетать в работе научную строгость и творческую свободу.

Исследования по реализации элементов STEAM -образования ведутся во многих странах: США, Австралии, Южной Кореи, Канаде, Таиланде и др. Возможности включения элемента «arts», указание на который включено в аббревиатуру STEAM, как показало изучение опыта реализации STEAM-образования, достаточно разнообразны, и они расширяются по мере продвижения учащихся по основным уровням обучения. Например, в детских садах и младших классах в качестве элемента, связующего STEM и STEAM, может служить такая область физического знания, как акустика. По мнению исследователей, акустика идеально подходит для STEAM, поскольку тесно связана с одной из областей искусства – музыкой. Понятно, что для этого необходима подготовка педагогических кадров, и есть такой опыт сотрудничества (обучения) Acoustics Research Group at Brigham Young University (BYU) с учителями начальных школ, которые впоследствии успешно интегрировали искусство в преподавательскую деятельность. Работа по повышению интереса к физическим явлениям у младших школьников может быть интегрирована в систему STEAM-образования [23].

С 2011 года в Чикаго поддержана инициатива «Ученый для будущего» (SfT). Инициатива призвана использовать учебную программу, основанную на STEAM, и представляет собой партнерство между учреждениями высшего образования, внешкольными организациями и провайдерами неформального образования. Инициатива реализуется во всех сообществах в течение учебного года. В ее рамках молодежь в свободное от основной учебы или работы время осваивает различные

учебные модули, такие как «Альтернативные энергии», «Физика звука и математика музыки», «Люди и растения», «Робототехника» и «Астрономия» [23].

На методическом уровне STEAM-подход как и STEM образование предполагает, что, кроме решения технологических вопросов, в проектной деятельности ученики: осваивают презентационные компетенции, учатся генерировать идеи в условиях неопределенности, применяют принципы дизайна и маркетинга для создания и продвижения продукта, осознают творческий потенциал применения технологий в разнообразных сферах деятельности [9].

По утверждению некоторых экспертов при использовании STEAM - технологий в изучении физико-математических дисциплин старшеклассниками школ, студентами колледжей и университетов у обучающихся повышается успеваемость и самооценка, а также развиваются творческие способности [23].

Вышеизложенные показывают, что STEM и STEAM подходы, предполагающие интеграцию содержания предметов, с целью использования их на практике, необходимо распространить не только в школьное, но и на всю систему образования, начиная с дошкольного уровня и завершая вузовским образованием.

8 Риски современного образования в контексте воспитания «техносферного человека» и пути их преодоления

Содержание 12 летней школы должно определяться на основе личностно-деятельностного, компетентностного подходов и с учетом требований STEM-образования, а также системы ценностей, учитывающих особенности «техносферного человека», которому предстоит жить в быстроменяющемся и высокотехнологичном мире.

Как известно, глобализация и процессы тотальной информатизации среды обитания и коммуникации приводят к формированию «техносферного человека», ослаблению духовного и нравственного потенциала человека, его природных качеств и живых социальных связей.

Эксперты утверждают, что развитие человеческой цивилизации, колоссальные возможности, которые дает четвертая промышленная революция, не решают нравственных проблем. Напротив, некоторые достижения научно-технического прогресса приводят к новым глобальным деформациям [2].

Все расширяющаяся практика производства и использования технологий третьего тысячелетия, не может быть адекватно описана с помощью нынешних мировоззренческих понятий о мире, о человеке, о планетарном социуме, о глобальной эволюции *Homo sapiens'*a.

Быстрый рост технического прогресса, особенно компьютеров, нано и биотехнологий, исследований мозга и систем искусственного интеллекта, предполагает качественное изменение человечества, приближает наш мегасоциум к состоянию сингулярности, в котором возможен эволюционный скачек «человек-постчеловек».

В 1950 году Дж. Нейман заявил, что экспоненциальное ускорение научно-технического прогресса, порождающего масштабные перемены в жизни людей, возбуждают ощущение приближения некоторой роковой сингулярности, т.е. особого состояния в истории земной расы и адаптация людей к таким быстро изменяющимся условиям окажется под вопросом. Сингулярность здесь ассоциируется с грядущим сломом нынешнего темпоритма эволюции человечества, который сформировался в предшествующие тысячелетия.

Спустя сорок лет после Неймана, идея «будущего как сингулярности» получила несколько иную трактовку. В исследованиях американского ученого Вернора Винджа и его последователей сингулярность предстала как следствие научно-технического прогресса не во всей его тотальности, а как продукт осуществления мегапроекта «Искусственный суперинтеллект».

После того, как «искусственный суперинтеллект» превзойдет могущество естественного человеческого разума (а это, по мнению ведущих экспертов нашего времени, произойдет в ближайшие десятилетия), развитие планетарной

цивилизации может осуществляться согласно следующим эволюционным сценариям.

Первый сценарий: Создание все более могущественных носителей искусственного суперинтеллекта (т.е. постлюдей), интеллектуальные способности которых будут гигантски превосходить способности человека.

Второй сценарий: Поступательное совершенствование ткани планетарных компьютерно-информационно-медийных сетей, которая в интеграции с ее пользователями в какой-то момент может осознать себя как эволюционирующее сверхразумное существо.

Третий сценарий: Совершенствование машинно-человеческого интерфейса, который обеспечит настолько тесное взаимодействие биологического организма и компьютеров, что возможности пользователей вполне обоснованно будут считаться сверхчеловеческими.

Четвертый сценарий: Использование новейших достижений генетики, наноэлектроники, наноинформатики, квантового компьютеринга, которые уже сегодня создают средства для прогрессирующего улучшения естественного человеческого интеллекта [47].

Эволюция планетарного мегасоциума согласно любому из названных выше сценариев неотвратно ввергает его в состояние сингулярности, т.е. состояние постмодернистского апгрейда (модернизация) всех его измерений. Его фундаментальная наука, развиваемая с помощью технологий нового века, превращается в индустрию, производящую самое опасное оружие тотального разрушения живой и неживой материи. Таковым оружием апокалиптической силы становятся научные знания о фундаментальных первоосновах живой и неживой материи.

Человек, орудуя все более могущественной хайтек-индустрией, базирующейся на знаниях о фундаментальных первоосновах живой и неживой материи, способен превратить неживую, живую и социальную материю в объект наудотехнологической практики. Осуществляя над ней современные технологические манипуляции, он превращает самого себя в нано-био-инфо-социо-инженера, который не испытывает благоговения перед бытием живой и неживой материей. Для такого инженера человеческое бытие (как и бытие любого иного биологического вида) -- это всего лишь «материал», подлежащий технологическим преобразованиям.

Превращение же человеческого бытия в объект технологических манипуляций

событие эпохального масштаба. Это событие знаменует собой завершение эпохи естественного «самотека» глобальной эволюции Homo sapiens'a. После него начинается эпоха, в которой научно-технологическая активность человека, все ускоряющаяся гонка в сфере хайтек-индустрии и периодическая смена этико-онтологического отношения человека к своему собственному бытию в мире

становятся могущественными факторами антропогенного ускорения глобальной эволюции.

Глобализирующаяся практика заботы человека о своем собственном бытии в мире, осуществляемая с помощью такой хайтек-индустрии, предоставляет ему беспрецедентные возможности для научно-технологического творчества на уровне атомарных структур, т.е. на уровне фундаментальных первооснов живой и неживой материи.

Самый важный прорыв в развитии практики реализации подобного рода мегапроектов -- это квантовый инжиниринг, т.е. практика атомно-молекулярной сборки всевозможных нанофабрик по производству синтетической материи с наперед указанными свойствами.

В результате метафора «материя, созданная Богом», которые возникли в ходе естественной глобальной физикокосмической эволюции нашей Вселенной, будут сосуществовать с разнообразием типов суррогатной материи, возникших благодаря квантовому инжинирингу.

После появления нанотехнологий, производящих «программируемую материю», слово материя стало обозначать не только «материю, сотворенную Богом», но и «материю, конструируемую человеком», из которой наноинженеры уже сегодня создают все нано-детали, необходимые для сборки компьютеров молекулярных размеров.

Несмотря на свои ничтожные размеры, такие нанокomпьютеры будут обладать не только гигантской памятью, но и огромной производительностью. Они способны взять на себя управление молекулярными роботами-сборщиками, осуществляющими по-атомную сборку любого вещества, необходимого человечеству. Более того, нанокomпьютерам (и технологиям искусственного интеллекта) будущего станет вполне под силу управление целыми нанофабриками, состоящими из огромного ансамбля таких роботов-сборщиков. Планетарная система подобных нанофабрик, осуществляющих атомно-молекулярную сборку веществ, необходимых человечеству (т.е. пищевых продуктов, медицинских препаратов, конструкционных материалов и т.п.) способна полностью вытеснить нынешнюю индустрию, базирующуюся на традиционных технологиях. И после того, как это произойдет, практика использования базовых технологий XXI века кардинально изменит не только отдельные сферы человеческой жизнедеятельности, но и условия планетарного существования человечества, его глобальный обмен энергией, веществом и информацией с окружающим миром [47].

