

Межшкольная естественнонаучная лаборатория — эксплораториум

В течение последних десятилетий практически во всех развитых странах наблюдается падение интереса школьников к естественным наукам. Одной из главных причин этого является способ изучения естествознания в школе. В условиях динамично развивающегося мира в естественнонаучном образовании уже невозможно ограничиваться только традиционными педагогическими методами, усилия должны быть направлены на поиски новых образовательных решений. Статья содержит описание инновационного образовательного решения — межшкольной естественнонаучной лаборатории. Подобные центры коллективного доступа могут стать площадкой для реализации требований государственных образовательных стандартов нового поколения.

Ключевые слова: эксплораториум, естественнонаучное образование, исследование, проект, компетентность, интерактивность, центр коллективного доступа.

В Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 г. поставлена задача перехода России на инновационный тип экономического развития. Для интенсивного развития высокотехнологичных отраслей необходимо наличие хорошо работающих систем профильного предпрофессионального и высшего образования, обеспечивающих непрерывное поступление мощного потока новых квалифицированных кадров. Соответственно, от общеобразовательной школы требуется повышенное внимание к изучению основ точных и естественных наук как фундамента для будущей специализации в научной и инженерно-технической сфере.

В условиях динамично развивающегося мира в естественнонаучном образовании (ЕНО) уже невозможно ограничиваться только традиционными педагогическими методами, усилия должны быть направлены на поиски новых образовательных решений.

Падение интереса школьников к естественным наукам наблюдается в течение последних десятилетий практически во всех развитых странах. Одной из главных причин этого критического для дальнейшего технологического прогресса явления, по мнению международного экспертного сообщества, является способ изучения естествознания в школе. Можно считать доказанной ключевую роль творческого отношения учащихся младших классов школы к изучению естественных наук для формирования у них положительного отношения к занятию научными исследованиями [1].

Обычно школьные учителя используют для преподавания естествознания объяснительно-иллюстративный или «дедуктивный» метод обучения:



Г. М. Водопьян,
зам. директора школы № 550
Центрального района Санкт-Петербурга,
почетный работник общего образования
Российской Федерации,
научный руководитель проекта
gv@ort.spb.ru

педагог излагает научные теории и приводит примеры их использования для объяснения различных явлений. Чтобы успешно справиться с предложенным курсом, ученики должны научиться работать с абстрактными понятиями и представлениями, а зачастую просто запоминать и формально воспроизводить изложенное преподавателем. Можно заключить, что овладение естественнонаучными знаниями на теоретическом уровне для большинства учащихся является весьма сложной задачей.

Гораздо реже, но все-таки наблюдается и так называемый «индуктивный» подход. Здесь учащимся предоставляется возможность для проведения наблюдений, экспериментирования, самостоятельного активного выстраивания собственного знания. Развитие этого подхода на протяжении многих лет привело к появлению исследовательского метода обучения (ИМО) в организации преподавания естественнонаучных дисциплин. Европейские педагоги утверждают, что переход общеобразовательной школы от преимущественного использования «дедуктивного» подхода к обучению на основе ИМО является сегодня главным средством для повышения интереса учащихся к изучению естественных наук.

Хотя еще с конца 1980-х гг. эта концепция реализовывалась в отдельных школах России, где ставилась задача научить детей методам и подходам, характерным для данной науки, заинтересовать самим процессом познания истины, а не заставлять зубрить огромное количество определений и формул, на системном уровне ситуация поменялась лишь с принятием второго поколения федеральных государственных образовательных стандартов (ФГОС) для начальной, основной и средней школ. В ФГОС

второго поколения среди основных педагогических технологий записаны проектные и исследовательские методики обучения. В новых ФГОС результатом становится развитие личности ребенка, а не «полученные знания». Это в корне меняет целевые ориентиры деятельности образовательных учреждений (ОУ), позволяя им искать новые образовательные технологии, поддерживающие и развивающие традиционные формы учебного процесса.

