

Алексей Сергеевич Обухов,

к. психол. н., доцент, ведущий эксперт Института образования НИУ ВШЭ, главный редактор журнала «Исследователь/Researcher»

Сергей Александрович Ловягин,

к. п. н., заведующий кафедры STEM АНОО «Хорошевская школа», руководитель магистерской программы МГПУ «Обучение физике и STEM-образование»

STEM-ОБРАЗОВАНИЕ: СУММА ЧАСТНЫХ ЗАДАЧ И УЧЕБНЫХ ДИСЦИПЛИН ИЛИ ЦЕЛОСТНЫЙ ПОДХОД К ОБРАЗОВАНИЮ?

В России буквально несколько лет как стало распространяться аббревиатура STEM (и различные вариации с добавлением той или иной буквы — STEAM, STEMM и др.). Буквально оно означает соби́рание под одну шапку набора учебных дисциплин: Science, Technology, Engineering and Math, то есть Наука, Технологии, Инжиниринг и Математика. Данный подход пришел к нам с Запада, в первую очередь из США и Канады, где он имел свою историю развития. Кратко можно ее выразить — от группирования разных дисциплин в один блок к интеграции освоения и применения методов, знаний, инструментов различных дисциплин при решении практических и проектных задач.

Выделяют две ключевые составляющие, без которых STEM не будет подходом в образовании, а останется просто блоком учебных дисциплин:

- интеграция предметного содержания (естественные науки, информационные технологии, математика, инженерные технологии);
- реализация проектного подхода (проекты и/или исследования учащихся как форма организации учебной деятельности).

Есть еще ряд сопутствующих принципов и методов, значимых для STEM-подхода, которые часто используются при его реализации в практике работы с обучающимися. Они в той или иной степени направлены на развитие универсальных навыков XXI века (4К — критическое мышление, креативность, коммуникация, кооперации) в процессе решения предметных и межпредметных задач. То есть задачи при их реализации желательно, чтобы решались в паре или группах с функциональным распределением ролей, то есть развивали навык командной работы и коммуникации. Важно, чтобы предлагаемая задача и материал позволяли развивать навыки работы с информацией, критическое мышление. Чтобы ряд задач позволял проявлять инициативу и надситуативную активность, выходить за пределы заданного и действие по инструкции — то есть давали возможность проявления и развития креативности.

Сама идея, что логика построения образования должно отображать логику развития научного знания — не нова. А то, что наука развивается не по отраслям (равно как и развитие образовательной программы не равно изменению набора отдельных учебных предметов), также давно обсуждается. Еще в первой половине XX века академик В. И. Вернадский писал: «...Мы все больше специализируемся не по наукам, а по проблемам. Это позволяет, с одной стороны, чрезвычайно углубляться в изучаемое явление, а с другой — расширять охват его со всех точек зрения».

Проблема разобщенности отдельных школьных предметов, преподавание каждого из них в логике развития самостоятельного научного знания, исторически понятно. Однако если выстраивать преподавание в исследовательском и/или проектном ключе, то системное преподавание отдельных предметов без взаимосвязи друг с другом, без освоения различных инструментов и методов (математических, инженерных, ИКТ и др.) становится непродуктивным. Возникает проблема интеграции отдельных дисциплин через решение конкретных, практических и прикладных задач. При этом важно так выстраивать систему организации деятельности, чтобы в конечном счете знания и по предметам становились системными, целостными. А это довольно непростая задача, так как все

и сразу освоить невозможно, а если осваивать все по отдельности, то непонятно, почему и как это потом свяжется.

STEM подход выстраивается «сверху» как способ соединения, интеграции, построения взаимосвязей между сложившимися науками/учебными дисциплинами для их преподавания учащимся. При этом многие годы происходит развитие практики обучения через открытия, который строится «снизу», на понимании природы развития и взросления ребенка, становления его деятельности и познания в логике «Зоны ближайшего развития» (Л. С. Выготский).

STEM образование имеет два вектора развития:

1 — усиление значимости академического изучения учебных дисциплин, объединенных в отдельный блок;

2 — интеграция знаний и методов различных дисциплины в решении проектных и исследовательских задач, связанных с решением как повседневных задач, так и задач развития современной науки и технологий.

STEM появился в зарубежных образовательных системах как ответ на вызов — потребности резкого повышения уровня инженерного и естественнонаучного образования. Как запрос государств и высокотехнологических корпораций на усиление естественнонаучного, математического, инженерно-технологического образования, вовлечения в передовые отрасли талантливой молодежи, а также в целом повышения научной и технологической грамотности населения. Особенно в тех странах, где делается ставка на высокие технологии.