Благодаря научно-технологической революции человек приобретает возможность программировать не только компьютер или, скажем, живое существо, но и суррогатную материю. После этой революции процесс воспроизводства человечества в мире пойдет по совершенно иной эволюционной траектории. Поступательно преобразуя наномир в мир «программируемой материи», которая будет функционировать под управлением и контролем человека, творец и

пользователь нанотехнологий приобретет возможность по своему усмотрению прерывать естественноисторическую эволюцию *Homo sapiens*'а и ставить этот грандиозный процесс в жесткую зависимость от темпов и масштабов гонки в сфере наукоемких технологий. Благодаря этому глобальная эволюция *Homo sapiens*'а перестанет формироваться естественным «самотеком». Творцам и пользователям трансчеловеческих технологий не обязательно ждать миллионы лет, пока глобальная эволюция *Homo sapiens*'а естественным «самотеком» породит новые типы неживой материи, новые геномы, новые виды трансгенных живых существ, более совершенные формы человеческой жизни. Такие формы живой материи высокие технологи будут конструировать по своему усмотрению [47].

Но чем более могущественными становятся сингулярные технологии, тем более рискогенной становится практика технологического преобразования живой и неживой материи человека. Практика подобных преобразований становится опасной даже в тех случаях, когда такие преобразования осуществляются с целью заботы о человеческом бытии.

Все это означает, что по мере приближения мегасоциума к состоянию сингулярности проблема этико-онтологического отношения человека к своему собственному бытию приобретает новый смысл.

Несмотря на то, что практика свободы, осуществлявшаяся вдали от сингулярности с помощью традиционных технологий, иногда приводила к глобальным негативным изменениям материально-пространственной среды обитания человека, она не оценивалась здесь как доминантный источник опасностей, рисков угроз. Этикоонтологическое осмысление практики свободы резко изменилось лишь после того, как она стала осуществляться с помощью индустрии таких могущественных технологий, как химические, ядерные, и особенно -- наноинженерийные, молекулярнобиологические, геномные, наномедицинские, компьютерно-сетевые, технологии нейро-чипов, виртуальной реальности и искусственного интеллекта.

Главную причину, побуждающую некоторых интеллектуалов XXI века изменить предшествующую стратегию заботы о человеческом бытии, понять нетрудно. Дело в том, что после того, как старая стратегия заботы о человеке стала осуществляться с помощью достижений науки XX века, она превратилась в источник неконтролируемого потока все более масштабных угроз человеческому бытию на планете. Действительно, прогресс химии привел к глобальному отравлению почв, атмосферы, мирового океана. Освоение энергии атома привело к нуклеарному заражению среды обитания человека, угрозу атомной войны. Биомолекулярная революция порождает угрозу загрязнения биосферы разнообразными типами трансгенных живых существ. Взрывоподобное развитие компьютерных наук, когнитивных наук, информатики и индустрии технологий планетарных компьютерно-медийных сетей породил угрозу информационного тоталитаризма [47].

Все эти угрозы являются долговременными последствиями старой стратегии заботы человека о своем бытии в мире. И именно стремление увековечить старую стратегию заботы о человеке побуждает апологетов этой стратегии считать главным виновником нарастающего вала опасений, страхов и тревог не обанкротившуюся стратегию заботы, а научно-технический прогресс.

Наряду с High-tech технологий, другим составляющим антропогенной сингулярности является High-Hume технологии.

High-Hume технологии – это высокие социогуманитарные технологии, основное начначение которых заключается в воздействии на сознание индивидов или групп людей с целью изменения их поведения и взаимоотношений. Предметом High-Hume технологии является преобразование био-социальной природы человека, т.е. трансформация его генетического, когнитивно-логического и социокультурного кодов. Эксперты считают, что появление High-Hume технологии стало возможным после того, как появились и получили распространение современные ИКТ, позволившие обработать огромные массивы информации и транслировать на большие территории нужные информационные потоки с заданной длительностью и в необходимых количествах.

Все это показывает, что большой проблемой современного мира становится недооценка гуманитарной составляющей, нравственных ценностей развития общества в условиях научно-технического прогресса. Такое положение дел повышает требования к образованию в этой части: необходимо развитие обучения в совокупности с воспитанием, стремление к формированию гуманистически ориентированного единого образовательного пространства, базирующегося не только на технических достижениях, но и на общечеловеческих нравственных нормах [2].

Другой возрастающей угрозой, порождаемой четвертой индустриальной революцией, является то, что внедрению прогрессивной техники, роботизации, инфо-коммуникационных технологий и других достижений присуще широкомасштабное сокращение количества рабочих мест. Безработица уже сегодня является мировой проблемой. Через несколько лет исчезнут десятки профессий, сотни специализаций.

Грядут масштабные сокращения специалистов: менеджеров, аналитиков, бухгалтеров, переводчиков, логистов, юристов, нотариусов, а также государственных и муниципальных чиновников, связанных с регистрацией, оформлением разного рода документов. Поэтому мы предлагаем ввести в школьную практику РК предпрофильную подготовку детей в основной школе и организацию профильного обучения в старшем звене. При этом необходимо использовать современный навигатор профориентационной работы – Атлас новых профессий.

Следовательно, уже сейчас надо активно пропагандировать и проводить среди молодежи целенаправленную работу, чтобы при выборе жизненного пути

приоритет ими отдавался новым современным профессиям, которые связаны с роботизацией, цифровыми технологиями, искусственным интеллектом, и востребованность в которых будет гарантированной на десятилетия [2].

Сегодняшнее поколение Z («зумеры»), обладая такими положительными качествами как быстрое овладение новшествами информационной технологии, **ранняя самостоятельность**, готовность к переменам, быстрая обучаемость, имеет также негативные качества, отрицательно влияющие на его личностное и профессиональное становление: рассеянное внимание, клиповое (фрагментарное) мышление, дефицит навыков «живого» общения, быстрое выгорание.

Это поколение, которое срослось с высокими технологиями, Интернетом и погружено в виртуальный мир. Как отмечает большинство экспертов, его представители (в своей массе) имеют поверхностные знания; они индивидуалисты, эгоисты, склонные к завышенной самооценке, нарциссизму, свободолобивы, не имеют четкой жизненной позиции, ориентированы на мнение авторитетов-кураторов из Интернет-сетей и зависимы от публичных сетевых оценок (отсюда большое значение придается селфи, лайкам и прочим атрибутам, «повышающим популярность»). Мышление Z поколения, скорее, образное, чем логическое, но не целостное, клиповое. Ценности трансформируются невербальным способом. Коммуникации часто осуществляются в цифровом формате, то есть устное общение и даже телефонные разговоры заменяются электронной почтой, СМС-сообщениями, пересылаемыми фотографиями, смайликами, визуальными клише и картинками [2].

Как было показано выше, проектная деятельность обучающихся, осуществляемая при STEM-образования, способствуют формированию критического и креативного мышления, умения работать в коллективе, быть открытым к сотрудничеству, умения принимать решения, быть лидером или ответственным исполнителем, находить компромиссы.

Защита проектов перед комиссией оценивается по следующим критериям: логичность и аргументированность изложения результатов проекта, ораторские способности выступающих, умение вести дискуссию с экспертами, готовность и способность отвечать на поставленные вопросы, готовность взаимодействовать с аудиторией, творческий подход к выбору формы представления результатов проектной работы, качество оформления пояснительной записки. Все это способствует эффективному формированию навыков «живого» общения и коммуникационных навыков у учащихся, в целом. Отсюда видно, что STEM-образование способствует устранению основных негативных качеств, свойственных поколению Z.

Кроме уже названных, информационно-коммуникационные технологии, цифровизация несут другие риски. В частности, серьезной проблемой, разрешение

которой пока не найдено, является создание особого мира — так называемой виртуальной реальности, в которую субъект погружается нередко настолько глубоко, что полностью «выпадает» из действительности. Особым побочным продуктом современного технического прогресса, который приобретает характер эпидемии и трудно поддается лечению, стала игромания. В болезненную зависимость от интернет-среды, от компьютера попадает все больше людей.

Одним из острых социальных и гуманитарных проблем современности становится рост численности молодежи категории NEET молодежи, которые не могут адаптироваться к условиям быстроменяющихся условий и требований окружающей действительности и остаются невостребованными.

Мы считаем, что системное изучение предмета «Технология» в школе на основе новой концепции (ориентированный на реализацию STEM-подхода) позволяет решить проблему NEET молодежи и молодежи «виртуального мира», поскольку главной целью изучения является развитие и воспитание широкообразованной творческой, инициативной и предприимчивой личности, подготовленной к самостоятельной трудовой деятельности. Более того, основными задачами, решаемыми при изучении предмета «Технология», являются [14]: 1) формирование политехнических знаний путем знакомства, как с технологиями ручной обработки материалов, так и с современными технологиями преобразования материи, энергии, информации; 2) формирование и развитие способов организации проектной деятельности и, на этой основе – технологической культуры, являющейся частью созидательной преобразующей деятельности; 3) воспитание эстетического вкуса и нравственных качеств личности; 4) подготовка к осознанному выбору профессии на основе знакомства с миром профессии, различными видами трудовой деятельности. Следовательно, Технология как учебный предмет сегодня способствует **профессиональному самоопределению** школьников в условиях рынка труда, ориентирует их на использование проектно-исследовательской, дизайнерской и научно-технической деятельности. Этому способствует, прежде всего, создание и развитие междисциплинарных научно-образовательных «творческих пространств» в формате научно-образовательных центров, приоритетно ориентированных на создание среды для эффективной междисциплинарной проектной работы школьников, студентов над заказами, инициированными реальным промышленным сектором. Одной из основных ролей таких площадок должна быть роль интеграторов научной, образовательной, бизнес- и промышленной среды, обеспечивающих на своей территории соединение знаний и опыта из различных сфер.

Такое сетевое взаимодействие всех уровней образования и производства в реализации STEM-образования способствует эффективному ведению **профориентационной работы в школе**, осознанному выбору профессии обучающимся.