В мировой практике стремление пробудить у детей и подростков интерес к естественным наукам привело к появлению и широкому распространению интерактивных образовательных музеев (эксплораториумов), в которых посетителям предлагаются различные виды активных действий, связанных с изучением природных явлений, моделей, механизмов. В России также имеется опыт создания отдельных интерактивных естественнонаучных музеев и экспозиций, однако для них решение учебно-исследовательских задач и формирование проектных умений не является приоритетным. К сожалению, в нашей стране деятельность эксплораториумов происходит, в основном, стихийно, вне организованного образовательного пространства, преобладает стремление к развлечению в ущерб решению образовательных задач.

Для реализации образовательного потенциала требуется встраивание интерактивных экспозиций в регулярную образовательную среду, разработка соответствующих дидактических материалов и методического сопровождения.

В рамках программы «Модернизация образования современными технологиями» («МОСТ»), поддержанной реализуемой Фондом содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере, были осуществлены теоретическое обоснование и практическая реализация педагогической концепции, которая позволила бы интегрировать интерактивные экспозиции в образовательную систему, сделать активную работу школьников в эксплораториуме частью регулярных учебных практик. В результате его выполнения была предложена оригинальная содержательная и технико-организационная модель эксплораториума как интерактивной естественнонаучной лаборатории (ЕНЛ) — инновационного образовательного центра коллективного доступа. Идея создания ЕНЛ опирается, с одной стороны, на выявленные преимущества ИМО и проектного метода обучения (ПМО), а с другой — на возможности, которые предоставлены российским педагогам и ОУ с введением ФГОС второго поколения.

Анализ мирового опыта использования эксплораториумов в образовании говорит о том, что для решения задачи создания межшкольной ЕНЛ в качестве достаточно близкого аналога может быть выбрана модель, реализованная в АХХА-центре (Тарту, Эстония). Этот эксплораториум был открыт в 2011 г. при Тартутском университете в рамках программы Европейской интеграции.

В нем, в частности, предусмотрена Лаборатория для групповых занятий, позволяющая организовывать короткие исследования, согласованные со школьной программой. У школы есть возможность заказывать

темы занятий. В ходе работы класс разбивается на команды по 5–6 учащихся. Персонал — 2–3 дежурных ежедневно, расписание для школьных классов формируется заранее по записи. Создание Центра дало возможность школам города Тарту и соседних регионов Эстонии проводить занятия, реализовывать учебные проекты, заниматься исследованиями в специально оснащенной лаборатории. Взаимодействие со школами является одной из основных задач Центра, который постоянно работает с учителями, оказывая им методическую помощь в координации учебных и проектных действий, осуществляемых в Центре, с освоением программы общеобразовательной школы.

Вместе с тем, еще одной из ключевых идей реализации настоящего проекта является предоставление школьникам возможности на практике ознакомиться с серьезным наукоемким оборудованием, осознать на собственном уровне понимания методы и задачи исследования и выполнить проект в условиях оснащенной на современном уровне лаборатории. Эта модель используется, в частности, в лаборатории Центра науки и техники (Мюнхен, Германия). Здесь созданы специализированные лаборатории для школьников, оснащенные оборудованием для исследований и расходными материалами. Они обслуживаются собственным персоналом и предлагают широкий набор исследовательских активностей (по выбору школы). К каждой группе школьников (5–6 человек) прикрепляется куратор — студент, магистр, аспирант. Общий надзор осуществляет приведший детей преподаватель и дежурный администратор.

Модель подобной лаборатории, оснащенной различным учебным, научным и технологическим оборудованием и работающей на целый образовательный кластер, близка к концепции положенной в основу настоящего проекта. Однако в отличие, например, от Мюнхенского центра, проектируемая ЕНЛ должна не только поддерживать активности одаренных детей, но и обеспечивать возможность проведения учебных исследований в формате, близком к школьному занятию. Актуальность разработки функциональной и организационной модели ЕНЛ определяется потребностью массовой российской общеобразовательной школы в педагогических инструментах, с помощью которых могут быть реализованы требования ФГОС нового поколения. Система образования нуждается в детальной разработке моделей образовательной среды, обеспечивающей повышение мотивации детей и подростков к изучению естественных наук и технологий, а также в реализации индивидуализированной модели обучения. Поэтому для решения поставленной задачи должна быть разработана специальная организационно-методическая модель ЕНЛ, в которой предстоит найти сбалансированное сочетание подходов, используемых в имеющихся эксплораториумах. Реализация концепции ЕНЛ в основном базируется на требованиях общеобразовательной школы как наиболее значительного потенциального потребителя образовательных услуг эксплораториумов. Однако ЕНЛ может рассматриваться как ресурсный центр и образовательная площадка не только для школьного кластера, но и для учреждений дополнительного образования.

