

Инженерные и исследовательские задачи

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ ДЛЯ НАСТАВНИКОВ



Проблема (в инженерной практике) – явное противоречие, **не позволяющее достичь цели известными способами**. Согласно теории решения изобретательских задач, проблема может быть решена за счёт поиска и преодоления источника противоречия.

Инженерно-практические проблемные задачи

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ ДЛЯ НАСТАВНИКОВ
АПРЕЛЬ 2017, МОСКВА



Характеристика, назначение и примеры заданий

ХАРАКТЕРИСТИКА ЗАДАНИЙ

Основная деятельность:

- разработка учениками конкретного устройства, решающего проблему в какой-либо производственной или инфраструктурной ситуации, описанной в условиях задания;
- создание прототипа или действующей модели этого устройства — материальную либо цифровую, позволяющую понять, как устройство будет работать при различных условиях;
- подробное описание работы устройства/математические расчёты/основные чертежи, дающие базовое представление о конструктивной схеме.

Задания позволяют:

- организовать ситуацию проверки собственных знаний и способностей в ходе решения сложной и содержательной задачи;
- обеспечить возможность достичь очевидного, наглядного, практически значимого результата как способа доказать свою состоятельность;
- сформировать установку на практическое использование своих знаний и способностей (ценность полезной и продуктивной деятельности);
- организовать профессиональную пробу на инженерно-техническом материале/организовать раннюю профессионализацию.
- сформировать способности к продуктивному мышлению/созданию новых, ранее не существовавших устройств.

Открытые задачи этого вида в основном строятся по следующим схемам:

1. «Разработать устройство, которое решало бы задачу X лучше (быстрее, дешевле, качественнее), чем это делают существующие устройства и технологические комплексы»
2. «Разработать устройство, позволяющее решать задачу Y, которая ранее считалась нерешаемой»
3. «Оптимизировать устройство Z по параметрам, приведённым в условиях задачи»
4. «Оптимизировать устройство A для работы в условиях, в которых это устройство ранее не могло работать»

Такого рода задачи могут быть охарактеризованы как деятельностный вызов ученикам, который может представлять собой вопрос о реализуемости собственной мысли. В юношеском и подростковом возрастах очень важно сконструировать ситуацию, где будет проведена чёткая граница между «фэнтези» и «фантастикой». Отличие последней заключается в том, что она логически обоснована и изначально не допускает чего-либо невозможного (например, драконов). И

для того, чтобы такая граница была проведена, необходимо обеспечить конечную точку мысли, выражающейся в продукте, проверенном на реализуемость и возможность как таковую. Здесь также важно обратить внимание на момент демонстрации отличия воплощённого продукта от мысленного образа ученика, разрыв между которыми, как правило, является достаточно существенным.

НАЗНАЧЕНИЕ ЗАДАНИЙ

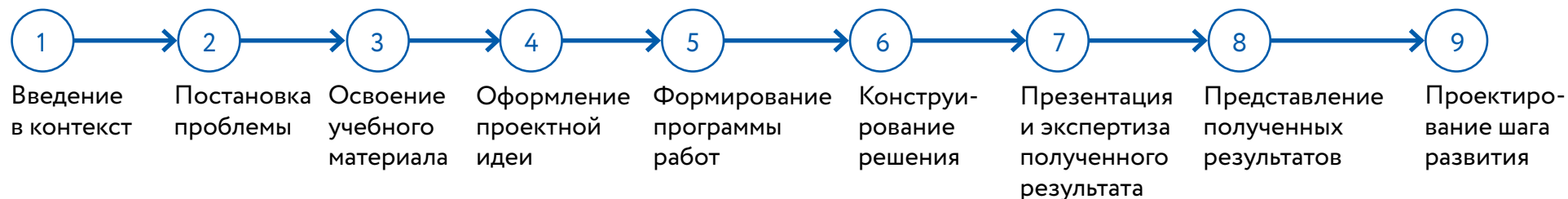
1. Формирование мыслительных способностей:

- Продуктивное мышление, позволяющее пройти последовательность от мыслительных действий, результатом которых является новое знание (схема решения задачи) до создания нового объекта либо его описания. У современного школьника мышление, как правило, останавливается на получении нового знания, сама структура школьных задач такова, что ответом является некоторое доказанное утверждение (например, найденное значение неизвестной величины) и схема его получения. Что дальше будет делаться с полученным ответом, структурой школьной задачи не предусмотрено.
- Мыслительные приёмы выделения и преодоления противоречия при решении конкретной технической задачи, которые могут быть, затем, использованы как основа для собственного технического творчества школьника. Техническое творчество в дополнительном образовании часто рассматривается как точное воспроизведение определённой конструкции, образовательная ценность которого — в создании сложно устроенной вещи от начала до конца своими руками. Работа с проблемными задачами даёт возможность школьнику создать нечто действительно новое
- Освоение общей логики и базовых принципов проектирования сложной технической системы на материале, не требующем специальной профессиональной подготовки. Как правило, способность к проектному мышлению транслируется на ведущих инженерных кафедрах вузов и в конструкторских бюро как личностное знание, требующее в качестве базы определённой инженерной подготовки. Использование инженерно-практических проблемных задач позволяет формировать основу этой способности уже у школьников, тем самым знакомя с принципами инженерной деятельности в полном объёме и давая базу для профессионального самоопределения

2. Формирование личностных установок:

- Преодоление страха выхода из зоны комфорта через столкновение с новой ситуацией, в которой отсутствует образец действия.
- Преодоление страха высказывания собственного мнения, установки на существование заведомо правильного ответа.
- Формирование установки на продуктивное действие.

Алгоритм действий



1 ВВЕДЕНИЕ В КОНТЕКСТ

Назначение технологий

Генеалогическое древо

Связь изобретений с научными открытиями

Лекции-Беседы

Демонстрации

Доклады

Презентации

✓ Образ достижений

✓ Области поисков

✓ Перечень нерешённых задач

Проводится в виде серии демонстраций/лекций-бесед.

ОСНОВНЫЕ ТЕМЫ ДЛЯ ЛЕКЦИЙ-БЕСЕД:

Назначение определённого типа технологий, круг решаемых задач, в том числе ответ на вопрос, как решались сходные задачи до появления этого типа технологий и каковы были эффекты конкретной технологической революции (например, массовая доступность, появление возможностей для новых форм деятельности, новых типов социальных связей).