Вместе с тем, особенности «техносферного человека», который живет в быстроменяющейся индустриально-цифровой эре развития человечества, риски антропогенной сингулярности (в том числе High-Hume технологии) предполагают кардинальную перестройку системы воспитательной работы школы на основе новой этико-онтологической концепции, парадигмы современной педагогической аксиологии, также критического пересмотра базисных основ современной дидактики.

Как утверждают эксперты, информационно-коммуникационные технологии, роботы, искусственный интеллект раздвигают горизонты возможностей человека, становятся активными помощниками в решении проблем современного мира, но не могут дать системы ценностей, никогда не научатся эмпатии. Поэтому преодолеть процессы дегуманизации, которая присуща эпохе постмодерна, нашему технократическому времени — это прерогатива человека и только человека, сохраняющего и развивающего общегуманистические морально-нравственные ценности [2].

Все эти факторы обуславливают необходимость формирования у учащихся не только ценностно-смысловых ключевых компетенций, но и характеризующиеся общечеловеческими ценностями – **глобальные компетенции**. В условиях быстроменяющегося мира, глобализации любой гражданин конкретной страны потенциально является также гражданином мира. Поэтому страны ОЭСР решили включить в состав заданий PISA с 2018 года ситуативные задания по глобальным компетенциям. Данное положение ставит перед педагогической наукой кардинально новые задачи по части воспитания и обучения современного «техносферного ученика».

Считаем также необходимым **модернизации методологии дидактики** на основе деятельностно-компетентностного и STEM-подходов.

При этом очень важно опираться на аксиологический аспект цифровой трансформации, на **гуманистические принципы** в процессе обучения и воспитания.

Подлежит также критическому пересмотру классические принципы дидактики и отбора содержания образования. Прежде всего, предстоит усиление принципов природосообразности и культуросообразности теории содержания образования и обучения, ценностной основы учебно-воспитательного процесса. Риски современного образования в контексте воспитания «техносферного человека» требуют также использования в нем **концептуальных идей этнопсихологии и этнопедагогике**, которые позволяют стать ученику гармонично развитой интеллектуальной личностью.

9 Стратегическое значение реализации STEM-образования в подготовке конкурентоспособного человеческого капитала

Последняя технологическая революция, получившая название Индустрии 4.0, меняет приоритеты образования и рождает новые его модели. Базисом построения этих моделей, по мнению экспертов, становятся следующие инновационные процессы: цифровизация образования, персонализация обучения, проектное обучение, интеграция формального и неформального видов образования, создание творческих пространств для совместной работы обучающихся с представителями реального сектора экономики и промышленности, создание междуниверситетских площадок (university hubs) в форме научно-образовательных центров [4].

Будущее экономического роста любой страны во многом зависит от наличия квалифицированных инженерных кадров, начало формирования которых должно быть положено на уровне средней школы, а затем работа должна продолжаться в колледжах и университетах через поддержку и активное внедрение STEM (STEAM)- образования. Поддержку следует осуществлять посредством целевых программ развития инженерно-технологического образования, основывающихся на активном вовлечении учащихся и их наставников в проектную деятельность. В условиях «творческих пространств» в рамках неформального и информального образования проектная деятельность дает возможность сформировать и развить в каждом ее участнике те навыки и компетенции, которые необходимы человеку цифровой эпохи [23].

Таким образом, предложенная модель STEM (STEAM)- образования может рассматриваться как универсальное средство для качественной подготовки школьников и студентов к профессиональной деятельности в условиях экономики Индустрии 4.0 [23].

Исходя из важности трансформации системы образования на основе STEM подхода США подготовлен отчет под названием «Путь к успеху: американская стратегия STEM-образования», в котором отмечены основные направления по внедрению и использованию STEM технологий как научно-технический потенциал, который предопределяет экономическое развитие страны. Ежегодно вручается премия президента США лучшим STEM-учителям уже на протяжении несколько десятков лет [10].

В настоящее время идея STEM-подхода, реализованная в США, подхвачена многими странами мира. В ВУЗах Франции, Великобритании, Австралии, Израиля, Китая, Канады, Турции и ряда других стран начата подготовка STEM специалистов [9,11].

Многие развитые страны, такие как США, Китай, Финляндия, Австралия, Великобритания, Израиль, Корея, Сингапур *реализуют государственные программы в области внедрения STEM-образования.* STEM в Китае

рассматривается как важный элемент *национальной стратегии развития талантов*.

Германия, как страна, впервые объявившая миру о наступлении эры четвертой промышленной революции, делает многое для реализации этого подхода в школах страны [1].

Дважды в год готовятся отчеты о состоянии и развитии данного направления в стране, также идет постоянная корреляция с другими странами по итогам сдачи тестирования PISA.

Эта страна выбрала собственный акроним для описания STEM-подхода – это MINT, что в переводе означает математика, информатика, естественные науки и техника [10].

Реализация MINT в Германии осуществляется под патронажем канцлера страны. Статистика о выпускниках ВУЗов MINT-направленности по состоянию на 2017 показывает, что Германия обогнала все страны по этому показателю [10].

В стране осуществляется инициатива “Создаем MINT-будущее”, в рамках которой замеряются все показатели, связанные с результатами реализации MINT: компетенции, число выпускников университетов данной направленности и др.

На седьмой национальной MINT- встрече на высшем уровне в 2019 году обсуждались вопросы несоответствия школьного образования запросам времени, предлагался алгоритм решения вопроса через тесную связь образования, промышленных предприятий и гражданских инициатив в этой сфере [10].

По данным экспертов [18] в России разработана концепция инженерного образования и, начиная с 2011 года, инженерному образованию школьников уделяется большое внимание.

Анализируя общие черты и различия между Российским и зарубежными подходами, эксперты заключают, что в РФ существует методологический потенциал к развитию концепции инженерной подготовки как самостоятельного вида деятельности, в США – реализуется комплексная концепция STEM [18].

Политика развития STEM дисциплин базируется на увеличении финансирования на уровне высшего образования, продвижения среди студентов направлений подготовки и специальностей в сфере технологии и науки, создание волонтерских сетей по работе со школами (Великобритания) и специальных профессиональных групп (Финляндия). Особого внимания требует подготовка учителей по дисциплинам STEM, например, для решения этой проблемы Япония разработала Super Science High School program для реформирования учебных планов и внедрения инновационных технологий обучения в школах [4].

Все это показывает важность реформирования системы образования РК в STEM направлении. Только в таком случае наша страна может реализовать главную стратегическую задачу – к 2050 году войти в число 30-развитых стран мира [5]. Как известно, в ответ на глобальные вызовы современности в Казахстане в 2012 году была принята Стратегия «Казахстан - 2050», взявшая курс на новую экономическую

политику. Главная цель стратегии развития РК до 2050 года – создание общества благоденствия на основе сильного государства с развитой экономикой и вхождение Казахстана в тридцатку самых развитых стран мира [5].

Будущее экономического роста во многом зависит от наличия квалифицированных инженерных кадров, начало формирования которых должно быть положено на уровне средней школы через поддержку и активное внедрение STEM дисциплин. Эта поддержка должна осуществляться через целевые программы развития, которые в свою очередь должны включать в себя поддержку учащихся и развитие квалификации учителей [4].

Обобщая вышеизложенное, можно утверждать, что STEM-подход модернизирует традиционное образование, обеспечивая подлинной реализации деятельностного и компетентностного подходов, усиливая инженерно-технологическую (прикладную и практическую) направленность содержания посредством внедрения предметов «Технология», «Робототехника» с преимущественным применением проектного метода. STEM-подход формирует устойчивый мотив учащихся к изучению предметов естественно-математического цикла. Опыт показывает, что при традиционном обучении в основной школе интерес детей к предметом ЕМЦ резко падает.

Все это показывает, что STEM-подход – *новая парадигма образования*, исходящая из запроса Общество 4.0 с Индустрией 4.0. Как известно, смена парадигмы представляет собой эволюционный переход рассматриваемой системы на новый уровень развития. Этот новый уровень образовательной сферы обеспечивается трансформацией всей системы образования на основе STEM-парадигмы. Только такая система образования сможет подготовить конкурентоспособный человеческий капитал, соответствующий запросом Индустрии 4.0. А это для нашей страны особо актуально, поскольку стратегическая цель Казахстана – к 2030 году войти в число 50 развитых стран мира.

Анализ передового международного опыта показывает, что единственно верным решением данной проблемы касательно сферы образования, является *трансформация системы образования РК на основе STEM-подхода*. Обоснованность данного утверждения доказывается тем, что главным целеполаганием STEM-подхода в условиях глобализации, тотальной цифровизации и жесткой конкуренции является создание стабильных взаимосвязей между школой, внешкольной организацией, вузом, производством и обществом. Такие взаимосвязи способствуют развитию STEM-компетентности обучаемых, формированию прогрессивной кадровой базы страны для индустрии 4.0, которая позволит ей стать экономически развитой и конкурентоспособной страной.