Создание ЕНЛ является инженерным проектом высокой сложности и стоимости, поэтому формирование подобных лабораторий в каждом отделении ОУ не представляется ни педагогически целесообразным, ни экономически оправданным. В рамках проекта была разработана концепция центра коллективного доступа — межшкольной модульной ЕНЛ, оснащенной сложным наукоемким и высокотехнологичным оборудованием. Подобное решение может удовлетворить потребности учебных заведений, входящих в состав целого образовательного кластера. При этом, однако, должны быть разработаны соответствующие методы и регламенты коллективного использования эксплораториума.

Основной формой организации учебной работы в ЕНЛ является работа во временном учебном коллективе — группе переменного состава. В ходе регулярных посещений межшкольной ЕНЛ учащиеся выполняют учебные проекты и исследования. Для максимально эффективного использования ЕНЛ необходимо, чтобы группы учащихся приходили в лабораторию уже подготовленными к намеченной работе. Такая подготовка должна осуществляться в школе. Учитель должен заранее поставить перед группой проблему проекта или исследования, помочь сформулировать вопросы исследования, обговорить с учащимися индивидуальные роли, которые им придется исполнять в ходе групповой работы и т. п. Непосредственно в межшкольной лаборатории проводится короткий инструктаж, после которого учащиеся приступают к работе под наблюдением школьного преподавателя и сотрудников ЕНЛ (тьюторов и лаборантов).

В результате анализа требований, предъявляемых к образовательным центрам коллективного доступа со стороны общеобразовательной школы и учреждений системы дополнительного образования, была сформирована организационная модель учебного процесса в ЕНЛ, которая может быть описана на основании следующих принципов.

- ЕНЛ строится как набор отдельных модулей. Модуль, как правило, реализуется на основе учебной модели, построенной с использованием научного или инженерного оборудования, вокруг которого создается набор объектов и инструментов для проведения собственных опытов.
- В рамках работы с каждым модулем учащимся предлагаются несколько кейсов (рабочих мест) для проектной работы в группе. Синхронизировать работу в ЕНЛ каждой группы школьников с прохождением конкретных учебных тем в рамках регулярного учебного процесса не представляется возможным, поэтому темы кейсов выбираются достаточно общими и не связанными напрямую с поурочными планами школьной учебной программы. Рабочие места проектируются с учетом необходимости обеспечить возможность многократного использования каждой лабораторной установки одной и той же учебной группой.
- Перед началом работы учащиеся проходят фазу предварительного ознакомления с оборудованием, правилами работы, инструкциями по безопасности и т. д.

- Методическое сопровождение должно обеспечивать баланс между объяснением (учитель, дежурный ассистент, виртуальное представление) и самостоятельным поиском ответов на возникающие вопросы.
- Занятию в эксплораториуме предшествует предварительная работа в школе. Учащиеся должны быть знакомы с методами исследований: наблюдение, сравнение, измерение и т. д. Знакомство с научными методами может быть построено на описании истории открытий и изобретений, представляемой, в том числе, в электронном виде.
- Учащиеся к моменту начала работы в ЕНЛ должны иметь сформированный опыт работы в группе с выделением ролей для каждого члена группы. Группы имеют переменный состав, каждый учащийся (в идеале) должен испытать себя в разных ролях. Техника работы в группах должна отрабатываться в школе на специальных занятиях.
- Учитель сопровождает своих учеников в эксплораториум, но в процессе работы, в основном, ограничивается ролью наблюдателя и модератора групповой деятельности учащихся.
- В эксплораториуме предусматривается наличие «дежурных» ассистентов (тьюторов, лаборантов) по каждому модулю. Основная задача: помогать учащимся в случае возникновения каких-либо трудностей, связанных с использованием любого из модулей (оборудования, материалов для опытов, сопроводительных инструкций и пр.).