ПРИМЕРЫ:

- Появление железнодорожного транспорта (комбинация нескольких технических решений и создания транспортной логистики) дало как возможность сравнительно дешёвых и быстрых перемещений как партий товара, так и резкое увеличение мобильности больших групп населения.
- Появление телеграфной и, позже, телефонной связи не только ускорило коммуникации (в сравнении с бумажной почтой), но и создало возможности для быстрого сбора информации и управления масштабными событиями в реальном времени

Генеалогическое дерево состоявшихся и возможных изобретений, в том числе решений, которые затем были признаны тупиковыми, в выбранной сфере технологий.

ВАЖНО ЗНАТЬ

Такие генеалогические деревья представлены во многих электронных и печатных учебных пособиях по теории решения изобретательских задач и истории различных областей техники. При работе с генеалогическими деревьями полезно обратить внимание на соотношение актуальных задач, технологических возможностей соответствующего исторического периода, конкретных решений.

Связь конкретных изобретений и технологий производства соответствующих устройств с научными открытиями, соотношение точного знания и интуиции в истории появления конкретных решений.

ПРИМЕРЫ:

Создание электротехники, систем электрического освещения, систем связи начиналось с «игрушечных» экспериментов, которые отчасти знакомы школьникам по урокам физики, отчасти могут быть продемонстрированы в условиях кванториума. Но именно на объяснении этих экспериментов, которые сами по себе не имели практического смысла, вырос такой раздел физики, как электродинамика — а на основе электродинамики были сконструированы и промышленные генераторы электрического тока, и системы радиосвязи, потомками которых являются современные телевидение и мобильная связь.

Для понимания соотношения интуиции и знания полезно, например, по шагам воспроизвести создание Фарадеем электромагнитной катушки (в том числе действующего образца, для которого достаточно подручных средств).

При наличии организационной возможности желательны экскурсии в музеи истории техники, посвящённые соответствующим техническим сферам (средства связи, различные виды транспорта, технологии добычи, переработки, производства продукции) в сопровождении специалиста, готового комментировать историю технических решений, необходимость их появления, конструктивные особенности.

Кроме публичных музеев, часто уникальных по своим коллекциям, подобные музеи на основе макетов и единичных образцов техники организуются при крупных производствах, конструкторских бюро, профильных профессиональных учебных заведениях. В любом случае, школьникам перед погружением в решение конкретных технических проблем полезно не только узнать принципы работы, например, радиолокатора или железнодорожной стрелки, но и увидеть, «как

эта штука работает», воочию.

При отсутствии такой возможности полезно использовать электронные обучающие средства, демонстрирующие работу устройства «в разрезе».

Педагогически полезно — как для активизации школьников, так и для формирования самостоятельного опыта работы с источниками уже на этом шаге, предложить подготовить доклады и презентации об истории конкретных изобретений.

Схема доклада может воспроизводить схему анализа узла генеалогического дерева:

- что уже знали и умели на момент изобретения, какая техника существовала и использовалась;
- какая проблема стояла перед конкретным изобретателем (или кругом изобретателей); как строилось решение проблемы;
- что в итоге было изобретено, создано и заработало.

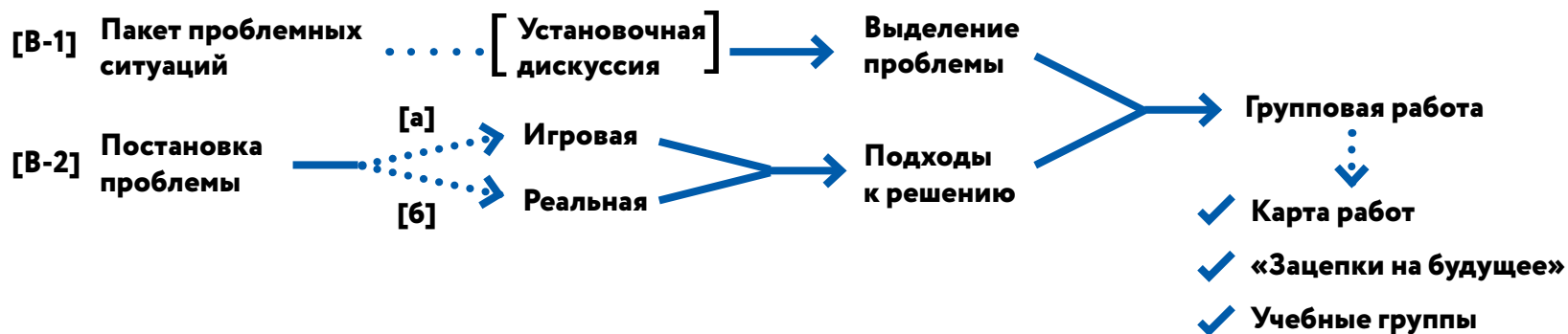
Цикл завершается обзором достижений современных технологий в соответствующей сфере, области поисков (с примерами экспериментальных образцов), перечнем нерешённых задач, признанных и обсуждаемых экспертными сообществами.

ВАЖНО ПОНИМАТЬ

При обсуждении технологий, связанных с повседневностью (связь, транспорт, энергетика) полезно, чтобы сами школьники могли высказаться в жанре — «а хотелось бы, чтобы ещё вот такое могло быть сделано». Содержание этих высказываний, зафиксированное на общей доске, может быть как непосредственно соотнесено с суждениями профессиональных экспертов, так и использовано на следующем шаге.



2 ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ



Строится в форме групповой работы на основе предварительной установочной дискуссии.

В зависимости от общих целей программы, могут быть предложены либо спектр проблемных ситуаций из одной области, либо одна проблемная ситуация, но допускающая разные подходы к решению.

ВАРИАНТ 1

К установочной дискуссии педагогом должен быть подготовлен пакет проблемных ситуаций, соответствующих выбранной сфере технологий и современной проблематике.

Основное содержание установочной дискуссии — предварительный разбор проблемных ситуаций с выделением противоречий, их формулировкой на уровне здравого смысла, например, в виде несовпадения возможностей, требуемых издержек и ожиданий при достижении определённого типа целей.

Здесь может быть актуализировано содержание высказываний самих школьников в финале предыдущего шага, полезно, чтобы они сами имели возможность соотнести эти высказывания (не только собственные) с проблемами из предложенного пакета.

В результате дискуссии школьники должны определиться с наиболее интересующей их проблемой (не обязательно, чтобы она совпадала с одной из заявленных ими самими актуальностей).

Для формирования групп полезно, чтобы наиболее активные школьники выступили с собственной версией того, почему именно эта проблема наиболее актуальна, и «завербовали» себе соотрудников.

ВАРИАНТ 2

В зависимости от уровня готовности аудитории, проблемная ситуация может быть сформулирована либо как игровая, в воображаемых условиях, либо как реальная, в том числе с указанием возможных катастрофических последствий, если она не будет решена.