10 Условия реализации STEM образования

Эксперты утверждают, что к будущему всегда важно готовиться в настоящем, тем более, что в наше время — эпоху четвертой промышленной революции — будущее наступает стремительно, при том, что система образования во все времена достаточно консервативна и неповоротлива. Надо сделать все, чтобы образование из догоняющего стало опережающим. Отсюда необходимость активной трансформации образовательной системы под запросы нового времени. Поэтому в целях эффективного использования преимуществ, которые предоставляет человечеству научно-технический прогресс, и для сведения к минимуму негативных влияний и рисков, которые в связи с ним же неизбежно возникают, необходимо [2]:

- создать систему стратегического планирования и прогнозирования научно-технического развития в общем комплексе и по ключевым направлениям;
- обеспечить материально-техническую базу для прорывных отраслей и производств нового технологического уклада;
- принять меры к необходимому кадровому обеспечению передовых технологических направлений, развитию системы обучения, формированию актуальных компетенций, непрерывному повышению квалификации;
- разработать систему управления рисками, возникающими в ходе четвертой промышленной революции;
- организовывать специализированное обучение субъектов образовательного пространства и социума умению использовать цифровые и информационные технологии;
- обеспечить меры социальной защиты лиц, высвобождаемых с рабочих мест в связи с внедрением новой техники и высокопроизводительных технологий, организовать систему их переподготовки;
- обеспечить меры по противодействию кибератакам, хищению персональных данных, хакерским взломам и другим киберпреступлениям, на основе широкой пропаганды и обучения методам защиты от них;
- противодействовать использованию информационно-коммуникационных технологий для манипулирования общественным сознанием, дезинформации, искажающей реальное положение дел, для создания «фейковых» новостей;
- углублять нравственное воспитание, гуманитарную составляющую обучения и формирование моральных-этических ценностей у всех категорий обучающихся, обратив особое внимание на студентов по специальностям, связанным с информационными технологиями;
- совершенствовать нормативную базу в области цифровизации и применения информационно-коммуникационных технологий, в том числе в системе образования.

При трансформации системы среднего образования на основе STEM-подхода мы должны учитывать кроме вышеперечисленных принципов модернизации и эти условия внедрения данного инновационного подхода в практику.

Анализируя опыт внедрения STEM-подхода в целостную систему образования за рубежом, мы считаем, что также за основу реализации данного процесса в нашей республике можно взять подход Российской Федерации, который представлен в их концепции преподавания предмета «Технология» [14].

Для внедрения STEM образования в школу необходимо решить следующие задачи [14]:

1. Создание системы преемственного инженерно-технологического образования на всех уровнях общего образования;

2. Изменение статуса предметной области «Технология» в соответствии с ее ключевой ролью в обеспечении связи фундаментального знания с преобразующей деятельностью человека и взаимодействия между содержанием общего образования и окружающим миром;

3. Трансформация содержания предметов ЕМЦ на основе требований STEM подхода;

4. Модернизация содержания, методик и технологий преподавания предметной области «Технология», ее материально-технического и кадрового обеспечения (включая педагогическое образование); усиление воспитательного эффекта; изучение элементов как традиционных, так и наиболее перспективных технологических направлений и соответствующих стандартам Ворлдскиллс;

5. Определение непрерывного содержания предмета робототехника с учетом структуры и концепта предметов «Технология», «Информатика ИКТ», а также модернизированного содержания предметов ЕМЦ. Оснащение школ робототехническими наборами и обеспечение соответствующими кадрами;

6. Формирование у обучающихся культуры проектной и исследовательской деятельности, использование проектного метода во всех видах образовательной деятельности (в урочной и внеурочной деятельности, дополнительном образовании);

7. Формирование ключевых навыков в сфере информационных и коммуникационных технологий (далее – ИКТ) в рамках учебных предметов «Технология» и «Информатика и ИКТ» и их использование в ходе изучения других предметных областей (учебных предметов);

8. Обновление содержания общего образования и примерных основных общеобразовательных программ на основе новых принципов и критериев их отбора, исходящих из требований STEM подхода.

9. Разработка и внедрение Плана мероприятий Министерства просвещения РК по организации предпрофильной подготовки и профильного обучения в школе.

10. Обновление содержания и методов дополнительного образования детей, усиление их интеграции с содержанием школьных предметов в разрезе классов.

Вовлечение школьников в участие в проектах, направленных на раннюю профориентацию;

11. Модернизация инфраструктуры системы дополнительного образования детей. Создание сети региональных центров выявления, поддержки и развития способностей и талантов у детей и молодежи. Создание ресурсных центров дополнительного образования;

12. Создание системы выявления, оценивания и продвижения обучающихся (включая продолжение образования), обладающих высокой мотивацией и способностями в сфере материального и социального конструирования, включая инженерно-технологическое направление и ИКТ; широкое участие в чемпионатах юниоров и демонстрационных экзаменах по стандартам Ворлдскиллс, на республиканских и международных конкурсах по робототехнике;

13. Поддержка лидеров инженерно-технологического образования (организаций, коллективов, отдельных педагогических работников, работающих с детьми, профессионалов – носителей передовых компетенций); популяризация передовых практик обучения и стимулирование разнообразия форм технологического образования, формирование открытого интернет-банка модулей технологического образования, создаваемых лидерами технологического образования различных регионов, для выбора этих модулей при разработке общеобразовательной организацией рабочей программы по предметной области «Технология».

Для эффективной реализации основных задач предметной области «Технология», предметов «Робототехника» и «Информатика и ИКТ» необходимо [14]:

1. Адаптировать государственные общеобязательные стандарты образования и примерные основные общеобразовательные программы к новым целям и задачам предметной области «Технология», предметов «Робототехника» и «Информатика и ИКТ», предусматривая вариативность их освоения;

2. Предоставить обучающимся возможность использовать цифровые ресурсы (инструменты, источники и сервисы) и оснащенные современными оборудованьями лабораторий и мастерских для изучения предметов ЕМЦ и выполнения проектных работ с учетом требований STEM подхода.

3. Использовать ресурсы организаций дополнительного образования, центров технологической поддержки образования, детских технопарков, площадок для реализации стартапов и бизнес-идей, связанных с промышленным производством (фаблабы), специализированных MakerSpice и IT-центров компетенций (включая Ворлдскиллс), музеев, организаций, осуществляющих обучение по программам профессионального образования и профессионального обучения, а также государственных и частных корпораций, их фондов и образовательных программ;

4. Использовать социальные и профессиональные личностно значимые и общественно значимые практики, обеспечивающие проведение профильного

обучения, получение начальных профессиональных навыков с учетом потребности экономики региона, в центрах молодежного инновационного творчества, центрах компетенций Ворлдскиллс, детско-взрослых производствах, в поддержании школьной ИКТ-инфраструктуры и консультировании учителей.

Подготовка кадров и эффективное использование человеческого потенциала [14]:

1. Технологическое образование и реализация STEM подхода в школе должны опираться на кадровые ресурсы учителей технологии, информатики и ИКТ, преподавателей дополнительного образования, профессионального образования и потребности экономики региона проживания обучающихся;

2. Подготовка специалистов для профильной школы на основе современных подходов (в том числе STEM подхода) к организации педагогического процесса.

3. Совершенствование содержания и методов технологического образования требует опережающей подготовки педагогических работников и их дополнительного профессионального образования, учитывающих разрабатываемые примерные рабочие программы по технологии и робототехники для общего образования, а также современные образовательные технологии и ресурсы, включая дистанционные, технологии автоматизированного сбора и анализа данных об учебном прогрессе обучающихся.

Это предполагает:

1. Обновления стандартов высшего и послевузовского профессионального образования по подготовке педагогов STEM обучения.

2. Разработку новых образовательных программ высшего образования по педагогическим специальностям на основе требований STEM подхода;

3. Разработку и реализацию образовательных программ высшего образования (в том числе в сетевой форме) осуществляющих целевую подготовку учителей технологии, робототехники и информатики, а также профильного обучения с учетом требований STEM подхода.

4. Системного научно-методического обеспечения образовательного процесса в условиях реализации STEM подхода.

5. Разработку стандарта профессионального развития педагога (повышения квалификации и переподготовки), направленного на внедрение концепции STEM подхода в практику школьного образования.

6. Разработку и реализацию программ повышения квалификации в области владения современными технологиями педагогических работников, преподающих учебные предметы в рамках предметной области «Технология», предметов «Робототехника» и «Информатика ИКТ» с новым содержанием в соответствии с государственными общеобязательными стандартами образования;

7. Создания системы поддержки работающих с детьми профессионалов, обладающих компетенциями и опытом в области технологического образования;

8. Профессиональную переподготовку в области инженерно-технологического образования лиц, владеющих современными технологическими процессами, опытом работы по созданию роботов на основе проектной деятельности и работы с техническими устройствами, с учетом квалификационных требований, указанных в квалификационных справочниках по соответствующим должностям, профессиям и специальностям;

9. Создания программ грантовой поддержки образовательных организаций для участия в выставках современных образовательных технологий;

10. Поддержку образовательных организаций, реализующих образовательные программы высшего образования по направлению подготовки высшего образования «Педагогическое образование» (уровень бакалавриата), осуществляющих целевую подготовку учителей технологии;

11. Развития института наставничества, в том числе разработку образовательных программ для наставников в предметной области «Технология» и привлечение наставников из предприятий для работы с обучающимися в рамках уроков «Технология», «Робототехника» и «Информатика и ИКТ».

Модернизация материально-технического и цифрового ресурсов общего образования.

1. Обеспечение школ робототехническими наборами и современными лабораторными оборудованями для преподавания предметов «Робототехника» и «Технология» с 1 по 9 классы в соответствии с требованиями STEM обучения;

2. Оснащение школ современными комплексами лабораторий, мастерских и MakerSpice зон для преподавания предметов ЕМЦ в основной и профильной школе, а также с целью осуществления учениками проектной и учебно-исследовательской деятельности.

3. Разработка учебно-методических комплексов (в том числе цифровых ресурсов) учебных предметов «Технология», «Робототехника» и «Информатика и ИКТ», а также межпредметной проектной деятельности;

4. Составление примерного перечня оборудований с учетом требований STEM обучения (в том числе профильного обучения), стандартов Ворлдскиллс и рекомендаций по формированию функциональных зон образовательной деятельности предметной области «Технология» и предмета «Робототехника»: проектная, производственная, сборочная.

