

ПРОЕКТЫ И ИССЛЕДОВАНИЯ

Для развития научных и инженерных умений

Алексей Юшков, Ольга Аграмакова



**Алексей Николаевич
ЮШКОВ**

к. псих. н., доцент,
ведущий эксперт образовательной программы «Школьная лига РОСНАНО»
(197022, РФ, Санкт-Петербург,
Аптекарский просп., 4).
E-mail: yushkov@schoolnano.ru



**Ольга Васильевна
АГРАМАКОВА**

руководитель направления
по методическому сопровождению
образовательной деятельности
Фонда инфраструктурных
и образовательных программ
(117036, РФ, Москва,
просп. 60-летия Октября, 10А).
E-mail: Olga.Agramakova@rusnano.com

АННОТАЦИЯ В условиях VUCA-мира остро стоит вопрос о разрыве между содержанием школьного естественно-научного образования и уровнем развития современной науки и технологий. Образовательные системы большинства развитых стран осознают необходимость трансформации школьного образования, и прежде всего через обеспечение субъектной позиции участников образовательного процесса в логике исследовательского и проектного обучения. Однако необходимо решить вопросы организации не только индивидуальных, но и групповых исследований и проектов, и не только в рамках внешкольного дополнительного образования, но и в ходе урочной деятельности естественно-научной направленности, объем которой составляет более 700 часов (5–9 класс). Системная организация учебно-исследовательской и проектной деятельности требует разработки механизма интеграции в педагогическую практику моделей поэтапного освоения норм проектной и исследовательской деятельности учащимися различных возрастных групп, выстраивания содержательной взаимосвязи урочной и внеурочной деятельности. Эффективной моделью такой организации является модель школы-технопарка, интегрирующая пространство получения новых знаний и их технологизации. Фондом инфраструктурных и образовательных программ накоплен большой опыт применения проектного и исследовательского подхода к углубленному изучению естественных наук в формате дополнительного образования на основе кейсов реальных высокотехнологических компаний. Однако в условиях острой конкуренции за кадры, обладающие ключевыми компетенциями, необходимо формировать механизмы передачи данного опыта в сферу общего образования. На решение этой задачи нацелен новый проект Фонда «Разработка и апробация модели естественно-научного и технологического образования, а также учебно-методических материалов для организации проектного и исследовательского обучения в школе», реализуемый в партнерстве с Московским городским педагогическим университетом и АНПО «Школьная лига РОСНАНО».

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА Модель естественно-научного и технологического образования в школе; исследовательская деятельность; проектная деятельность; проектно-ориентированное обучение; навыки школьника; школа-технопарк; деятельностно-ориентированная педагогика.

Задачи нового времени

Значение науки и инженерии в жизни современного общества трудно переоценить. Наука, техника и технологии являются ключами к решению самых насущных проблем человечества, которые принято называть «большими вызовами» (комплекс проблем, решение которых в текущей парадигме не представляется возможным).

ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИ ВСЕХ СТРАН ВО ГЛАВУ УГЛА СТАВЯТ УЧЕНИКА

Развитие человеческого капитала, и прежде всего носителей уникальных компетенций и знаний — это главный приоритет в стратегиях развития большинства национальных государств. Человеческий капитал становится ключевым ресурсом и областью глобальной конкуренции. Это утверждение справедливо также и для корпораций, где требуется все больше высококвалифицированных кадров экспертного уровня и, соответственно, высока конкуренция за них.

Между тем во всем мире снижается интерес молодежи к научной и инженерной деятельности, что в целом обусловлено стагнацией (а нередко и снижением) качества естественно-научного образования в школах. Об этом свидетельствуют результаты международного мониторингового исследования качества общего образования PISA, которые показывают снижение показателей функциональной грамотности учащихся, достигших возраста 15 лет, для большинства национальных образовательных систем; в частности, Россия на протяжении последних 10 лет показывает стабильно низкие результаты¹.

Кроме того, в условиях растущего многообразия знаний все сложнее обеспечить связность и согласованность разных частей учебных программ, в которые пытаются вместить все сведения соответствующей научной области. На этом фоне особую актуальность приобретают дискуссии о направлениях трансформации школьного образования, нацеленной на обеспечение его соответствия запросам и вызовам, стоящим перед современным обществом.