ПРИМЕР:

Одна и та же проблема безопасного спуска на землю, существующая в космонавтике, может быть сформулирована разными способами:

- **Игровая:** летающие модели космических ракет, изготовить и запустить которые могут и школьники, придуманы достаточно давно. Но, как правило, эти модели после полёта сгорают, или беспорядочно падают и разбиваются. Предположим, в качестве «полезного груза» мы положили в ракету куриное яйцо. Задача: сконструировать систему, которая позволит яйцу не разбиться при старте и при окончании полёта опуститься на землю целым.
- **Реальная:** схема «отстрела» и спуска на землю капсулы с космонавтами в случае аварии во время подъёма, схема приземления спускаемого аппарата были отработаны на заре пилотируемой космонавтики для одноразовых многоступенчатых ракет. Для космических аппаратов многократного использования взлёт и посадка также являются критическими, что показывают катастрофы «Челленджера» и «Колумбии»; но для таких аппаратов схема спасения и приземления космонавтов не существует. Если будущее космонавтики (в перспективе ближайшего десятилетия, по оценке НАСА и таких заинтересованных инвесторов, как А. Маск) за многоразовыми аппаратами, используемыми более массово, чем «челноки» первого поколения, такая система становится жизненно необходимой.

В качестве вариантов должен быть предложен пакет уже существующих подходов решения. Для формирования групп и обозначения лидеров важно, чтобы участники могли как аргументированно высказаться за тот подход, который представляется наиболее перспективным, так и оспорить любой из предложенных подходов, с обнаружением слабых мест и заявлением намерения преодолеть эти слабые места, и «завербовать» себе сотрудников.

В ОБОИХ ВАРИАНТАХ

То, что группы сформируются разные по численности и уровню подготовки, не является особенной проблемой. Но если заявившийся лидер не смог сформировать группу, или если кто-то из остальных участников не смог определиться с группой, это требует индивидуальной коммуникации, время на которую должно быть предусмотрено.

В результате коммуникации школьники должны сформулировать интерес или вопрос, который позволит им определиться с выбором группы.

Задача групп — ответить на вопросы:

- в чём состоит объективное противоречие, почему оно не является следствием невнимания к существующей проблеме;
- в какой форме (исходя из ограничений по времени и ресурсам) может быть реализовано решение, найденное группой;
- какие дополнительные предметные и технические знания необходимы для более детального понимания противоречия и версии его решения, в каких точках генеалогического дерева технических решений или в каких других сферах техники можно искать аналогии для наводящих соображений.

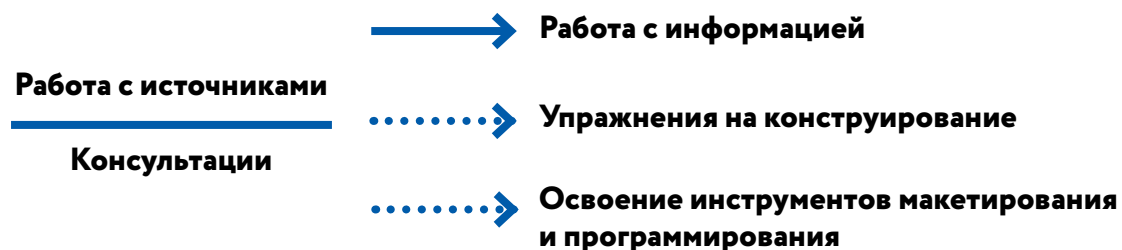
В результате представления групповых результатов формируется общая карта работ следующего шага, с обозначением материала, который необходимо освоить для дальнейшей продуктивной работы.

Одновременно формируется список «зацепок на будущее», тех идей, высказанных на этом шаге, к которым необходимо будет вернуться после работы с учебным материалом.

Организационный результат шага — формирование учебных групп по отдельным вопросам и темам.



3 ОСВОЕНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА



Строится в форме самостоятельной работы учебных групп и режимов консультаций.

Общий список источников должен быть одинаков для всех учебных групп. Возможны вариации (при индивидуальных и групповых консультациях), в зависимости от уже выбранных группами тематик. При необходимости (и при наличии возможности) в план работы могут быть включены также консультации с экспертами, в том числе дистанционные.

В источники должны быть включены:

- Основные сведения об истории развития, и современном состоянии той сферы технологий, к которой относится задание; желателен подбор источников, представляющий историю не как совокупность артефактов, а как историю актуальных практических ситуаций, поставленных в этих ситуациях нетривиальных задач и их технологических решений
- Основные сведения об инвариантных технологических решениях выбранной сферы, типичных схемах конструирования устройств, независимо от их материальной реализации.

Пример: для вычислительной техники такими инвариантами являются память на двоичных элементах и представление сколь угодно сложной логики в алфавите логических переключателей. Исторически эти элементы могли быть реализованы в виде электромеханических устройств (реле, выключателей), в виде наборов ламповых или полупроводниковых радиодеталей, в настоящее время аналоги тех же радиодеталей «упакованы» в микросхемы, обсуждается их реализация посредством наноплёнок

При необходимости можно включить: упражнения на конструирование устройств и узлов, анализ удачных и неудачных конструкций.

ПРИМЕР:

При изучении микроэлектроники полезно самим реализовать основные арифметические опе-

рации с многозначными числами при помощи простых логических элементов (на доске или при помощи виртуального конструктора — на экране). Одновременно школьники могут разобраться, почему в цифровых вычислениях используется неочевидная двоичная арифметика, а не всем знакомая десятичная.

Если школьники впервые сталкиваются с инженерно-практическими проблемными задачами, полезна индивидуальная или групповая работа с существующими задачками по теории решения изобретательских задач, с самостоятельным решением и сопоставлением своих решений с решениями, предложенными составителями задачника.

Полезно включить уже на этом шаге:

Освоение необходимых инструментов для создания макетов и прототипов инженерных решений, в зависимости от того, требуется ли натуральная действующая модель или достаточно компьютерного изображения и расчёта модели:

- Среда численного моделирования Octave, позволяющая легко привязать формулы к принципиальной схеме устройства или процесса
- Среда трёхмерного моделирования Unity, позволяющая продемонстрировать пространственное изображение решения с использованием в модели физических законов
- Наборы для конструирования лего-роботов, позволяющие создавать макет «умного» устройства в материале и программировать его поведение
- Инструменты 3D-прототипирования, позволяющие быстро изготовить нестандартные детали для макетов устройств

Отметим: для обучения перечисленным технологиям разработаны интерактивные курсы; индивидуальная либо групповая работа с этими курсами позволяет эффективно сформировать опыт самостоятельной учебной работы.

Использование этих инструментов поможет школьникам уже на учебном шаге, при решении задач, требующих моделирования.