Функциональная модель ЕНЛ строится на основе специально разрабатываемых учебных моделей (УМ). Для их построения используется набор технических решений, которые должны быть адаптированы к условиям образовательного использования оборудования. Рабочие места также комплектуются измерительной техникой: датчиками, генераторами стандартных сигналов, приборами, преобразователями; компьютерной техникой, проекционным оборудованием и т. д. При выборе базового научно-технического и инженерного оборудования и его адаптации должны учитываться следующие требования:

- возможность объяснить учащимся назначение устройства;
- возможность изготовления устройства или его приобретения по схемам кооперации в количествах, обеспечивающих потребности системы образования;
- наличие доступных по технологии изготовления и цене расходных материалов;
- безопасность эксплуатации с учетом возрастной специфики обучаемых;
- высокие надежные характеристики;
- простота обслуживания.

По замыслу разработчиков, деятельность школьников в ЕНЛ должна стать естественным продолжением их учебной работы в классе. За результаты учебной работы несет ответственность учитель. Время, проведенное им в ЕНЛ, оплачивается из фонда заработной платы школы, поэтому педагог должен принимать активное участие в работе школьников, исполняя роль



Рис. 1. Инновационный цикл работы ЕНЛ

члена проектной команды, обладающего специальными знаниями и большим опытом работы.

Не должно получиться так, что роль учителя-предметника будет сводиться только к доставке школьников в эксплораториум. Решить проблему можно, если подойти к внедрению ЕНЛ в учебный процесс школ, как к инновационному процессу. Инновационный процесс может быть представлен в виде цикла управления (рис. 1).

На первом шаге цикла в инновационную работу вовлекается пилотная группа школ и учителей естествознания, географии, ОБЖ и начальной школы, которые в дальнейшем будут выполнять роль тренеров для вновь привлекаемых учителей. На втором шаге цикла круг участников расширяется, учитываются допущенные ошибки первого шага цикла, работа ЕНЛ совершенствуется, тренеры курируют работу новых участников проекта и т. д.

Оценивание проектной работы школьников — сложная задача. Обратимся к сравнению традиционной методики преподавания и организации проектной деятельности. Для проектной работы учащихся не существует нормативов, поэтому возможны различные подходы к оцениванию результатов проектной деятельности, например, критериальный (задаются критерии — операциональные свойства конечного продукта) или оценивание с помощью рубрик (проверяется процентное соответствие выполненных работ предложенному заданию).

Различные системы оценки проектной деятельности должны удовлетворять следующим требованиям:

- 1) Система оценки выполненного проекта должна быть частью управления процессом учения и одним из инструментов обратной связи.
- 2) Оценка проекта не должна выполнять карающие функции: оцениваться должна работа, а не сам ученик.
- 3) Оценка результатов проектной деятельности должна быть гибкой, меняющейся, чувствительной к решаемым в данный момент педагогическим за-

дачам. Вследствие этого оценка проекта должна проводиться по разным аспектам, например, за командную работу, за качество презентации, за проектную идею, за точность соответствия общей идее проекта. Разумно заранее определиться с критериями, например:

- степень самостоятельности в выполнении различных этапов работы над проектом;
 - степень включенности в групповую работу и четкость выполнения отведенной роли;
 - практическое использование предметных и общешкольных ЗУН;
 - количество новой информации, использованной для выполнения проекта;
 - степень осмысления использованной информации;
 - уровень сложности и степень владения использованными методиками;
 - оригинальность идеи, способа решения проблемы;
 - осмысление проблемы проекта и формулирование цели проекта или исследования;
 - уровень организации и проведения презентации — устного сообщения, письменного отчета, обеспечение объектами наглядности;
 - владение рефлексией;
 - творческий подход в подготовке объектов наглядности презентации;
 - социальное и прикладное значение полученных результатов [2].
- 4) При постановке задачи проектирования команды должны обсудить и принять критерии оценивания. Затем — при подведении итогов — воспользоваться этими критериями. Это будет развивать у учащихся способности планировать свою деятельность, поможет им при выполнении проекта удерживать идеи будущей оценки в качестве ориентира для своей работы. С другой стороны, самостоятельное установление критериев оценки есть также момент развития коммуникативной компетентности. Это способ раскрытия собственного замысла для себя самих, а затем удерживание этого замысла в процессе создания продукта «под задачу».
 - 5) В системе оценивания должны быть предусмотрены санкции за невыполнение, за нарушение процедуры, сроков, качества продукта.
 - 6) Процедура оценивания должна носить демократичный характер. Нельзя допускать единоличное оценивание учителем проектной деятельности.
 - 7) Система оценивания проекта должна быть построена на систематическом мониторинге деятельности школьников в ЕНЛ. В связи с этим необходимо разработать процедуру сбора необходимой информации и соответствующие инструменты.
 - 8) Оценивание проектной деятельности должно быть гибким, т. е. содержание оценки необходимо соотносить с педагогическими задачами, а формат оценивания должен выбираться в соответствии с конкретными обстоятельствами. Часто проект может быть оценен в формате «да/нет» (зачет/незачет), в других случаях может быть выбрана