Освоение учебных предметов «Технология» и «Робототехника» может осуществляться как в образовательных организациях, так и в организациях-партнерах, в том числе в модели учебно-производственных комбинатов и технопарков.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ передового зарубежного опыта по развитию педагогической науки и системы образования показывает актуальность их трансформации в соответствии с запросами «общества будущего» – Общества 4.0 с Индустрией 4.0. Научно-методологической основой трансформации является гуманистическая парадигма развития образования, заменяющая парадигму «человека знающего» на концепцию «человека действующего», «человека, подготовленного к жизни». Основным механизмом реализации данной парадигмы является STEM подход, интегрирующий, расширяющий и развивающий инновационные потенциалы личностно-деятельностного и компетентностного подходов с учетом требований цифровизации и инженерно-технологической модернизации образования. Индустриально-цифровая эра развития человечества предполагает совершенствование образования в инженерно-технологическом направлении на основе STEM подхода.

Данный тренд требует модернизации содержания предметов ЕМЦ, направленной на усиление прикладного, практического и занимательного аспектов, а также организации лабораторных, опытно-экспериментальных работ нового формата. Модернизация должна осуществляться на основе новых принципов отбора содержания, таких, как: учет дидактических возможностей ИКТ, соответствие требованиям STEM подхода и таксономии целей обучения и др.

Главными составляющими STEM образования являются предметная область «Технология», предметы «Робототехника» и «Информатика и ИКТ», а также модернизированное содержание предметов ЕМЦ и содержание проектов, конструированных на междисциплинарной основе.

Формирование STEM компетенции предполагает применение интерактивных методов обучения и организацию занятий, требующих преимущественно, проектную и учебно-исследовательскую деятельность учащихся.

Общество 4.0 с Индустрией 4.0 предполагает целенаправленную организацию предпрофильной подготовки и профильного обучения в школах в контексте требований STEM подхода.

Эффективным механизмом реализации STEM образования является технология трехмерной методической системы обучения, синтезирующая развивающий потенциал интерактивных, проектно-исследовательских методов и соответствующая всем требованиям STEM дидактики.

STEM обучение и технологизация образовательного процесса взаимосвязанные и взаимообусловленные понятия, так как их главные цели и задачи во многом совпадают и взаимопроникают. Как у STEM подхода главная цель технологизации учебного процесса (особенно это ярко проявляется в ТТМСО) – обучение детей к применению полученных знаний на практике путем использования проектного и учебно-исследовательского методов. Дидактическая матрица, которая является основной платформой проектирования учебного

процесса в ТТМСО, предполагает «создание» чего-то или «открытие нового» в результате продуктивной/созидательной деятельности ученика, то есть позволяет формирование инженерно-технологических навыков в них.

Как и производственная технология, педагогическая технология ТТМСО, гарантирует получение результата. В производственной технологии это – высокоэффективные продукции, а в педтехнологии – качество обучения, сформированные компетенции, соответствующие требованиям ГОСО, достигаемые всеми учениками.

Мировой опыт по расширению возможностей STEM подхода в гуманитарной сфере через концепт STEAM актуализирует задачу трансформации всей системы среднего образования на основе STEM (STEAM) концепции.

Особенности воспитания «техносферного человека» требует научно обоснованного определения возможных рисков и путей их преодоления. Гуманистическая основа, направленность STEM подхода на формирование человека активного, созидательного, конкурентоспособного позволяет комплексно решить данную задачу. Анализ передового опыта зарубежных стран показывает, что только такое образование и наука, модернизированные посредством STEM подхода, являются основой устойчивого развития любого государства в XXI веке (см.рис.8).

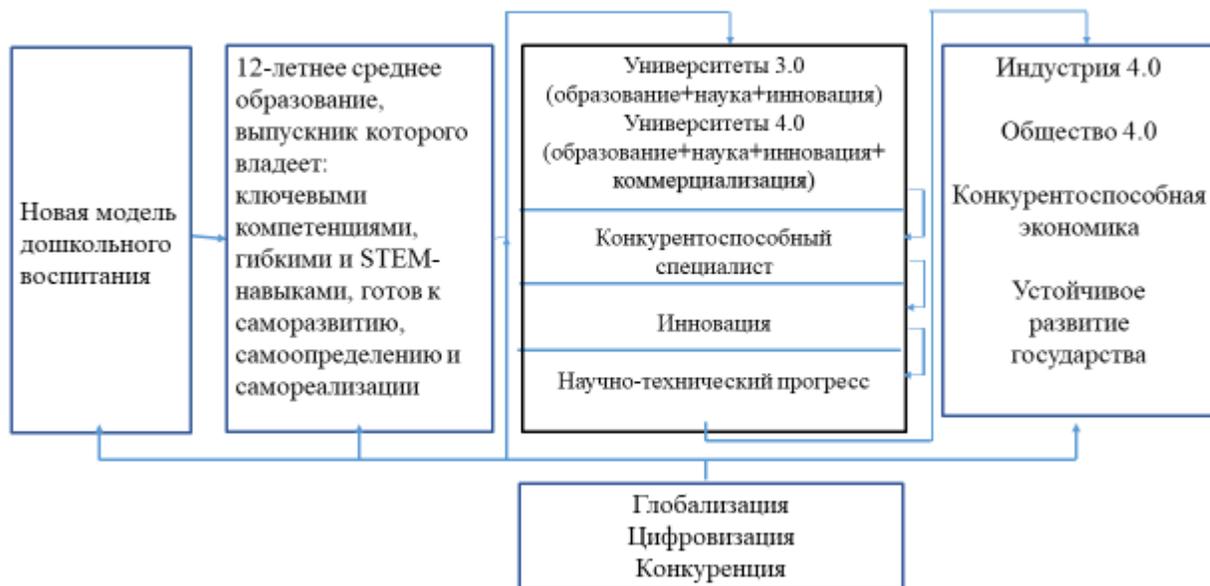


Рисунок 8 – Образование и наука, модернизированная на основе STEM подхода – основа устойчивого развития страны

Трансформация системы среднего образования на основе STEM подхода требует разработки специального плана реализации данной модернизации. Опыт стран с Индустрией 4.0 по внедрению STEM образования показывает его

стратегическое значение по подготовке конкурентоспособного человеческого капитала, который является главным условием создания цифровой экономики в «Жана Казахстане» и вхождения РК в число 50-ти развитых стран мира в ближайшее время.

Тематическое планирование курса «Робототехника в детском саду» Старшая группа

Месяц	Содержание темы
Сентябрь	1. Знакомство с конструктором. Спонтанная игра детей.
	2. Исследователи цвета Lego – деталей. Скрепление Lego – деталей. Сборка прямой змейки.
	3. Исследователи цвета Lego – деталей. Скрепление Lego – деталей. Сборка длинной красной змейки и короткой синей. Сборка длинной желтой змейки и короткой зеленой змейки.
	4. Исследователи цвета Lego – деталей. Строим разноцветные башни. Красная и зеленая. Синяя и желтая.
	5. Исследователи цвета Lego – деталей. Строим разноцветные башни. Башенка высокая желтая и низкая красная. Высокая синяя и низкая синяя
	6. Исследователи Lego – деталей (форма и размер). Игра «Самый быстрый и внимательный». Закрепление формы, цвета, скрепления деталей. Спонтанная деятельность детей. Обыгрывание построек.
	7. Спонтанная игра детей, проверочная работа по укреплению знаний конструктора LEGO.
Октябрь	1. Знакомство с конструктором для робототехники
	2. Знакомство с игрой робофутбол
	3. Конструируем ворота и заборчик
	4. Конструируем домик
	5. Конструируем домик с окном
	6. Конструирование по замыслу: домик и заборчик.
	7. Свободная игровая деятельность детей. Строим город. Обыгрывание построек.
	8. Учимся читать схему. Конструируем по схеме: домик
Ноябрь	1. Конструируем мебель: диван, кровать
	2. Свободная игровая деятельность детей. Обыгрывание построек.
	3. Моделирование домашних животных: кошка, собака, лошадка
	4. Моделирование домашних животных: цыпленок, курица
	5. Конструирование устойчивых построек

	6. Обыгрывание построек
	7. Конструирование легкового автомобиля
	8. Учимся читать схему. Конструирование легкового автомобиля по схеме
Декабрь	1. Конструирование грузового автомобиля
	2. Строим гараж для машин. Обыгрывание построек. Выставка работ
	3. Моделируем деревья по схеме: елочка, березка, сосна
	4. Моделируем деревья по схеме: елочка, березка, сосна
	5. Моделируем новогоднюю елочку. Делаем новогоднюю игрушку
	6. Делаем новогоднюю игрушку. Выставка работ
	7. Свободная игровая деятельность детей. Развивающие игры с использованием конструктора
	8. Свободная игровая деятельность детей. Развивающие игры с использованием конструктора
Январь	1. Знакомство с MRT
	2. Изучение блоков
	3. Соединяем вал, втулку и муфту
	4. Как использовать блоки
	5. Типы колес
	6. Пульт ДУ (Обучение выбора канала)
	7. Подготовка к конкурсу. Конструируем персонажей сказки
февраль	1. Подготовка к конкурсу. Конструируем персонажей сказки
	2. Конструирование пирамиды одного цвета
	3. Конструирование пирамиды двух цветов
	4. Учимся строить объемный домик
	5. Мой любимый мульт-герой
	6. Выставка работ
	7. Подарок для мамы. Моделируем цветок
	8. Подарок для мамы. Моделируем цветок. Выставка работ
Март	1. Свободная игровая деятельность детей
	2. Развивающие игры с использованием конструктора
	3. Зоопарк. Моделируем диких животных
	4. Зоопарк. Моделируем диких животных по схеме. Строим вольеры для животных
	5. Сборка. Обыгрывание построек.
	6. Обыгрывание построек.
	7. Конструируем нужные вещи: ваза
	8. Конструируем нужные вещи: подсвечник