4 ОФОРМЛЕНИЕ ПРОЕКТНОЙ ИДЕИ



Строится в форме групповой работы.

Рабочие группы в целом уже сформированы на втором шаге, но возможно изменение их состава.

Шаг начинается с презентации намерений групп, включающей в себя:

- Интерпретацию проблемной ситуации либо подхода с использованием знаний, полученных на третьем шаге, в системе понятий рассматриваемой сферы технологий
- Перечень освоенных группой и отдельными участниками знаний, способов деятельности, инструментов, которые предполагается использовать в работе
- Актуализацию «зацепок», выделенных на втором шаге, с оценкой их возможной значимости на основе освоенных новых знаний

Разрешается обоснованный, согласованный с участниками групп и с педагогом переход участника из одной группы в другую.

Возможные основания перехода:

- изменение понимания приоритетных проблем и подходов на основе освоенных новых знаний, изменившегося видения актуального состояния сферы технологий в целом;
- понимание того, что освоенные инструменты могут оказаться более актуальны для реализации другого группового намерения, чем выбранное исходно.

Дальнейшая работа включает в себя этапы анализа проблемы и формирование версии решения:

1. Выделение основного ограничения, приводящего к появлению проблемы. Возможны следующие типы ограничений:

- Техническая невозможность устройства работать в определённом режиме, который требуется поставленной задачей, либо высокая вероятность аварии при таком режиме работы. **Например,** слабая приспособленность многих городских инфраструктур, особенно современных, к низким температурам либо к резким перепадам температур; можно вспомнить резкое изменение погоды в Москве, в результате которого «замёрзли» уличные банкоматы
- Видимое противоречие поставленной цели (или наиболее очевидного, с точки зрения здра-

вого смысла, решения) известным законам природы и свойствам материала. **Например**, кажется естественным налить жидкость в определённую ёмкость — но ёмкость может быть из легкоплавкого материала, а жидкость — очень горячей.

- «Ограничения на пользователя» (в инженерном фольклоре — защита от дурака). Несоразмерность технической сложности устройства, предназначенного для массового применения, и обслуживающей его функционирование инфраструктуры со средним уровнем подготовки человека, управляющего этим устройством, задающего разные режимы функционирования.

Множество **примеров** такого рода связаны с современным личным автотранспортом, вычислительной техникой, техникой мобильной связи. Интерфейсы, «ориентированные на пользователя», являются компромиссным решением именно потому, что скрывают реальную сложность, в том числе не дают возможности вовремя предвидеть вход системы в критический режим работы.

2. Описание проблемной ситуации как системы. Включает в себя:

- перечень элементов, их функционального назначения внутри системы и самих по себе, существенных параметров, диапазонов их изменения и внутренних зависимостей;
- описание связей и зависимостей между элементами, а также внешних связей и зависимостей;
- описание противоречия как отсутствующей или неверно работающей связи (совокупности связей).

3. Формирование идеального образа решения («образа идеального устройства»):

- оформление поставленной цели как главной полезной функции гипотетического устройства;
- определение возможных характеристик устройства с заданной главной полезной функцией и требований к внешним условиям;
- интерпретация основного ограничения или противоречия как несовпадения характеристик исходной системы и характеристик идеального решения.

4. Анализ надсистемы.

Выделенная система «погружается» в объемлющую совокупность отношений и связей, определяющих её внешние характеристики и зависимости.

Для определения границ надсистемы важно:

- насколько она позволяет объяснить происхождение основного ограничения, выделить закономерные и случайные факторы;
- насколько она позволяет представить характеристики идеального устройства и его главную полезную функцию в виде требований к техническим решениям (и их эффектам) и внешним

- условиям, не противоречащим известным природным законам;
- насколько она при этом минимальна, то есть не содержит лишних элементов и связей, и насколько её описание содержит в себе основные принципы её существования и функционирования.

Отметим, что так же, как и системное описание проблемной ситуации, описание надсистемы может включать в себя как собственно технические устройства и их взаимодействие, так и влияние внешних характеристик среды и субъективного фактора («пользователя»).

Результат анализа надсистемы оформляется в виде конкретных требований к идеальному устройству, его характеристикам в условиях, определяемых надсистемой.

5. Поиск версий. Проводится в форме мозгового штурма.

Схема постановки основного вопроса для мозгового штурма (конкретная формулировка определяется конкретным ограничением и главной полезной функцией решения, желательно — в терминах технологической сферы): определить, какие изменения в надсистеме могут устранить противоречие и сделать осуществимым искомое идеальное устройство, выполнимой — его главную полезную функцию.

Основные требования к проведению мозгового штурма:

- на время мозгового штурма считается, что «всё возможно», не допускается критики, допускаются только вопросы на уточнение;
- версия приемлема как в форме схемы, так и в форме метафоры, в том числе ассоциативной или шуточной;
- все версии выносятся на доску максимально дословно, но можно приветствовать, если автор версии или поддержавший его другой участник мозгового штурма в ходе формулирования уточняет и развивает версию, дополняет её подробности;
- полезно ввести шуточные поощрительные призы за самые безумные и неправдоподобные версии, если они не противоречат поставленному вопросу.

Если участники впервые сталкиваются с подобной процедурой, полезно при установке на мозговой штурм напомнить примеры из истории техники, когда решение проблемы было найдено именно за счёт безумных и неправдоподобных идей.

Для создания необходимого психологического тонаса полезно провести игру «на разогрев»:

- произвольно выбирается общеизвестный предмет;
- участникам предлагается каждому дать пять коротких письменных ответов, на что это похоже;
- ответы озвучиваются и при совпадении вычёркиваются у всех; как правило, на первом шаге не вычёркнутых ответов не остаётся;

- при желании участники могут высказаться, как они определяли сходство;
- цикл повторяется, как правило, совпадений становится меньше, появляются неожиданные признаки для определения сходства;
- цикл проводится в третий раз, уже без ограничения на количество; победителем игры определяется тот (или те), у кого меньше всех или совсем нет совпадений с другими;
- при желании группы можно совместно обсудить наиболее интересные и неожиданные варианты признаков определения сходства.

6. Обоснование и оформление.

Результаты мозгового штурма (кроме версий, которые не соответствуют условиям) интерпретируются (каждая версия по отдельности) в понятиях, использовавшихся на предыдущих, аналитических этапах.

Если версия формулируется как сказочная или метафорическая, выделяется то полезное свойство предложенного решения, которое может быть, так или иначе, перенесено в реальный мир.