В докладе «Универсальные компетентности и новая грамотность: чему учить сегодня для успеха завтра» (Фрумин & Добрякова и др., 2017)

отмечается: «Сегодня еще не сформирована глобально принятая модель, но уже ясно: в центре трансформации — не столько обновление устаревшего содержания, и даже не специальные курсы по развитию универсальных навыков, сколько системное изменение методов обучения и оценки учебных результатов».

В области педагогических практик это означает следующее:

- фокус не на деятельности учителя по представлению нового учебного материала, а на стимулировании собственной учебной деятельности школьника;
- обучение через исследование: ученик (один или вместе с другими учениками) уточняет задачу, ищет информацию, представляет результат, формулирует критерии оценки и вместе с учителем оценивает успешность выполнения задачи;
- проектное обучение: прежде всего, групповые межпредметные проекты (3–15 чел.) длительностью от нескольких дней до целого учебного года, в том числе в связке с реальными задачами сообщества (города, округа);
- учебные задачи и учебный опыт соразмерны реальному опыту ученика, актуальны для него;
- оценивание выполняет функцию обратной связи — показывает сильные и слабые результаты, высвечивает ближайшие и долгосрочные цели учебной работы.

Образовательные системы практически всех стран во главу угла ставят ученика, подчеркивают его непосредственный образовательный опыт и активную исследовательскую позицию в ходе обучения.

Задачей образования становится не только правильное «предложение» содержания образования, но и развитие у ученика таких качеств, как самоорганизация, творческое мышление, независимость, объединяемых понятием «субъектность». Именно эти качества, помноженные на фундаментальные знания, позволяют создавать новое в условиях нарастающей неопределенности.

Обзор международных концепций естественно-научного образования позволяет выделить схожие тренды в направлениях

¹ Институт стратегии развития образования РАО [Электронный ресурс] // Результаты международного исследования PISA-2018 по глобальным компетенциям. URL: http://www.centeroko.ru/pisa18/pisa2018_pub.html (дата обращения 1.10.2020).

трансформации естественно-научного и технологического образования.

Так, например, Концепция естественно-научного образования для средних школ, или K-12 (США, 2010 г.), разработанная при участии Национального научно-исследовательского совета США, ориентирована на формирование у выпускников школ инженерных и научных умений, максимально приближенных к реальным умениям профессиональных инженеров и ученых. На протяжении всего обучения школьники должны активно заниматься наукой и инженерной практикой для более глубокого постижения научных идей.

Концепция научного, технологического и инновационного образования для K-12 в Циндао (Китай) (Liu & Gong et al., 2017) основывается на следующих базовых установках:

- ясный набор концепций. Системное погружение в учебный материал в рамках ограниченного набора концепций, построенного таким образом, чтобы ученики непрерывно наращивали и пересматривали свои знания и навыки;
- «от дисциплины наружу». Последовательное и глубокое изучение дисциплины с последующим пониманием метапредметных компетенций;
- практическое осмысление. Последующее практическое осмысление и взаимодействие с дисциплинарными и междисциплинарными знаниями;
- понимание ценностей. Понимание ценностей и развитие навыков, на которые опирается научное исследование (технологический проект): уважение к важности логического мышления, точности, непредвзятости, объективности; прозрачность процедур проведения исследования и честное представление результатов.

Модель естественно-научного образования

Фондом инфраструктурных и образовательных программ накоплен значительный опыт применения проектного и исследовательского подхода к углубленному изучению естественных наук, в том числе на основе проектных, исследовательских методик, технологических кейсов, сформированных при участии реальных производственных компаний.

Данный подход показал свою эффективность при работе с высокомотивированными детьми в разнообразных форматах дополнительного образования, имеющего своей целью углубленное изучение естественно-научных дисциплин и формирование практического опыта применения этих знаний.

Однако, учитывая нарастающую среди высокотехнологичных секторов экономики конкуренцию за кадры, обладающие ключевыми компетенциями, этого недостаточно: необходимо формировать механизмы передачи данного опыта в сферу общего образования, чтобы повысить качество и доступность естественно-научного образования для большинства школьников. Ведь очевидно, что от этого напрямую зависит численность выпускников школ, способных учиться в системе высшего образования, которое готовит кадры для высокотехнологичных отраслей, и самостоятельно повышать свой профессиональный уровень на протяжении всей жизни.