Интегрированное обучение STEM — это далеко не целостная практика. Оно включает в себя целый ряд различных способов предметного обучения в различных форматах и степени связи друг с другом. Интеграция между предметами STEM может происходить в течение одного или нескольких классов, на протяжении всей учебной программы, отражаться в организации отдельного курса или всей школы или охватывать внешкольные занятия. Каждый вариант интегрированного обучения STEM предлагает различные подходы к планированию, потребности в ресурсах, проблемы реализации и результаты.

В России на данный момент институционально STEM начинает закрепляться только в единичных примерах. При этом до появления данного подхода в нашей стране активно развалились значимые составляющие, которые связаны со STEM-подходом в образовании:

1 — курсы «Окружающий мир» для начальной школы и «Естествознание» для средней и старшей школы как попытка реализации интегративного преподавания естественнонаучных дисциплин;

2 — проектный метод обучения или метод проектов;

3 — учебно-исследовательская деятельность учащихся.

Значительная часть предложенных в сборнике заданий взята из опыта работы педагогов Хорошколе, реализующих STEM-подход в своей практике образования. Основная часть заданий STEM предполагает решение в логике учебного проекта: постановка практической задачи проблемного характера, решение которой группа учащихся ищет самостоятельно, опираясь при этом не на пошаговую инструкцию, а на вопросы открытого типа. Проект предполагает проведение исследований, включающих постановку исследовательского вопроса, формулирование гипотезы, разработку методики исследования, сбор, представление и анализ данных.

Основная форма результата — отчет по лабораторной (или исследовательской, или проектной) работе, в котором зафиксированы: ответы на вопросы, результаты выполнения заданий, сделанные детьми эксперименты, установки, приборы. Отчет является предметом качественной оценки (обратной связи), поскольку позволяет оценить знание и понимание изучаемой темы, а также уровень формирования предметных умений и универсальных учебных действий (компетенций).

Преобладают задания дивергентного типа (имеющие вариативное решение или различные пути решения) и задания с открытым финалом (исследовательского типа), а также задачи для проектного действия. Минимальны задания конвергентного типа (имеющих один правильный ответ и вариант решения).

Основной формой оценки является формирующее. Критерии оценивания учащиеся получают задания не с целью проверки наличия знаний и умений, а для их формирования. Соответственно, ошибки являются нормальным явлением и их появление встречает не негативную оценку,

а позитивную обратную связь: что требует коррекции и как это сделать. Оперативная обратная связь дается непосредственно во время выполнения практической работы (каждой группе в отдельности и индивидуально).

Большая часть заданий могут использоваться при создании уроков в системе «Московская электронная школа» или на иных цифровых платформах, сопровождающих реализацию учебной деятельности в общем образовании.

Представленное методическое пособие включает в себя 300 заданий, охватывающих все предметы STEM направления, а также метапредметных заданий, с решениями и методическими рекомендациями, рекомендуемых для включения в российскую школьную практику.

Отобранные задания демонстрируют примеры реализации STEM-подхода в образовании, что требует межпредметной интеграции и практической направленности деятельности. В представленных заданиях важен выход за рамки школьного предмета: связь с окружающим миром и актуальными проблемами. Данная характеристика заданий может быть альтернативой проектной деятельности.

Задания по STEM и естественнонаучному образованию мы представляем по основным направлениям школьных предметов и за их пределами в области естественных наук, программирования и инженерного дела. При этом в большинстве заданий важно прикладное использование математики, а также применение цифровых технологий учащимися для решения предметных задач. Практически во всех заданиях присутствуют межпредметные связи — минимум по двум предметам (например, физика и технология; химия и физика; химия и биология, биология и география), но зачастую и по большему числу предметов.

Среди отдельных фокусировок, в условной привязке к школьным предметам, от которых мы отталкиваемся, но выводим на задачи в логике STEM: биология, экология и география; физика и математика; робототехника и программирование; химия и науки о материалах. В связи с тем, что большая часть заданий имеют межпредметный характер, мы не структурировали по предметным областям задания, а располагали их, скорее, в логике возрастания классов. Привязка к предметной области — одна из самостоятельных характеристик каждого конкретного задания. При этом есть ряд заданий, которые могут рассматриваться как последовательный цикл задач, системно раскрывающих ту или иную область, например, биологии или физики.

Задания разделены на три раздела:

1 — задания для начальной школы (75 заданий), большая часть которых возможна к реализации в рамках предмета «Окружающий мир», изначально направленного на интеграцию различных наук и усвоение учащимися универсальных учебных действий, в том числе значимых для реализации исследовательской и проектной деятельности. Данные задания имеют многолетний опыт реализации с младшими школьниками учителями, их разработавшими;

2 — задания для средней и старшей школы (161 задание), разработанные и реализуемые российскими учителями в своей практике в ряде московских школ. Часть заданий вписываются в традиционные школьные предметы (биология, химия, физика, география, информатика) с использованием математики или ИКТ, но большая часть требует интеграции знаний и методов различных наук, реализации межпредметного подхода и проявления метапредметных способностей;

3 — задания для средней и старшей школы (63 задания), переведенные из методических пособий и задачников Великобритании и США, которые используются в американских школах или при вступительных испытаниях на бакалавриат в Оксфорд. Задания отобраны и адаптированы к российской системе образования. Задания Оксфорда во многом направлены на проявление и развитие критического мышления, способности работать с различной информацией, анализировать ее и делать обоснованные выводы. Задания из американского пособия во многом направлены на освоение физики через практический опыт, эксперименты, решение практических задач с применением математики, информатики, различных технологий.