В практических ситуациях, если мозговой штурм проведён правильно, часто оказывается, что сказочный, метафорический антураж позволяет сформулировать полезное свойство, которое не попадает в поле зрения, если рассматривать проблему непосредственно. Именно в этом состоит основная польза безумных версий.

После интерпретации версий остаются те, которые представляются реализуемыми хотя бы в принципе, на основе известных технических и научных знаний, и позволяют реализовать решение с заданной главной полезной функцией в изменённых условиях. Новая формулировка задачи состоит в поиске шагов, необходимых для изменения условий, позволяющего реализовать идеальное решение.

Если остаётся одно решение, оно и есть проектная идея, найденная группой.

В случае нескольких решений, по договорённости, группа (особенно достаточно большая) может разделить для проработки каждого из них, либо проголосовать за то, с каким решением работает дальше как со своей проектной идеей.

Этот шаг является основным для данной технологии.

Для точного его осуществления необходима позиция модератора рабочей группы.

Основная задача модератора, помимо общего управления коммуникацией и соблюдения норм продуктивной коммуникации, состоит в том, чтобы группа точно соблюдала все требования на каждом шаге.

Дополнительно модератор, если группа затрудняется с определением того, кто фиксирует общие результаты, фиксирует их сам.

Кроме того, он организует вводный инструктаж для каждого этапа и проводит процедуру «разогрева» перед мозговым штурмом.

5 ФОРМИРОВАНИЕ ПРОГРАММЫ РАБОТ



Строится в форме научно-практической конференции.

Общее представление результатов предыдущего шага проходит в форме научно-практической конференции.

На конференции группы представляют:

- итоговое описание проблемной ситуации, представленной как система;
- описание надсистемы и связь основного ограничения с особенностями и характеристиками надсистемы;
- описание идеального решения, его характеристик, главной полезной функции;
- описание проектной идеи, с акцентом на основное изменение надсистемы, требуемое для реализации главной полезной функции.

Необходимо предусмотреть участие в обсуждении внешних экспертов (возможно, дистанционное). Функция экспертов — формирование предложений по развитию группами своих версий, в том числе указание на перспективы развития, не очевидные самим школьникам.

Дискуссия во время конференции направлена на уточнение общей схемы проектной идеи, приветствуются эвристические предложения, связанные с разбиением общей задачи на отдельные подзадачи (использование существующих элементов и эффектов, введение в систему новых узлов, изменение режимов взаимодействия).

Необходимо предусмотреть участие в обсуждении внешних экспертов (возможно, дистанционное). Функция экспертов — на основе профессионального опыта предложить конструктивные схемы выделения подзадач, которыми в дальнейшем могла бы воспользоваться группа.

Для поддержания эмоционального тона после научно-практической конференции может

быть проведена шуточная «околонаучная конференция» (semi-science conference, в международной терминологии), представляющая наиболее яркие и нетривиальные идеи, возникшие во время мозгового штурма.

Такт групповой работы после конференции состоит в детализации разбиения общей задачи на подзадачи, точной формулировке подзадач в форме «дано–найти» (аналитические, в том числе расчётные, задачи), или «дано–сделать» (проектно-технические задачи).

Схема разбиения утверждается после обсуждения с ведущим модуля и экспертами и возможного уточнения.

На основе этой схемы планируется сетевой график дальнейших работ, с определением ответственных за отдельные подзадачи, общую «сборку» решения, координацию деятельности. Сетевой график должен отражать не только типы и последовательность работ, но и привлекаемые для работы организационные и технические ресурсы кванториума и внешние ресурсы, что может потребовать дополнительного согласования.

Для корректного составления сетевого графика полезно использовать наиболее распространённый инструмент MS Project, либо инструменты построения ментальных карт (например, XMind, позволяющий конвертировать результаты в формат MS Project). Сама структура сетевого графика пошагово и на доступных школьникам примерах детально разобрана в соответствующих электронных учебниках и пользовательских курсах.



6 КОНСТРУИРОВАНИЕ РЕШЕНИЯ



Строится в форме индивидуальной работы и работы в малых группах.

Индивидуальная работа и работа в малых группах над выделенными подзадачами, с использованием внешних ресурсов, в соответствии с сетевым графиком.

Полезны регулярные общие встречи («планёрки»). Их задачи:

- соотнесение реально выполненного объема работ с графиком, при необходимости, коррекция сроков, перечня и режима использования необходимых ресурсов (в рамках допустимого);
- своевременное обнаружение организационных и технических трудностей у отдельных школьников и малых рабочих групп, оперативное планирование консультаций и, при необходимости, конкретных форм помощи со стороны более старших и опытных школьников, педагогов, экспертов (в том числе дистанционной).

По мере решения подзадач в соответствии с сетевым графиком должна начаться сборка итогового решения и его тестирование в разных режимах, предусмотренных общим планом.

Работа заканчивается финальной сборкой и тестированием, в том числе обнаруживающим «слабые места». Вопрос о том, являются ли эти «слабые места» результатом дефекта общей схемы, отдельных технических недоработок или «болезнями роста», связанных с неучтёнными эффектами (как часто бывает и при реальных испытаниях инженерных решений) — является одним из предметов рефлексии следующего шага.

7 ПРЕЗЕНТАЦИЯ И ЭКСПЕРТИЗА ПОЛУЧЕННОГО РЕЗУЛЬТАТА



Строится в форме докладов/презентаций.

Презентация включает в себя описательную и практическую части.

Описательная часть представляет собой демонстрацию и обоснование принципиальной схемы решения, использование именно таких элементов и схемы взаимодействий для сборки, частные решения и находки на уровне подзадач.

Практическая часть представляет собой демонстрацию действующего решения (в виде цифровой модели либо макета «в материале») в режимах, выбранных рабочей группой, возможно, после консультации с экспертами по результатам предыдущих тестов.

Принципиально важно предусмотреть «визит-эффект», часто возникающий как в реальных ситуациях (самая знаменитая, по-видимому – сбой Windows-98 на первой презентации, которую вёл лично Билл Гейтс), так и во время финальных презентаций итогов образовательных программ для школьников, связанных с разработками программного обеспечения и научно-технического творчества.

Внешняя сторона сбоя состоит в том, что система не работает или ведёт себя необычно во время презентации, в то время как во время тестирования ничего подобного не происходило. Как правило, причиной такого сбоя является несовпадение непредусмотренных условий при тестировании и презентации, например, программного окружения и особенностей оборудования для цифровых решений, несовпадение физических условий (включая последствия транспортировки) для решений «в материале».

В любом случае, полезна репетиция в условиях, в точности совпадающих с условиями презентации, с анализом реальных и возможных сбоев. Это полезно не только с точки зрения успеха презентации, но и для дальнейшей работы, в первую очередь – для определения граничных условий режимов функционирования.