На решение этой задачи нацелен новый проект Фонда «Разработка и апробация модели естественно-научного и технологического образования, а также учебно-методических материалов для организации проектного и исследовательского обучения в школе», реализуемый в партнерстве с Московским городским педагогическим университетом и АНПО «Школьная лига РОСНАНО».

Перечисленные выше тенденции подчеркивают важность как минимум двух типов проектных работ:

1. «Оснащение» учителя общеобразовательной школы методами (технологиями) и учебным материалом, стимулирующими собственную познавательную активность учащихся в области естественных наук, в том числе методами системной организации исследовательской и проектной деятельности монопредметного и междисциплинарного характера в общеобразовательной школе именно в рамках основного учебного времени.
2. Разработка во всей школе в целом модели естественно-научного и технологического образования, обеспечивающей создание условий для формирования особого школьного уклада, который будет актуализировать и поддерживать мотивационный фон школьников для

участия в исследовательской и проектной деятельности естественно-научной направленности.

В целом же проект предполагает разработку, апробацию и дальнейшее использование в педагогической практике учебно-методических материалов исследовательской и проектной направленности на основе предметного содержания, соответствующего учебным темам, изучаемым на уроках физики, химии и биологии в 5–9 классах, а также на основе актуальных практических задач из сферы высоких технологий, и прежде всего нанотехнологий. В ходе реализации проекта будут разработаны и апробированы модули с общим учебным временем 200 часов.

Параллельно будут разработаны онлайн-версии учебных модулей для организации исследований и проектов, в том числе в урочное время; данные материалы будут размещены на платформе «Московская электронная школа» с доступом к нему педагогов школ РФ.

Педагогическая проблематика

В основе образовательных стандартов лежит системно-деятельностный подход, который направлен на формирование у выпускников школ метапредметных компетенций (готовности к саморазвитию и непрерывному образованию, решению нестандартных ситуаций, требующих разностороннего анализа), на поддержку и культивирование активной учебно-познавательной деятельности.

Важными видами деятельности, обеспечивающими становление перечисленных качеств, являются учебно-исследовательская и проектная работа.

Значимость этих видов деятельности подчеркивается в образовательных стандартах в следующих формулировках:

- при итоговом оценивании результатов освоения обучающимися программы общего образования должны учитываться сформированность умения вести проектную деятельность

и способность к решению учебно-практических и учебно-познавательных задач;

- особой формой организации деятельности обучающихся, получающих среднее общее образование, является индивидуальное учебное исследование или индивидуальный учебный проект.

Однако анализ педагогической практики указывает на множество проблем в части развития учебных исследований и проектов

в школе — при условии, что это касается не отдельной группы школьников, а уже всех без исключения учащихся всех школ страны.

В методическом плане можно утверждать, что в существующих учебных пособиях для средней школы критически

мало деятельностно организованных учебных ситуаций, в которых учащиеся самостоятельно открывали бы новое знание еще до того, как оно будет предъявлено педагогом.

В учебных пособиях практически нет и деятельностно организованных ситуаций, где бы самостоятельно открытое знание уже как средство использовалось бы учащимися на практике, т. е. в проектной логике.

Вместо этого практика учебного процесса и содержание учебников организованы так, что учитель знакомит учащихся лишь с итоговой составляющей того, что называется «знанием».

Отсутствие исследовательской и проектной деятельности заставляет учащихся задавать вопросы: «Откуда это появилось?», «Для чего мы все это учим?». Эти вопросы, зачастую вызывающие конфликт, указывают на дефицит смыслов, возникающий у школьников в процессе обучения.

Анализ уроков-исследований, размещенных в интернете, по двум параметрам: 1) что делает учитель на каждом шаге работы в плане организации исследовательской деятельности учащихся и какова степень исследовательской самостоятельности школьников на том или ином этапе урока, и 2) занимают ли учащиеся исследовательскую позицию, и в каком исследовательском вопросе и других видах деятельности эта позиция проявляется, — показывает, что

ОТСУТСТВИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ И ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЗАСТАВЛЯЕТ ЗАДАВАТЬ ВОПРОС: «ДЛЯ ЧЕГО МЫ ВСЕ ЭТО УЧИМ?»

уроки исследовательской направленности чаще (и это в лучшем случае) организованы как проблемное изложение материала, и учащиеся выполняют лишь «техническую» (исполнительскую) работу в том или ином учебном исследовании.