Апрель	1. Конструируем нужные вещи: колокольчик. Выставка работ
	2. Конструирование самолета
	3. Конструирование самолета по схеме
	4. Конструирование вертолета
	5. Конструирование военной техники: машина
	6. Конструирование военной техники: танк
	7. Конструирование военной техники. Выставка работ
	8. Конструирование «Мой любимый детский сад»
Май	1. Конструирование «Мой любимый детский сад»
	2. Конструирование «Мой любимый детский сад». Обыгрывание построек.
	3. Конструирование на военную тему «Парад военной техники»
	4. Конструирование по замыслу детей
	5. Выставка работ
	6. Свободная игровая деятельность детей. Развивающие игры с использованием конструктора
	7. Свободная игровая деятельность детей. Развивающие игры с использованием конструктора
	8. Свободная игровая деятельность детей. Развивающие игры с использованием конструктора

Подготовительная группа

Месяц	Содержание темы
Сентябрь	1. Конструирование на свободную тему.
	2. Вспоминаем виды блоков и креплений
	3. Изучение новых блоков MRT
	4. Соединяем вал, втулку и муфту
	5. Игра «робофутбол»
	6. Конструируем домик
	7. Конструируем модель своей комнаты
Октябрь	1. Как использовать блоки
	2. Конструирование букв алфавита.
	3. Конструирование своего имени
	4. Конструирование цифр
	5. Конструирование своего возраста
	6. Свободная игровая деятельность
	7. Тренировка по робо – футболу.
	8. Игры на знание простых математических вычислений.
Ноябрь	1. Изучение электронных частей

	2. Мой любимый мульт герой
	3. Соединяем блоки и рамки
	4. Соединяем вал и втулку
	5. Соединяем электромотор и муфту
	6. Принцип рычага
	7. Конструирование по образцу
	8. Выступление по работам
Декабрь	1. Пульт ДУ (обучение выбора канала управления)
	2. Типы колес
	3. Типы шестеренок
	4. Использование шестеренок при конструировании
	5. Гусеничный привод
	6. Изучение электронных частей
	7. Моделируем крутящуюся новогоднюю игрушку
	8. Моделируем новогоднюю игрушку. Выставка работ
Январь	1. Виды роботов
	2. Конструирование робота автомобиля для гонок
	3. Конструирование робота автомобиля для гонок
	4. Конструирование робота танк
	5. Конструирование робота танк
	6. Конструирование робота Рыцарь и осел
	7. Конструирование робота Рыцарь и осел
Февраль	1. Битва рыцарей
	2. Робофутбол
	3. Игры на знание простых математических вычислений.
	4. Конструирование робота шестиногий жук
	5. Конструирование робота шестиногий жук
	6. Моделирование ракет
	7. Конструирование по образцу
	8. Подготовка к конкурсу. Конструируем персонажей сказки
Март	1. Свободная игровая деятельность детей. Развивающие игры с использованием блоков
	2. Моделирование своего имени
	3. Конструирование нужных вещей
	4. Конструирование нужных вещей. Выставка работ
	5. Конструирование пирамиды одного цвета
	6. Конструирование пирамиды двух и более цветов
	7. Конструирование мостов
	8. Игры на знание простых математических вычислений

Апрель	1. Конструирование на пару с отцами (братьями, дядями)
	2. Конструирование автомашин мечты. Выставка работ
	3. Конструирование самолета по образцу
	4. Конструирование вертолета по образцу
	5. Конструирование кораблика по образцу
	6. Конструирование трактора на гусеницах
	7. Конструирование военной техники
	8. Конструирование военной техники. Выставка работ
Май	1. Свободная игровая деятельность детей
	2. Зоопарк. Моделируем домашних животных
	3. Зоопарк. Моделируем диких животных
	4. Конструирование по замыслу детей
	5. Конструирование по замыслу детей
	6. Выставка работ
	7. Свободная игровая деятельность детей. Развивающие игры с использованием конструктора
	8. Свободная игровая деятельность детей. Развивающие игры с использованием конструктора

Тематическое планирование курса «Робототехники» для 5-7 классов

№ занятия	Тема	Кол-во часов	Ожидаемые результаты
1	МОДУЛЬ 1: ВВЕДЕНИЕ В КУРС И ОСНОВЫ РАБОТЫ С LEGO Mindstorms EV3		
1.1	Введение в курс Робототехника: основы, области применения, виды.	1	Изучение основ робототехники, объяснение, что такое «робот», рассмотрение разновидностей роботов и области их применения.
1.2	История и перспективы робототехники.	1	Знакомство с историей развития и перспективами робототехники.
1.3	Знакомство с оборудованием курса: набор LEGO Mindstorms EV3 Education	1	Знакомство с содержимым комплекта Lego: электронные компоненты, шестеренки, колеса, оси, конструкционные элементы.
1.4	Модуль EV3.	1	Что такое EV3? Техническое описание, установка аккумуляторов, включение и выключение EV3, индикаторы и кнопки, порты.
1.5	Сборка образовательного робота.	1	Знакомство с Robot Educator и его назначением, сборка базовой модели.
1.6	Моторы и датчики.	1	Большой и средний мотор. Датчик цвета, ультразвуковой датчик, датчик касания, гироскопический датчик. Подключение моторов и датчиков.
1.7	Интерфейс модуля EV3.	1	Меню EV3: Запуск последней программы; Выбор файла; Приложения модуля; Настройки.

1.8	Что такое программирование? Программное обеспечение EV2	1	Установка программы, ознакомление с программой, структура проекта, обновление прошивки.
1.9	Моделирование образовательного робота в программе LEGO Digital	1	Знакомство с программой 3D моделирования LEGO Digital Designer Создание проекта базового робота EV3.
1.10	Моделирование образовательного робота в программе LEGO Digital Designer	1	3D моделирование, сборка прототипа робота.
	Всего часов для модуля 1	10	
2	МОДУЛЬ 2: ДВИЖЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОТОРОВ		
2.1	Что такое движение? Создание первой программы для EV3. Движение больших моторов: Блок Рулевого Управления.	1	Использование больших моторов, блока Рулевого Управления и калибровки колес для осуществления движения.
2.2	Командная работа над заданиями и проектом «Танцующий Робот»	1	Работа учеников в группах для решения поставленных задач.
2.3	Движение руки робота: Блок Среднего Мотора.	1	Знакомство и запуск блока Среднего Мотора.
2.4	Командная работа над заданиями и проектом «Робот убирающий мусор».	1	Работа учеников в группах для решения поставленных задач.
2.5	Блок Большого Мотора.	1	Знакомство и запуск блока Большого Мотора.
2.6	Сборка робота «Щенок».	1	Знакомство с моделью робота, реагирующего на различные команды и использующего датчик Цвета и датчик Касания для запуска движения моторов.
	Всего часов для модуля 2	6	
3	МОДУЛЬ 3: ПОВОРОТЫ		
3.1	Что такое поворот? Повороты на месте: блок Независимое Управление Моторами.	1	Изучение блока Независимое Управление Моторами и его настроек, изучение механизмов поворота робота на различные углы, написание программы для поворота робота на заданные градусы.
3.2	Командная работа над заданиями и проектом «Парковка»	1	Работа учеников в группах для решения поставленных задач.
	Всего часов для модуля 3	2	
4	МОДУЛЬ 4: ДАТЧИКИ		
4.1	Датчик Касания. Определение нажатий на кнопку.	1	Исследование принципа работы датчика Касания. Применение кнопок для запуска моторов в программировании.
4.2	Командная работа над заданиями и проектом «Грузовой робот»	1	Работа учеников в группах для решения поставленных задач.

4.3	Сборка робота «РобоРука».	1	Ознакомление с моделью робота руки, использующего датчик Цвета и датчик Касания для обнаружения и перемещения объектов на заданные
4.4	Ультразвуковой датчик. Определение и реакции на препятствия.	1	Исследование принципа работы датчика, определяющего расстояние. Его применение для написания простой программы.
4.5	Командная работа над заданиями и проектом	1	Работа учеников в группах для решения поставленных задач.
4.6	Гироскопический датчик. Определение углового	1	Знакомство с принципом работы Гироскопического датчика. Написание программы определения
4.7	Командная работа над заданиями и проектом	1	Работа учеников в группах для решения поставленных задач.
4.8	Сборка робота «Гиробой».	1	Ознакомление с моделью робота, использующего Ультразвуковой датчик и датчик Касания, для самостоятельного балансирования на двух колесах.
4.9	Датчик цвета. Определение цвета.	1	Знакомство с датчиком Цвета, его настройками и принципом работы. Написание программы для
4.10	Командная работа над заданиями и проектом «Светофор».	1	Работа учеников в группах для решения поставленных задач.
4.11	Сборка робота «Цветосортировщик».	1	Знакомство с моделью робота, использующего датчики Цвета и Касания, а также моторы для
	Всего часов для модуля 4	11	
5	МОДУЛЬ 5: СОРЕВНОВАНИЯ В КЛАССЕ		
5.1	Анонсирование соревнования в классе. Презентация идей.	1	Знакомство с правилами МКО и заданиями соревнований. Разделение учащихся на группы. Представление идей.
	Создание собственных моделей роботов.	1	Закрепление полученных знаний путем конструирования собственных моделей и написания
5.3	Программирование роботов и тестирование.	1	Работа учеников в группах.
5.4	Презентация и соревнования роботов.	1	Работа учеников в группах.
5.5	Презентация и соревнования роботов. Определение победителей	1	Работа учеников в группах. Определение победителей.
	Всего часов для модуля 5	5	
	Всего часов для всего курса	34	

Программа курса «Робототехники» для 7-11 классов

Введение (1 ч.)