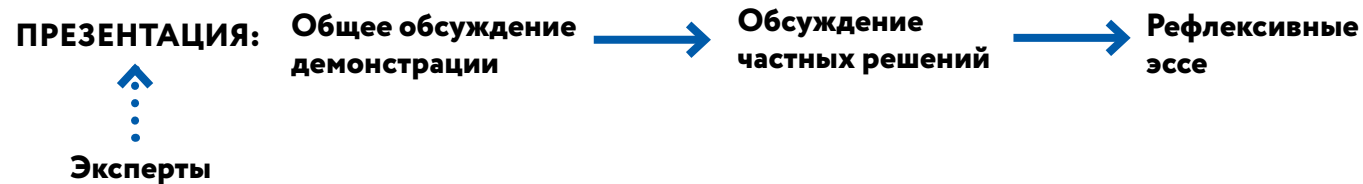
Задача экспертизы, помочь группам определить границы эффективности решения и в целом его сильные и слабые места. В том числе — помочь определить происхождение слабых мест, и в зависимости от этого рекомендовать:

- ликвидировать отдельные технические недоработки, приводящие к возможным сбоям, в оперативном режиме;
- к финальному шагу наметить программу исследования «болезней роста» и иных непредусмотренных эффектов, которые при определённых обстоятельствах могут представлять собой самостоятельную научную значимость;
- к финальному шагу проанализировать, почему решение, представлявшееся на этапе идеи и схемы правильным, оказывается неработоспособным или неэффективным в результате реализации.

Для психологической поддержки, особенно в последнем случае, полезно напомнить школьникам про неудачные изобретения, анализ неудачи которых привёл к более точному пониманию технологической сферы в целом и перспектив её развития.



8 ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ



Строится в форме групповой работы и рефлексии.

В отличие от предыдущего шага, где акцент делается на технической стороне решения, включая точность и эффективность выполнения главной полезной функции, особенности частных решений на уровне подзадач и их сборки, особенности режимов функционирования, здесь акцент делается на внешних и личных аспектах.

В том числе:

- Как может быть применена главная полезная функция системы, в чём состоит её действительная полезность, как для развития технологической сферы, так и с точки зрения людей, не сведущих в особенностях современной техники, но готовых использовать её для решения своих профессиональных и повседневных задач. Здесь уместны разные точки зрения участников группы, задающие разные аспекты полезности, и публичная дискуссия с участием не только школьников и экспертов, но и приглашённых зрителей (например, родителей, представителей профессиональных сообществ).
- Какие наиболее интересные решения были найдены во время работы, как на уровне общей идеи и схемы сборки, так и на уровне частных решений; за счёт чего были найдены эти решения. Здесь уместны как экспертная дискуссия, позволяющая оценить значимость решений, в том числе для других типов задач и, возможно, для других сфер технологий, так и индивидуальная рефлексия.

В целом публичная презентация включает в себя этапы:

1. Демонстрация решения в наиболее интересных и зрелищных режимах его функционирования и применения и комментариями авторов. Открытое событие, с приглашением максимального количества зрителей, в том числе через прямую трансляцию в Интернете.
2. Обсуждение по итогам демонстрации, с высказыванием разных точек зрения, как авторами, так и экспертами, и приглашёнными зрителями. Основная задача модератора коммуникации,

кроме соблюдения обычных правил — блокировать неаргументированные негативные высказывания.

3. Обсуждение отдельных решений, с участием экспертов. Может быть, как общим, так и отдельным для рабочих групп, по согласованию.

4. Написание индивидуальных рефлексивных эссе «история изобретения». Структура эссе не регламентируется; отправным шагом, задающим для школьника выбранную им структуру, могут быть биографии и автобиографии известных изобретателей. Предполагается, что эссе будут опубликованы внутри сообщества, внешняя публикация (например, в социальных сетях и на публичных сайтах) — предмет личного решения автора. Перед публикацией полезно обсудить эссе с педагогом, ведущим модуль, либо кем-либо из экспертов.

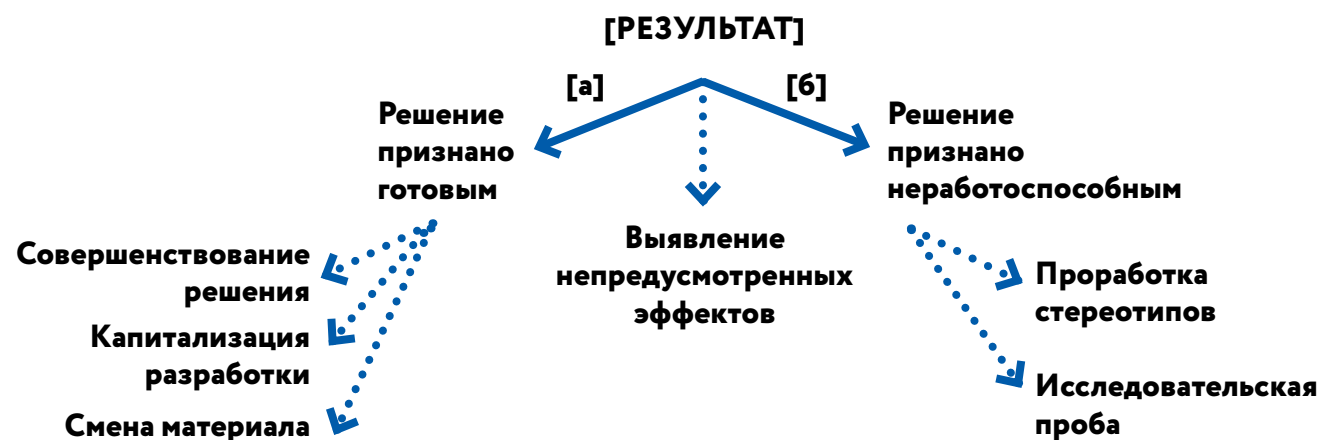
Для точного различения шагов тестирования и представления готового решения уместна следующая аналогия.

При создании нового самолёта принципиально важно различать:

- испытания отдельных узлов и самолёта в целом на испытательных стендах конструкторского бюро и опытном аэродроме (шаг 6, этап сборки);
- демонстрация возможностей новой модели, эффективности выполнения ей главной полезной функции представителям заказчика и назначенным заказчиком экспертам, с оценкой возможности её практического применения (шаг 7);
- публичная презентация новой модели (в формате авиашоу, авиасалона) с демонстрацией её наиболее ярких возможностей, публичная оценка индивидуальных и групповых вкладов в её создание (шаг 8).