Это указывает на необходимость разработки учебно-методических материалов учебно-исследовательской и проектной направленности, выстроенных на методологии деятельностного подхода, в основе которого лежит представление об активной, субъектной позиции участников образовательного процесса.

Перечень вопросов-проблем, решить которые необходимо для грамотной организации учебных исследований и проектов, следующий:

- как различается учебно-исследовательская (и учебная проектная) деятельность на разных этапах взросления, с 5-го по 11-й класс?
- как может быть организована учебно-исследовательская деятельность в условиях ограниченного по времени урока?
- как может быть организована на уроках проектная деятельность, если под последней понимать создание продуктов и технологий?
- возможно ли задействовать ресурсы предметной области «Технология» для организации учебно-исследовательской и проектной деятельности междисциплинарного характера?
- как обеспечить субъектность учащихся, чтобы в рамках учебных исследований они действовали как исследователи — выделяли проблемы, формулировали исследовательские вопросы, выдвигали гипотезы, и т. д.?
- как обеспечить субъектность учащихся, чтобы в рамках учебных проектов они действовали как проектировщики — видели ситуацию,

требующую преобразования, создавали образ будущего продукта, подбирали соответствующие орудия и средства, и т. д.?

Поиск ответов на поставленные выше вопросы, анализ особенностей учебно-исследовательской и проектной деятельности необходимы для правильной и успешной их организации в границах школьного обучения.

Исходные положения

В ходе реализации проекта мы опираемся на ряд положений, разработанных на предыдущих этапах работы. Начнем с определений.

Существует множество описаний учебно-исследовательской и проектной деятельности. В определениях, которые мы выработали для себя и своей работы, нам важно было подчеркнуть отличия одной деятельности от другой и указать на деятельностный характер данных учебных активностей.

Учебно-исследовательская деятельность учащихся — это деятельность, которая предполагает достижение учащимися двух типов целей:

- исследовательская — получение новых знаний-фактов (часто — субъективно новых);
- образовательная — открытие и освоение норм исследовательской деятельности (технологий работы по получению новых знаний).

Учебная проектная деятельность — это деятельность, которая также предполагает достижение учащимися двух типов целей:

- проектная — создание продукта (устройств, сооружений, механизмов, разработка рекомендаций, регламентов);

Международная программа по оценке образовательных достижений учащихся PISA (Programme for International Student Assessment) является мониторинговым исследованием качества общего образования, которое отвечает на вопрос, обладают ли обучающиеся 15-летнего возраста, получившие обязательное общее образование, знаниями и умениями, необходимыми им для полноценного функционирования в современном обществе, т. е. для решения широкого диапазона задач в различных сферах человеческой деятельности, общения и социальных отношений. Данная программа осуществляется Организацией Экономического Сотрудничества и Развития (OECD — Organization for Economic Cooperation and Development). Исследование проводится трехлетними циклами с 2000 года.



- образовательная — открытие и освоение норм проектной деятельности, т.е. открытие и освоение технологии работы по организации и созданию продукта, идеальный образ которого формируется в самом начале проектирования.

Отметим также, что под совокупностью норм исследовательской и проектной деятельности мы понимаем не набор правил, инструкций, регламентов выполнения конкретных методик, а совокупность умений, без воспроизводства которых из поколения в поколение исчезнут сами эти виды деятельности.

В этот перечень входят умения: задавать вопросы и видеть проблемы познавательного характера (для науки) и определять проблемы как разрывы между вызовами и текущими возможностями (для инженерии); разрабатывать и применять теоретические модели изучаемых явлений (для науки) и создавать модели устройств, конструкций для расчета характеристик будущих прототипов (для инженерии); формулировать объяснения (для науки) и проектировать решения (для инженерии), и т.д.

УЧЕНИК ДОЛЖЕН ДЕЙСТВОВАТЬ ЦЕЛЕВЫМ, А НЕ ИСПОЛНИТЕЛЬСКИМ ОБРАЗОМ

Отвечая на вопрос, как обеспечить субъектность учащихся в рамках учебных исследований и проектной деятельности, мы исходим из того, что освоение этих норм должно осуществляться поэтапно.

Безусловно, и сейчас существуют решения, касающиеся этапов становления исследовательских и проектных умений школьников от года к году в рамках учебного процесса. Анализ материалов позволяет выделить две доминирующие модели организации такой работы.