Поколения роботов. История развития робототехники.

Применение роботов.

Конструктор LEGO Mindstorms EV3 (13 ч.)

Конструкторы LEGO Mindstorms EV3, ресурсный набор.

Основные детали конструктора. Микропроцессор EV3. Сервомоторы. Датчики. Подключение сервомоторов и датчиков. Меню. Программирование. Выгрузка и загрузка.

Программирование EV3 (12 ч.)

Установка программного обеспечения. Системные требования.

Интерфейс. Самоучитель. Мой портал. Панель инструментов. Палитра команд. Рабочее поле. Окно подсказок. Панель конфигурации. Пульт управления роботом. Первые простые программы. Передача и запуск программ. Тестирование робота.

Испытание роботов (18 ч.)

Движение, повороты и развороты. Воспроизведение звуков и управление звуком. Движение робота с ультразвуковым датчиком и датчиком касания.

Обнаружение роботом черной линии и движение вдоль черной линии.

Проектная деятельность (19 ч.)

Конструирование моделей роботов. Программирование. Испытание роботов. Презентация проектов роботов. Выставка роботов.

Соревнование роботов (10 ч.)

Решение олимпиадных задач. Подготовка, программирование и испытание роботов в соревнованиях. Участие в краевых мероприятиях, олимпиадах по робототехнике.

Тематическое планирование курса «Робототехники» для 7-11 классов

№ занятия	Тема занятия, вид занятия	Содержание занятия	Кол-во час.
1	Введение в курс «Образовательная робототехника». Что такое робот? (Лекция)	<u>Лекция №1</u> 1.1. История робототехники. Поколения роботов. 1.2. Цели и задачи курса «Образовательная робототехника»	1
2	Робот LEGO Mindstorms EV3 (Презентация)	<u>Презентация №1</u> «Роботы LEGO: от простейших моделей до программируемых» <u>Презентация №2</u>	1

		«Появление роботов Mindstorms EV3 в России. Виды, артикулы, комплектация конструкторов, стоимость наборов»	
3	Конструкторы LEGO Mindstorms EV3, ресурсный набор. (Практическое занятие)	<u>Практическое занятие № 1</u> «Знакомство с конструкторами LEGO Mindstorms EV3, Ресурсный набор»	2
4	Микрокомпьютер (Лекция)	<u>Лекция № 2</u> 4.1. Характеристики EV3. Установка аккумуляторов в блок микрокомпьютера. 4.2. Технология подключения к EV3 (включение и выключение, загрузка и выгрузка программ, порты USB, входа и выхода). 4.3. Интерфейс и описание EV3 (пиктограммы, функции, индикаторы). 4.4. Главное меню EV3 (мои файлы, программы, испытай меня, вид, настройки)	2
5	Датчики (Лекция)	<u>Лекция №3</u> 5.1. Датчик касания (Touch Sensor, подключение и описание) 5.2. Датчик звука (Sound Sensor, подключение и описание) 5.3. Датчик освещенности (Light Sensor, подключение и описание) 5.4. Датчик цвета (Color Sensor, подключение и описание) 5.5. Датчик расстояния (Ultrasonic Sensor, подключение и описание)	4
6	Сервомотор EV3 (Лекция)	<u>Лекция №4</u> 6.1. Встроенный датчик оборотов (Измерения в градусах и оборотах). 6.2. Скорость вращения колеса (Механизм зубчатой передачи и ступица) 6.3. Подключение сервомоторов к EV3.	4
7	Программное обеспечение LEGO® MINDSTORMS® Education EV3 (Практическое занятие)	<u>Практическое занятие №2</u> «Установка программного обеспечения LEGO Mindstorms на персональный компьютер».	1
8	Основы программирования EV3 (Лекция)	<u>Лекция №5</u> 8.1. Общее знакомство с интерфейсом ПО LEGO Mindstorms EV3 8.2. Самоучитель. Мой портал. Панель инструментов. 8.3. Палитра команд 8.4. Рабочее поле.	2

		8.5. Окно подсказок. Окно EV3. 8.6. Панель конфигурации 8.7. Пульт управления роботом.	
9	Первый робот и первая программа (Практическое занятие)	<u>Практическое занятие № 3</u> «Сборка, программирование и испытание первого робота»	4
10	Движения и повороты (Лекция)	<u>Лекция №6</u> 10.1 Команда Move. 10.2 Настройка панели конфигурации команды Move. 10.3. Особенности движения робота по прямой и кривой линиям. 10.4. Повороты робота на произвольные углы. 10.5. Примеры движения и поворотов робота Castor Bot.	6
11	Воспроизведение звуков и управление звуком (Лекция)	<u>Лекция №7</u> 11.1 Команда Sound. Воспроизведение звуков и слов. 11.2. Настройка панели конфигурации команды Sound. 11.3. Составление программы и демонстрация начала и окончания движения робота Castor Bot по звуковому сигналу. 11.4. Составление программы и демонстрация движения робота	4
12	Движение робота с ультразвуковым датчиком и датчиком касания (Лекция, практическая работа)	<u>Лекция № 8</u> 12.1. Устройство и принцип работы ультразвукового датчика. 12.2. Настройки в панели конфигурации для ультразвукового датчика. 12.3. Примеры простых команд и программ с ультразвуковым датчиком. 12.4. Устройство и принцип работы датчика касания. 12.5. Команда Touch. Настройки в панели конфигурации для датчика касания. 12.6. Примеры простых команд и программ с датчиком касания. 12.7. Демонстрация подключения к EV3 ультразвукового датчика. 12.8. Демонстрация подключения к EV3 датчика касания.	4
13	Обнаружение роботом черной линии и движение вдоль черной линии (Лекция, практическая работа)	<u>Лекция № 9</u> 13.1. Алгоритм движения робота вдоль черной линии. 13.2. Команда Light. Применение и настройки датчик освещенности. 13.3. Примеры программ для робота, движущегося вдоль черной линии. 13.4. Испытание робота на черной линии.	4

		13.4.1 Установка на робота датчика освещенности. 13.4.2. Настройка программы. 13.4.3. Испытание робота при движении вдоль черной линии.	
14	<p>Проект «Tribot». Программирование и функционирование робота (Практическое занятие)</p> 	<p><u>Практическое занятие № 4</u> 14.1. Конструирование робота. 14.2. Программирование робота. 14.3. Испытание робота.</p>	6
15	<p>Проект «Shooterbot». Программирование и функционирование робота (Практическое занятие)</p> 	<p><u>Практическое занятие № 5</u> 15.1. Конструирование робота. 15.2. Программирование робота. 15.3. Испытание робота.</p>	4
16	<p>Проект «Color Sorter». Программирование и функционирование робота (Практическое занятие)</p> 	<p><u>Практическое занятие № 6</u> 16.1. Конструирование робота. 16.2. Программирование робота. 16.3. Испытание робота.</p>	5
17	<p>Проект «Robogator». Программирование и функционирование робота (Практическое занятие)</p> 	<p><u>Практическое занятие № 7</u> 17.1. Конструирование робота. 17.2. Программирование робота. 17.3. Испытание робота.</p>	4

18	Решение олимпиадных заданий	<ol style="list-style-type: none"> 1. Кегельринг 2. Черная линия 3. Лабиринт 4. Сумо 5. Траектория 	10
Всего часов			68

Подходы к оцениванию результатов изучения элективного курса «Робототехника»

Процесс оценивания ожидаемых результатов курса основан на оценке учебных достижений, обучающихся с использованием формативного и суммативного оценивания, которые обеспечивают обратную связь между учителем и учащимися для прогресса обучения.

Формативное и суммативное оценивание нацелены на измерение уровня достижения следующих знаний и навыков, предусмотренных учебной программой курса:

Модул	Знания	Навыки
	Учащийся знает:	Учащийся:
1	Основы робототехники, оборудование, меню EV3.	Различает виды роботов, устанавливает программу, собирает прототип робота.
2	Теорию движения робота	Собирает робота
	большой и средний мотор, датчики.	используя средний и большой мотор,
3	Блок Независимое управление моторами и его настройки, механизм поворота робота на различные углы.	Создает программный код движения робота.
4	Принцип работы датчика касания для обнаружения и перемещения объектов.	Собирает робота и создает программный код.
5	Как знакомиться с правилами МКО и заданиями.	Может представить созданного робота индивидуально или в составе группы.

Формативное оценивание проводится непрерывно и позволяет своевременно корректировать учебный процесс.

Суммативное оценивание проводится по завершении учебного курса в виде оценивания презентации и демонстрации проекта по критериям.

Критерии презентации и демонстрации проекта (роботы, виртуальные роботы).

	Критерии	Описание
	Оригинальность и качество	Проект уникален, хорошо продуман и имеет реалистичное решение (дизайн, концепцию), свидетельствует о
	Техническое понимание	Группа продемонстрировала свою компетентность в моделировании, конструировании и программировании робота, сумела четко объяснить, как их проект работает, использовала
	Демонстрация	<p>Проект работает так, как и предполагалось, с высокой степенью воспроизводимости.</p> <p>Группа продемонстрировала высокую степень изученности проекта, сумела четко сформулировать результаты работы.</p> <p>Учащиеся ответили на вопросы, касающиеся их проекта, продемонстрировали, что все члены группы имеют одинаковый уровень знаний о проекте.</p>
	Практическое	Проект имеет практическое применение.