Все представленные задания могут быть использованы в проведении занятий в российских школах — как в учебном процессе, так и проведении интеллектуальных соревнований. В каждом задании мы давали привязку, на какой класс они рассчитаны, хотя большая часть заданий может применяться в различных классах (по ситуации). Ряд заданий применима для ОГЭ, ЕГЭ, ВПР.

Значительная часть заданий требует практических действий, экспериментов, проведения лабораторных работ. Некоторые задания подразумевают выход на специальные площадки (например, зоопарк). Однако, большая часть заданий может быть реализована в условиях традиционной практики обучения — на уроках в классе.

Задания, представленные в данном сборнике, описаны в структуре, которая была изначально задана авторам — действующим учителям, практикующим STEM-подход в своей работе. Переводные задания также были доработаны и описаны в принятой нами структуре. Кратко поясним заданную структуру описания заданий и как этим можно пользоваться:

Формат описания задания STEM

Вводная часть

Название задания — данные названия не формализованы и носят, порой, образное содержание, хотя мы старались давать названия так, чтобы была понятна суть задачи.

Автор задания — разработчик задания или педагог, которые задание адаптировал и описал в заданном формате.

На какой класс рассчитано — часто обозначается не один класс, а несколько, так как задание может быть реализовано в различных классах, в зависимости от общей логики работы с учащимися.

Какие предметные области охватывает — большая часть заданий охватывает несколько предметных областей. Это подразумевает, что данное задание требует применения знаний и методов из разных учебных дисциплин и наук при решении конкретной практической задачи.

Какие метапредметные умения развивает — на какие аспекты развития универсальных учебных действий, метапредметных результатов образования, навыков XXI века может практика реализации представленного задания работать.

Часть 1 — пояснительная записка для педагогов (методические рекомендации)

Необходимые материалы: перечень материалов, которые необходимы для реализации конкретной задачи, что особенно значимо при практических, лабораторных заданиях.

Оптимальное время для реализации: примерное время, требующее для реализации предлагаемой задачи. Разброс времени от задания к заданию может быть значительным. Некоторые задания требуют краткого решения за несколько минут, некоторые требуют реализации цепочки последовательных действий с временными промежутками между этапами.

Форма проведения: на выбор учителя или рекомендуется какой-то один формат (индивидуально, в паре, в группе). Значительную часть заданий для развития метапредметных умений продуктивнее реализовать в парах или в группах.

Достижение каких предметных образовательных результатов ожидается: конкретизация предметных результатов обучения при выполнении данного задания.

Часть 2 — собственно задание для учащихся

Текст задания, предлагаемый учащимся.

Иллюстративные материалы, если необходимы.

Формы, бланки, форматы регистрации данных и др., предлагаемые учащимся.

Часть 3 — логика выполнения задания

Краткое описание ожидаемых действий, хода решения, вариантов ответов. Значительная часть заданий имеет именно алгоритм решения, так как они имеют «открытый» характер, а также вариативные пути решения. Задания STEM в целом в большей степени имеют дивергентный, а не конвергентный характер. (Дивергентная задача имеет много правильных ответов и вариантов решений. Такой тип задач направлен на развитие творческого мышления. Конвергентные задачи имеют единственно правильное решение и один способ решения, направлены на освоение общего умения решать задачи).

Критерии оценивания. В заданиях представлены вариативные способы и методы оценивания. Всю вариативность можно представить в виде трех типов обратной связи для учащихся:

1 — зачет/незачет (сделал / не сделал) — что наиболее применимо особенно в начальной школе;
2 — выполнено / выполнено частично / не выполнено (или 2, 1 и 0 баллов соответственно, когда при 1 балле требуется уточнение учащемуся, что и как ему важно доделать);

3 — различные шкалы в баллах по заданным критериям, которые могут также иметь конкретизацию на разных этапах реализации задачи.

Важно, чтобы критерии учащиеся знали изначально и ориентировались на них. При этом можно менять способы оценивания по решению учителя при планировании включения предлагаемых заданий в практику своей работы.

Мы надеемся, что наш сборник будет полезен преподавателям различных учебных дисциплин в области STEM, а также он будет способствовать усилению интеграции между дисциплинами STEM и продуктивному взаимодействию учителей для реализации проблемного, проектного и исследовательского подхода в работе со школьниками.