Первая модель предполагает, что цикл учебного исследования или проекта является общим (одинаковым) для всех участников учебного процесса вне зависимости от возраста, точнее, от длительности времени, посвященного освоению данных умений. Чтобы обеспечить

определенную учебную динамику в ходе работы, вводится инструмент дифференциации (базовый, средний и высокий уровень исследовательской или проектной самостоятельности учащихся). Привычная для нас дифференциация несет в себе все риски сегрегации учащихся и появления «троечников» и в этих формах учебной работы.

Вторая модель опирается на систему представлений о динамике самостоятельности в учебной исследовательской и проектной деятельности. Однако эта динамика скорее количественная, чем качественная. Другими словами, на первом этапе учащиеся действуют «технически» и исполнительски, а ведущая роль в проведении работы принадлежит педагогу, и только на третьем этапе учащиеся уже самостоятельно могут, например, обнаруживать проблему, строить гипотезу и т.д. Очевидно, что такая модель может быть эффективной лишь в отношении сильно мотивированных школьников.

На наш взгляд, принципы системно-деятельностного подхода в отечественном образовании указывают на необходимость пересмотра данных подходов и разработку модели «социокультурных этапов освоения норм исследовательской и проектной деятельности школьников» на основе следующих требований.

1. Модель организации и учебных исследований, и учебных проектов культивирует учебную субъектность школьников, причем такую, когда школьники могут занимать учебную позицию «исследователей» или «проектировщиков». В этой позиции учащиеся могут осваивать и самостоятельно реализовывать «научные и инженерные умения», т.е. **действовать целевым, а не исполнительским образом**.
2. Модель предполагает учет возможностей учащихся разных классов. Каждый этап (в обсуждаемой версии решения это: 5–6 класс; 7–8 класс; 9–11 класс) — это качественно своеобразные, развивающиеся и сменяющие друг друга типы учебных проектов и исследований, которые позволяют:
 - осваивать нормы «взрослого» проекта (исследования);
 - осваивать предметность изучаемой дисциплины;
 - обеспечивают высокую степень самостоятельности и инициативы учащихся.

Уже сама такая постановка вопроса и перечень граничных требований к содержанию данных этапов представляются нам весьма эвристичными.

Описание исходных вариантов таких качественно своеобразных моделей учебных исследований и проектов представлено в статье «Исследования и проекты детей и подростков: содержательные, дидактические, возрастные аспекты» (Эпштейн & Юшков, 2014). Мы рассчитываем в ходе реализации данного проекта дополнить список моделей и разработать соответствующие учебно-методические материалы для педагогов школ.

Говоря о разработке модели естественно-научного и технологического образования во всей школе в целом, мы считаем важным подчеркнуть, что открытие и освоение учащимися подростковой ступени школы (основное общее образование) норм исследовательской и проектной деятельности может осуществляться в разных, но содержательно и организационно взаимосвязанных друг с другом подпространствах школы. Одним из вариантов такого решения является реализация согласованного на уровне рабочих программ и учебных планов образовательного процесса как собственно на уроках, так и во внеурочной деятельности, а также в рамках школьного дополнительного образования.

Учащиеся получают на уроках познавательные задачи и вопросы и идут решать их в пространство внеурочной деятельности и дополнительного образования. В этих пространствах проводятся исследования, реализуются проекты, возникают новые вопросы, местом поиска ответа на которые становятся учебные встречи «первой половины дня», где изучается теоретический материал. Нелинейная и вероятностная организация образовательного процесса, сочетание самостоятельной работы и работы под руководством педагога обеспечивают развитие универсальных учебных действий учащихся, учебной инициативы, учебной ответственности, а главное, осмысленности происходящего.

Другим, более локальным вариантом являются межпредметные интегративные погружения. Эффективность погружения повышается, если деятельность школьников помещена в значимые социальные и социокультурные контексты.

Переходной формой организации образовательного процесса могут стать так называемые «предметные блоки» модульного и деятельностного характера, сформированные за счет часов компонента образовательного учреждения («Инженерная математика», «Прикладная физика», «Химия — наука и технология», «Биотехнология», «Гуманитарные практики» и т. д.), и «междисциплинарные блоки», интегрированные в учебный план предметной области «Технология».

Технопарк как модель школы

Разрабатывая модель естественно-научного и технологического образования во всей школе, мы исходим из предположения, что образовательная инфраструктура школы, ориентированной на системное применение исследовательских и проектных методов обучения, может быть выстроена по образцу технопарка.