Ясно, что точное соблюдение этой схемы в авиации связано с повышенным риском у случая неверного решения. Но школьникам, ориентированных в будущем на участие в современных научно-технических разработках, полезно с самого начала освоить эту схему как базовую для финального этапа любых разработок.

9 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ШАГА РАЗВИТИЯ



Строится в форме групповой работы.

Определяется результатами рефлексии на шаге 7.

1. Если решение признано готовым, школьники могут определиться:
 - продолжить работать над его совершенствованием, за счёт других форм поддержки научно-технического творчества;
 - перейти к освоению стратегий «капитализации» инженерной разработки, то есть к решению инженерно-практической проблемной задачи;
 - попробовать себя в другой технологической сфере, на другом материале заняться решением инженерно-практической проблемной задачи.
2. Если решение признано неработоспособным или не эффективным, первым намерением школьника, скорее всего, будет «попробовать то же самое ещё раз»; но это является наименее педагогически продуктивным. Наиболее продуктивные варианты:
 - более глубоко поработать со стереотипами и ограничениями своего мышления, в формате решения инженерно-технической парадоксальной задачи;
 - попробовать себя в качестве исследователя, для которого «отрицательный результат – тоже результат», при решении теоретической либо практической исследовательской задачи.

Здесь важно: конструктор и исследователь могут руководствоваться принципиально различными личностными установками (конструктору важно, «чтобы работало», исследователю – «ра-

зобратъся, как на самом деле»), и чем точнее школьник поймёт, какой тип деятельности соответствует его установке, тем более точно он сможет определить будущую образовательную и профессиональную траекторию.

3. При обнаружении интересных непредусмотренных эффектов следует убедить школьников, что часто в техническом творчестве обнаружение таких эффектов и есть наиболее интересный «долгоиграющий» результат, ведущий к принципиально новому пониманию, новым горизонтам науки и техники, с использованием соответствующих примеров из истории. В этом случае школьники могут:

- понять, каким образом в массовых технологических решениях удаётся избежать подобных эффектов (или за счёт чего они были преодолены), в формате case-study либо более глубокого знакомства с историей техники в учебном формате;
- более глубоко поработать со стереотипами и ограничениями своего мышления, в формате решения инженерно-технической парадоксальной задачи;
- непосредственно заняться исследованиями обнаруженных эффектов в рамках различных форм поддержки исследовательской деятельности школьников;
- в случае, если исследование как деятельность сама по себе ими ещё не освоена, освоить её при решении теоретической либо практической исследовательской задачи.

Дополнительно школьник может определить, в каких областях науки и техники ему стоит углубить свои знания и получить дополнительную практику, и с помощью педагога сформировать индивидуальную образовательную траекторию.



Изначально слово **«socium»**, производным от которого стало прилагательное «социальный», в переводе с латыни означало «общее», «совместное».

Инженерно-социальные задачи

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ ДЛЯ НАСТАВНИКОВ
АПРЕЛЬ 2017, МОСКВА



Характеристика, назначение и примеры заданий

ХАРАКТЕРИСТИКА ЗАДАНИЙ

В современном русском языке слово «socium» отчасти стало синонимом слова «общество» (в смысле – совокупность отношений и взаимодействий между разными группами людей, объединёнными общими интересами), отчасти – обозначением группы людей, маленькой или большой, в которой жёстко выстроены и соблюдаются правила внутренних отношений, определяемые статусами разных членов и вытекающими из статусов правами и обязанностями. (В этом смысле, социумом может быть группа студентов, если её члены интересны друг другу и постоянно взаимодействуют; бригада рабочих на «вахте», где без взаимопомощи и чётких правил в отношениях не выжить; преступная группировка; коллектив исследовательского института, особенно, если работа в нём очень ценна и престижна или если он является секретным и «закрытым».) Но, употребляя слово «социум» и производные от него слова в их современном значении в русском языке («социальный», «социализация», и др.), полезно помнить исходное значение – «общий, совместный».

Что же собой представляют в этом контексте «инженерно-социальные задачи»?

1. Задачи, возникающие, когда какое-то изобретение становится общим достоянием или фактором, влияющим на общие судьбы, то есть, не просто «внедряется в производство», а так, что это внедрение может изменить к лучшему или, может быть, к худшему жизнь всех или многих членов общества. Эти задачи могут быть связаны с тем, что люди, у которых появляется новый, значимый ресурс, не умеют его правильно использовать (в том числе, потому что боятся – конкретно этого ресурса, с которым могут быть связаны какие-то старые неприятные ассоциации, негативный опыт – или самой по себе «новизны»); с тем, что новый технический ресурс действительно несёт в себе серьёзный риск для общей жизни, и этот риск необходимо преодолеть; с тем, что новый ресурс приносит пользу только немногим группам людей, и требуется решение, позволяющее сделать его фактором общей пользы.

Примеры:

– Прививки от инфекционных болезней долгое время отвергались народом в самых разных странах, поскольку, ассоциировались с непонятными магическими действиями, к тому же, связанными со специальным занесением в организм заразы. Потребовались специальные социальные решения (различавшиеся, в зависимости от стран), для того, чтобы прививки стали естественным элементом жизни, обязательным предохранением от опасности заболеть. Понадобилось для этого усовершенствовать и саму технологию прививок, минимизировав побочные эффекты от них.

- Гидроэлектростанции дают весомую долю электроэнергии для промышленности и бытового потребления. Но они же, во многих случаях, разрушительно воздействуют на экосистемы тех рек, на которых стоят, а следовательно, и городов, которые снабжают электричеством. Например, вблизи от ГЭС эти реки могут перестать замерзать и создавать туман, в котором концентрируются вредные промышленные и автомобильные выхлопы. Кроме того, создание ГЭС часто приводит к тому, что большое количество богатых, хозяйственно и экологически значимых природных массивов, а кроме того, уже освоенных сельскохозяйственных угодий, уходит под воду. Необходимы как технические, так и социально-управленческие решения, чтобы минимизировать вред от гидроэлектростанций, сохраняя, а в идеале, преумножая несомненную пользу, происходящую от их эксплуатации.
- Развитие транспорта и связи неуклонно повышает темпы человеческой жизни и деятельности, а также расширяет возможности человека: за одно и то же время жизни он может сделать уже гораздо больше дел, чем десять, двадцать, пятьдесят лет назад; побывать в таких местах, о которых ещё его родители могли только мечтать; обмениваться информацией с любой точкой мира в кратчайшие сроки и благодаря этому, быть знакомым со всей планетой. Но возможность использования новых средств транспорта и связи значительно ограничивается, во-первых, природно-климатическими условиями, во-вторых, финансовыми возможностями людей. В Сибири до сих пор не редкость места, от которых даже до ближайшей хорошей автомобильной дороги нужно преодолевать большие расстояния по просёлку, а то и по воде. А эксплуатация малой авиации очень дорого стоит. То же относится к Интернет-сообщению: нередко места, где Интернет-связь невозможна даже через телефон ввиду отсутствия Интернет-покрытия. И даже в местах, которые имеют доступ к современным транспортным средствам и инфраструктуре, их использование зачастую оказывается не по карману среднему человеку (особенно это касается авиаперевозок). И ничьей вины в этих ситуациях зачастую нет: эксплуатация ряда транспортных средств имеет объективную стоимость, связанную с особенностями технологии; целый ряд природно-климатических зон при нынешних технологиях делает прокладку современных транспортных магистралей и организацию Интернет-связи либо невозможной, либо баснословно дорогой. Следовательно, необходимо технологическое решение проблемы, но в контексте социальных потребностей — превращения важного ресурса действительно в общий, что, в свою очередь, предотвращает расслоение общества на тех, кто может пользоваться всеми преимуществами современных технологий и жить эффективно — и тех, для этого эти технологии объективно закрыты в силу места проживания, и кто не по своей вине обречён быть «неудачником» либо покидать малую Родину.