«длинная» шкала, поскольку она удобнее, чем обычная пятибалльная система.

- 9) В конце выполнения проектной работы должна выставляться итоговая оценка, которая может складываться из дифференциальных оценок, вычисляться как среднее арифметическое. Можно использовать и оценочный профиль, при котором выставляется несколько оценок (по разным критериям). Этот прием удобен в том случае, если критерии оценки проектов на некотором этапе обучения остаются неизменными, и сохраняется проектная группа. Тогда профиль может улучшаться по отдельным входящим в него критериям.
- 10) Оценка за проект должна выставляться группе, при этом желательно, используя данные мониторинга, отметить вклад в результат отдельных участников проекта.

В ходе выполнения проекта концепция и технические решения оценивались в рамках различных апробационных мероприятий. В проведении испытаний участвовали учителя и учащиеся школ Санкт-Петербурга, а также методисты различных ОУ. По итогам апробации прототипа межшкольной ЕНЛ была проведена корректировка концепции и ряда частных технических и педагогических решений. При корректировке концепции ЕНЛ и ее технической реализации принимались во внимание отзывы специалистов о технических и педагогических испытаниях, проводившихся с аналогичным оборудованием в различных эксплораториумах Санкт-Петербурга («Лабиринтум», «Умникум» и др.). По результатам апробации, а также с учетом мнения учителей, методистов и образовательных экспертов состав модулей ЕНЛ был существенно доработан. Основной целью доработки было обеспечение расширения списка учебных предметов, поддерживаемых учебными активностями, проводимыми с использованием возможностей модулей ЕНЛ.

Общее количество модулей в итоге увеличилось до пяти, благодаря чему стало возможным проводить занятия по таким дисциплинам, как химия, география, астрономия. Количество рабочих мест при этом увеличилось до четырнадцати за счет разработки ряда

оригинальных учебных моделей, не реализованных в прототипах, проходивших испытания на пилотной площадке. Расширенный список модулей и рабочих мест приведен в табл. 1.

Работа в ЕНЛ представляет собой новый, порой непривычный для школьного преподавателя вид деятельности. В связи с этим разработка подробных методических указаний и дидактических материалов по работе с модулями ЕНЛ является необходимым условием успешной деятельности в пределах эксплораториума. По итогам разработки ЕНЛ было подготовлено специальное издание методического характера. Внедрение столь сложного технического и образовательного решения потребует совместной работы разработчиков и образовательных экспертов на пилотных площадках, в качестве которых обычно выступают наиболее сильные школы. В случае с эксплораториумом, однако, предпочтительным вариантом является отработка организационно-педагогических технологий на уровне образовательного кластера. Разработчики планируют предоставить оборудование для оснащения районных образовательных площадок из числа создаваемых в 18 районах Санкт-Петербурга. В ходе этой экспериментальной работы будут проведены педагогические измерения результативности данного образовательного решения, которые, в свою очередь, будут положены в основу дальнейших действий по развитию и продвижению ЕНЛ в систему образования.

Поставка ЕНЛ на каждую конкретную образовательную площадку будет осуществляться на основании спецификации, заполняемой ОУ — заказчиком эксплораториума. Организация-разработчик выполняет проектную работу по привязке оборудования заказанных модулей (рабочих мест) к конкретному помещению с учетом площади, кубатуры, подвода силовых кабелей и других необходимых ресурсов и т. д. По согласованию сторон может осуществляться и дополнительная настройка отдельных моделей. В связи с этим дальнейшие действия по продвижению ЕНЛ в систему образования будут вестись на проектной основе после принятия конкретных решений о местах размещения оборудования ЕНЛ.