Технопарк в идеальном случае — это высокотехнологичная среда, создаваемая специально с целью поддержки процесса перевода научного знания, результатов научного труда в продукт промышленного производства, в товар.

Основные виды деятельности, которые объединяются в особых пространствах технопарка для поддержки инноваций как реализованных идей:

- исследовательская деятельность (в том числе междисциплинарная);
- экспертиза перспективных разработок;
- изобретательская деятельность и проектирование, разработка прототипов и технологий;
- производство;
- маркетинг и сбыт;
- поддержка коммерциализации разработок;
- управление и технопредпринимательство.

Технопарк может быть локальным пространством, в котором собраны научные, конструкторские и производственные структуры, имеющие информационную и опытно-экспериментальную производственные базы и квалифицированный научный персонал, но может и разрастаться до масштабов наукограда. В таком наукограде, кроме вышеперечисленного, серьезное внимание должно уделяться созданию творческой среды для работы и досуга

(хотя последнее в условиях пандемии будет существенно видоизменяться).

Для современной школы все сказанное означает существенную перестройку инфраструктуры, содержания, способов и средств организации и реализации образовательного процесса.

К сожалению, нынешняя школа строится во многом по модели фабричного производства: разделение труда, ведущее к специализированной деятельности; каждую такую деятельность «обслуживает» свое «отраслевое» знание. В школе соответственно каждой отрасли появляются специализированные учебные предметы.

При этом основной смысл и основная задача работы такой школы — просвещение; *базовый способ работы — передача (трансляция) учащимся уже открытого другими знания.*

Обратим на этот тезис особое внимание. Сложившаяся практика учебного процесса такова, что учитель вынужден знакомить учащихся только с итоговой составляющей того, что называется «знанием». Другими словами, в образовательном процессе практически нет материала о том, в связи с чем и как это знание было получено. Нет и материала о том, как это знание, уже в качестве средства, было использовано на практике.

Именно поэтому и возникают реальные затруднения в организации исследовательской и проектной деятельности.

Ведь «рождение знания» — это и есть исследовательская деятельность. Использование знаний как средства — это в том числе и проектная деятельность.

На этом фоне становится понятным, почему сегодня все более актуально введение в школе в качестве основных способов ее работы исследовательской и проектной деятельности.

В педагогическом плане это означает возвращение смыслов в учебный процесс. В социально-психологическом плане это поддержка процессов взросления подростков и старшеклассников. В социально-экономическом плане это освоение норм деятельности, значимых для развития науки и высокотехнологических производств.

Реализация этих целей требует выстраивания новой конфигурации образовательного пространства, предельной формой которого и является технопарк. В рамках модели школы-технопарка обязательно должны присутствовать школьные исследовательские лаборатории, учебные конструкторские бюро и испытательные полигоны.

В лабораториях работа строится вокруг изучения свойств объектов биологии, физики, химии; на испытательных стендах происходит изучение свойств новых материалов.

Школьные конструкторские бюро — это место, где разворачиваются и реализуются проектные замыслы. Принципиально важно, чтобы между лабораториями и конструкторскими бюро была выстроена содержательная связь.

В школе-технопарке должны быть организованы производственные участки, укомплекто-

ванные в том числе и оборудованием fab lab, на которых или в учебном режиме, или в формате реального производства изготавливается та или иная продукция, разработанная и прошедшая испытания в конструкторских бюро и на полигонах.

Такой продукцией могут быть игры, конструкторы, приборы, модели. Среди последних могут быть модели, созданные, например, по чертежам Леонардо да Винчи; приборы и механизмы для кабинетов физи-

ки, биологии, географии; реальные продукты, сделанные по заказу реальных производств.

Опыт работы школ показывает, что, например, оснащение школьных теплиц высокоточными приборами и механизмами, регулирующими микроклимат, вполне под силу старшеклассникам.

Креативные студии цифрового кино, театральные студии, художественные мастерские — тоже важные элементы школы-технопарка.

Формирование разновозрастных групп в исследовательских лабораториях, конструкторских бюро, студиях и мастерских, появление в них студентов и взрослых, состоявшихся в своих профессиях, существеннейшим образом улучшат качество работы этих

ШКОЛЬНЫЕ КОНСТРУКТОРСКИЕ БЮРО — ЭТО МЕСТО, ГДЕ РАЗВРАЧИВАЮТСЯ И РЕАЛИЗУЮТСЯ ПРОЕКТНЫЕ ЗАМЫСЛЫ

структурных подразделений образовательной организации.