Использованная литература

1. Шваб К., Четвертая промышленная революция; «ЭКСМО», 2016г.; 138с.
2. Иванова С.В., Иванов О.Б., Перспективы развития образования в условиях четвертой промышленной революции //Вопросы экономики образования, 2019 г., с.7-29.
3. Плакитин Ю.А., Плакитина Л.С., Дьяченко К.И., От цифровизации к «индустрии 4.0» и «обществу 5.0» - возможности адаптации угольной промышленности России, //Горная промышленность, 2018г., №5, с.56-61.
4. Алексанков А. М., Четвертая промышленная революция и модернизация образования: международный опыт / А. М. Алексанков // Стратегические приоритеты. -2017. -№ 1(13). -с. 53-69.
5. Бейсембаев Г., Караев Ж., Актуальные проблемы трансформации системы среднего образования на основе STEM-похода, Білім-Образование, –№3, –2021г, стр. –33-61.
6. Ефимов В.С., Лаптева А.В., Университет 4.0: Философско-методологический анализ //Университетское управление: практика и анализ, 2017г., №1, с.16-28.
7. Методические рекомендации по внедрению STEAM-технологий в образовательную практику; //nsportal.ru, муниципальный клуб «Учитель года» Саратовской области, 2019г.
8. Кондаков А., Образование в эпоху четвертой промышленной революции //Вести образования, 2017г.
9. Пахомов Ю., STEM и STEAM-образование: от дошкольника до выпускника вуза, интнет-ресурс. Режим доступа: <https://pedsovet.org> > article > stem-i-steam-obrazovani.
10. Рамазанов Р.Г., Годунова Е.А., STEM-образование: возможности и перспективы; //Открытая школа №1, 2021г., с.14-17.
11. Чемяков В.Н., Крылов Д.А., STEM- новый подход к инженерному образованию; Педагогическая наука, г.Йошкар-Ола, 2015г., с.59-63.
12. Караев Ж.А, Кобдикова Ж.У., Технология трехмерной методической системы обучения: сущность и применение, -Алматы, «Зерде»,2018г., 480С.
13. Современное технологическое образование. Сб.статей и докладов XXVIмежд.науч.-практич.конф. Москва, 2020г. 290 с.
14. Концепция преподавания учебного предмета «Технология», Интернет-ресурс. Режим доступа: <https://docs.edu.gov.ru/document/c4d7feb359d9563f114aea8106c9a2aa>.
15. Интернет-ресурс, Словари и энциклопедии на Академике. Режим доступа: <https://academic.ru/>
16. Инженерное образование в инженерно-технической школе на уровне основного общего образования, Интернет-ресурс. Режим доступа: <https://School777.spb.ru>
17. Чиганов А.С., Грачев А.С., Начало инженерного образования в школе //Педагогические науки. Теория и практика модернизации образования, Вестник КГПУ им. В.Астафьева, 2015г., с.30-35.
18. Фаритов А.Т., Анализ инженерного образования учащихся основного общего образования в разных странах // Научное обозрение. Педагогические науки. №1, 2020г. с.43-48.
19. Щепелина Е.В., Развитие инженерного образования в общеобразовательной школе // Аспекты и тенденции педагогической науки: материалы VII Междунар.науч.конф., г. Санкт-Петербург, 2020г., с.8-13.
20. Шапиро И.М., Прикладная и практическая направленность обучения математике в средней школе; Педагог: наука, технология, практика; 1998г., №2, с.72-75.
21. Перельман Я.И., Занимательная математика, М.; Изд. МГИК, 1993г., 288С.
22. Перельман Я.И., Занимательная физика, СПб: изд.: П.Сойкина, 1981г., 239С.

23. Анисимова, О. В. Шатунова, Ф. М. Сабирова STEAM-образование как инновационная технология для Индустрии 4.0 // Научный диалог. -2018г. - № 11. -с. 322-332.
24. Образовательная робототехника: дайджест актуальных материалов / ГАОУ ДПО «Институт развития образования Свердловской области»; Библиотечно-информационный центр; сост. Т. Г. Попова. -Екатеринбург: ГАОУ ДПО СО «ИРО», 2015. -70С.
25. Чупин Д.Ю., Ступин А.А., Ступина Е.Е., Классов А.Б., Образовательная робототехника: учебное пособие. -Новосибирск: Агентство «Сибпринт», 2019. -114 с.
26. Интернет-ресурс: <https://znanio.ru/person/z93569559>, Н.Леонова, «Программа «Робототехника в детском саду».
27. Интернет-ресурс: http://oouk.vko.gov.kz/ru/files/working2_04_01.pdf, АОО НИШ, Учебная программа элективного курса «Робототехника», 1-уровень, 5-7 классы.
28. Левченко А.С., РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ПО РОБОТОТЕХНИКЕ для 7-11 классов, г. Симферополь, 2017г.
29. Караев Ж.А. Роль приемов мыслительной деятельности и педагогической технологии в организации учебного процесса на основе деятельностного подхода, Открытая школа, №10, 2020 г., стр. 11-17.
30. Концепция профильного обучения в старшей ступени общего образования, 2001 г., Интернет-ресурс: armou1.aramilgo.ru...innov/1352399597...профильного...
31. Психолого-педагогическое сопровождение предпрофильной подготовки, 2013 г. Интернет-ресурс: [pandia.ru>text/79/055/2165.php ...](http://pandia.ru/text/79/055/2165.php)
32. Воронина. Г.А. Профильные классы: решение дидактических проблем в практике общеобразовательных школ // Школа. - 2001. - № 6.
33. Гаврилин. А.В., Шалыгина. О.В. Аналитический обзор существующих моделей профильного обучения при сетевом взаимодействии образовательных учреждений [Электронный ресурс] -
34. Гузеев. В. Содержание образования и профильное обучение в старшей школе // Народное образование. - 2002 - № 9 - С. 113-122.
35. Ельцов. А.В., Степанов. В.А., Федорова. Н.Б. Проблемы и преимущества профильной и предпрофильной подготовки учащихся средней школы // Наука и школа. - 2007. - № 3. - С. 14-16 .
36. Ермаков. Д.С., Рыбкина. Т.И. Элективные курсы: требования к разработке и оценка результатов обучения // Профильная школа. - 2004. - № 3 - С. 6-11.
37. Кузнецов. А.А. Базовые и профильные курсы: цели. функции. содержание // Стандарты и мониторинг в образовании. - 2003. - № 3. - С. 30-33.
38. Кузнецов. А.А., Филатова. Л.О. Профильное обучение и учебные планы старшей ступени общего образования // Стандарты и мониторинг в образовании. - 2003. - № 3. - С. 54-59.
39. Новикова. Т.Г., Прутченков. А.С., Пинская. М.А. Рекомендации по построению различных моделей и использованию портфолио учащихся основной и полной средней школы // Профильная школа. - 2005. - № 1. - С. 4-12.
40. Орлов. В.А. Элективные курсы по физике и их роль в организации профильного и предпрофильного обучения // Физика в школе. - 2003. - № 7. - С.17-20.
41. Федорова. Н.Б., Жокина. Н.А. Элективные курсы в системе профильного обучения. как средство самоопределения личности школьника // Вестник Рязанского государственного университета имени С.А. Есенина. - 2007. - № 1. - С. 26-33.
42. Караев Ж.А., Бейсембаев Г.Б., Мазбаев О. Дидактические вопросы развития системы образования на основе STEM-подхода, Білім – Образование, №1, 2022г., с 5-15.

43. Атлас новых профессий 3.0., под ред. Варламовой Д., Судакова Д., - М.: Интеллектуальная Литература, 2020 г., - 456 с.
44. Бурдинская. О.О.. Сидоров. Ю.О.. Степанов. В.А.. Федорова. Н.Б. Профориентационная работа среди учащихся школ при проведении элективных курсов // Российский научный журнал. - 2009. - № 2. - С. 132-139.
45. Заир-Бек С.И., Муштавинская И.В., Развитие критического мышления на уроке. –М.: Просвещение, 2004г., 174с.
46. Караев Ж.А., Бейсембаев Г.Б., Мазбаев О.Б., ДИДАКТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ ОБРАЗОВАНИЯ НА ОСНОВЕ STEM-ПОДХОДА, //Білім-Образование, -2022г. - № 1. -с.5-15.
- Проблема антропогенной сингулярности – Высокие ,Интернетvuzlit.com»problema_antropogennoy_singulyarnosti

СОДЕРЖАНИЕ	
Введение.	3
1. Научно-теоретические основы STEM образования	12
2. Модернизация содержания предметов естественно-математического цикла на основе STEM концепта. Предметная область «Технология» и инженерия	21
3. Педагогические возможности робототехники в реализации STEM – образования	38
4. Сущность непрерывного содержания STEM образования	52
5. Особенности предпрофильной подготовки и профильного обучения учащихся в условиях реализации STEM подхода в образовании.	60
6. Инновационные особенности STEM-дидактики. Методы и техники STEM-образования	81
7. STEAM – реализация STEM-подхода в гуманитарной сфере	139
8. Риски современного образования в контексте воспитания «техносферного человека» и пути их преодоления	140
9. Стратегическое значение реализации STEM образования в подготовке конкурентоспособного человеческого капитала	150
10. Условия внедрения STEM образования	153
Заключение	159
Использованная литература	170