Таблица 1

Список модулей ЕНЛ

№	Модуль	Название РМ	Предметы
1	«Теплота»	«Тепловой портрет дома»	Физика, экология, технологии
2		«Тепловые гонки»	Физика, ОБЖ
3		«Инфракрасное излучение»	Физика, биология
4	«Колебательные процессы»	«Музыкальные инструменты»	Физика, биология, математика, музыка, история
5		«Дом со звукоизоляцией»	Физика, биология, ОБЖ
6		«Работа сердца»	Биология, физика, ОБЖ
7	«Планета Земля»	«Планетарий»	География, физика, астрономия
8		«Луна»	География, астрономия
9		«Гномон»	География, астрономия, история
10	«Строение вещества»	«Кристаллические решетки»	Физика, химия
11		«Свойства жидкостей»	Физика
12	«Оптика»	«Световой ринг»	Физика, химия
13		«Свет и цвет»	Физика, биология, технологии, ИЗО
14		«Модель глаза»	Биология, физика, ОБЖ

Основные результаты проекта

- Существующая версия ЕНЛ включает в свой состав 14 учебных моделей, представляющих 5 учебных модулей: «Теплота», «Планета Земля», «Колебательные процессы», «Оптика», «Строение вещества». Разработанные примерные темы проектов и исследований позволяют использовать ЕНЛ для поддержки учебных курсов «Окружающий мир» (начальная школа), «Естествознание» (основная школа), а также в рамках учебных программ по физике, биологии, химии, астрономии, географии, технологий (основная и старшая школа). Ряд тем могут быть использованы в курсе истории и музыки.
- Главным научно-педагогическим результатом проекта (объектом интеллектуальной собственности) является методическая разработка «Основы методики работы в межшкольной естественно-научной лаборатории — эксплораториуме». Работа содержит подробное описание инновационного образовательного решения, нацеленного на развитие внеаудиторных форм ЕНО для учащихся начальной и основной школы. Дается ссылка на мировой опыт использования эксплораториумов в образовании, описание методов и технологий исследовательского и проектного методов обучения. На примере одного из модулей ЕНЛ дается подробное описание различных форм учебных действий и поддерживающие их дидактических материалов.

Исполнителем проекта является ООО «Петербургский ИВЦ». Компания с 2009 г. занимается разработкой информационных систем в образовании, в частности подсистемы комплексной автоматизированной информационной системы каталогизации ресурсов образования Санкт-Петербурга «Параграф». Ранее при

участии Фонда «Петербургским ИВЦ» был осуществлен проект «Разработка кросс-платформенной информационной среды для автоматизации деятельности школы». По итогам НИОКР, выполненной в рамках проекта «МОСТ», компания подготовила техническую документацию и методическое сопровождение для внедрения межшкольной ЕНЛ. В настоящее время осуществляется проработка коммерческих предложений для образовательных учреждений Санкт-Петербурга и других регионов.

Список использованных источников

1. OECD «Evolution of Student Interest, 2006, «Science Education Now», 2007.
2. Методические рекомендации по организации проектной и исследовательской деятельности обучающихся в образовательных учреждениях Москвы.

Interschool natural scientific laboratory — exploratorium

G. M. Vodopjan, Deputy Director of the school № 550 of the Central District of St. Petersburg, Honorary worker of the general education of the Russian Federation, the supervisor of the project.

Educational process arranged at specially designed interactive area is a modern innovative pedagogical technology. It involves students in research activities and stimulates their progress in learning. Such educational labs are frequently created at scientific museums or exploratoriums. The educational system of Russia follows innovative trend for modifying school practices. The basic idea is to provide educational institutions (school clusters) with an access to common research labs equipped with different types of cognitive models supporting various students' activities. The article describes the project team's approach and gives examples of technical and methodical solutions for regular studies.

Keywords: exploratorium, science education, research, design, expertise, interactivity, community access centers.