Жизнь и работа современной высокотехнологичной школы достраивается формами взаимодействия школы и бизнес-структур: деятельностью профориентацией, экскурсиями-путешествиями, встречами с технологическими предпринимателями, профессиональными пробами.

Тем самым будет создаваться и поддерживаться образовательная среда, которая объединяет научное творчество, экспериментальное моделирование, реальное производство, обеспечивает атмосферу, способствующую рождению новых идей.

Литература

1. Универсальные компетентности и новая грамотность: чему учить сегодня для успеха завтра / И. Д. Фрумин, М. С. Добрякова. М.: НИУ ВШЭ, 2017.
2. Эпштейн М. М., Юшков А. Н. Исследования и проекты детей и подростков: содержательные, дидактические, возрастные аспекты // Народное образование. 2014. № 6. С. 151–169.
3. Институт стратегии развития образования РАО [Электронный ресурс] // Результаты международного исследования PISA-2018 по глобальным компетенциям. URL: http://www.centeroko.ru/pisa18/pisa2018_pub.html (дата обращения 1.10.2020).
4. Liu X., Gong X. et al. A New Framework of Science and Technology Innovation Education for K-12 in Qingdao, China. Columbus, Ohio, US, 2017.
5. A Framework for K-12 Science Education. Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas [Электронный ресурс]. URL: <https://www.nap.edu/catalog/13165/a-framework-for-k-12-science-education-practices-crosscutting-concepts> (дата обращения 12.10.2020).

Learning through projects and research to develop engineering skills

Aleksey N. YUSHKOV.

Candidate of Psychological Sciences, Associate Professor, leading expert of the educational program «The School League of ROSNANO» (4, Aptekarsky pr., 197022, Saint Petersburg, Russian Federation). E-mail: yushkov@schoolnano.ru

Olga V. AGRAMAKOVA.

Head of the direction for methodological support of educational activities of The Fund for Infrastructure and Educational Programs (10A Shestidesyatiletia Oktyabrya pr., 117036, Moscow, Russian Federation). E-mail: Olga.Agramakova@rusnano.com

Abstract

In the VUCA-world, there is a gap between the content of school science education and the level of modern science and technology. Most developed countries know they have to transform school education, primarily through ensuring the active position of the participants of educational process by means of research and project-based learning.

However, it is necessary to solve the issues of organizing not only individual, but also group research and projects, not only in the framework of extracurricular additional education, but also in the course of lesson activities in natural science, the volume of which is more than 700 hours (grades 5-9). Systematic organization of educational and research and project activities requires the development of a mechanism for integrating models of stage-by-stage development of the norms of project and research activities by students of different age groups into pedagogical practice, building a meaningful relationship between classroom and extracurricular activities.

An effective model of such organization is the model of a school-technopark, which integrates the space for obtaining new knowledge and their technologization.

The Fund for Infrastructure and Educational Programs has accumulated extensive experience in applying the approach of learning through projects and research to in-depth study of natural sciences in the format of additional education based on the cases of real high-tech companies. However, in conditions of intense competition for personnel with key competencies, it is necessary to form mechanisms for transferring this experience to the sphere of general education.

Keywords: model of science and technology education at school; research activity; project activity; project-oriented learning; student skills; school-technopark; activity-oriented pedagogy.

References

- Epshtein, M. M., & Yushkov, A. N. (2014). Research and projects of children and adolescents: content, didactic, age-related aspects. *Narodnoe obrazovanie*, 6, 151–169. (In Russian).
- Institute of educational development strategy of the Russian Academy of education. (2018). *Results of the PISA-2018 international study on global competencies*. Retrieved from http://www.centeroko.ru/pisa18/pisa2018_pub.html. (In Russian).
- Froumin, I. D., & Dobryakova, M. S. (2017). *Key competences and new literacy: from slogans to school reality*. Moscow: HSE University. (In Russian)
- The National Academies Press. (2012). *A Framework for K-12 Science Education. Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. Retrieved from <https://www.nap.edu/catalog/13165/a-framework-for-k-12-science-education-practices-crosscutting-concepts>
- Liu, X., & Gong, X. et al. (2017). *A New Framework of Science and Technology Innovation Education for K-12 in Qingdao, China*. Columbus, Ohio, US.