2. Задачи, связанные с тем, чтобы инженерно-техническими средствами разрешить какую-либо значимую социальную проблему. Речь может идти как о создании новых устройств и технологий, так и об усовершенствовании уже имеющихся, которые в своём исходном состоянии не позволяли решить выбранные проблемы.

Примеры

- «Зелёная революция» в сельском хозяйстве: комплекс технологий мелиорации и усовершенствованного возделывания почвы, а также новых сортов культурных растений, адаптированных под разные природно-климатические условия и технологические возможности возделывания. В 1960 г. она позволила начать решать проблему голода во многих странах, незадолго до этого освободившихся от колониального гнёта или полуколониальной зависимости. Эти разработки делались специально для решения данной социальной проблемы. И в наше время агрономы, генетики, инженеры сельскохозяйственной техники, почвоведы продолжают работу, направленную на то, чтобы добиться максимальной эффективности сельского хозяйства для любой части земли, при этом, без разрушения местных экосистем.
- Новые строительные материалы, позволяющие строить недорогое и при этом качественное и комфортное жильё, в том числе, в местах, где строительство казалось невозможным или за пределами дорогим (например, современные технологии малоэтажного строительства).
- Инженерно-социальные задачи, как в реальной технико-технологической и управленческой практике, так и в качестве образовательной формы, имеют двойкий, и одновременно целостный характер.

Они предполагают:

- Либо разрешение проблемы (противоречия), которое связано с жизнью социума (а не с развитием науки и техники самих по себе) и обусловлено какими-либо нестыковками в его внутренних связях или несовершенством его институтов, за счёт внедрения особого технологического решения и такого режима его использования, которые позволят решить проблему или, по крайней мере, смягчить противоречие. В этом случае, социальное улучшение является целью, разработка и внедрение изобретения — инструментом, но таким, которым нужно умело воспользоваться.
- Либо создание социальных условий для внедрения значимого изобретения, каковое внедрение само по себе оказывается затруднено экономическими, институциональными, социально-психологическими обстоятельствами. Здесь внешне кажется, что целью является «утверждение» изобретения за счёт его внедрения в практику, а социальное воздействие, в том числе, социальное изменение, нововведение, является инструментом. Однако, само по себе внедрение изобретения неразрывно связано с решением социальных проблем или расширением социальных возможностей, иначе, незачем преодолевать трудности этого внедрения (см. пример с распространением прививок или преодолением последствий функционирования ГЭС).

Инженерно-социальная задача как образовательная технология является

- Либо задачей по социальному проектированию, содержательно-тематически привязанной к внедрению новой технической системы.

Базовые модели инженерно-социальных задач:

Задача по социальному проектированию, содержательно-тематически привязанной к внедрению новой технической системы

- Имеется изобретение А, которое, будучи внедрено в практику, создаст общественную пользу А1. Однако, имеются социальные/социально-экономические обстоятельства -В, которые затрудняют внедрение или даже делают его полностью невозможным. Необходимо найти либо способ такого изменения изобретения А, которое нивелировало бы негативное воздействие обстоятельств -В; либо способ такого воздействия на обстоятельства -В, которое сняло бы их негативное воздействие; либо – одновременно изменить А и -В в плане взаимной приемлемости

Задача по социальному проектированию, которая должна быть решена за счёт технико-технологического усовершенствования/изобретения и его внедрения

- Имеется социальная ситуация А, содержащая в себе проблему А' и требующая решения. Предположительно, эта ситуация может быть решена только за счёт использования некоего изобретения с совокупными характеристиками В. Разработайте это изобретение В и опишите совокупные способы С по его внедрению в ситуацию А, а также охарактеризуйте сложившуюся новую ситуацию $A^+ = ABC$, с точки зрения улучшения социального положения.

В отличие от ставших традиционными форм «социального проектирования» у подростков и старшеклассников, решение инженерно-социальных задач позволяет:

- разобраться в механизмах решения социальных проблем и задач, имеющих системный, структурный характер и связанных с внедрением новых инженерных технологий;
- усвоить представление о практической ценности технико-технологических новаций и о факторах, которые создают или усиливают эту ценность;
- сформировать установку на то, что главная полезная функция любой технологической разработки должна быть прямо или косвенно связана с сохранением и наращиванием общественного блага;
- научить сочетать инженерные и социальные технологии в процессе решения конкретных проблем и задач.

Что приобретают школьники благодаря решению инженерно-социальных задач:

- в плане готовности к инженерно-технической деятельности: опыт разработки и моделирования технологического решения в соответствии с обозначенной проблемой, из которой, нужно самостоятельно сформировать для себя техническое задание; опыт подбора и комбинации «готовых» технических элементов и решений, так, чтобы они привели к необходимому совокупному социальному результату; представление о социальных и социально-экономических критериях значимости изобретений; навыки и методы работы по позиционированию и вне-

- дрению своей разработки; установку на необходимость трансформировать и корректировать технико-технологическую разработку для того, чтобы её оказалось можно успешно внедрить.
- в плане общих компетенций: навыки системного многофакторного анализа ситуации; представления, приёмы и навыки комбинирования факторов и процессов, связанных с двумя разноплановыми, разнородными системами; навыки выявления и различения подлинных и мнимых, первичных и второстепенных факторов проблемы.
 - в плане социальных компетенций: навыки анализа социальной ситуации и коррекции собственных действий в связи с этой ситуацией; навыки выстраивания взаимодействия с людьми, занимающими различные социальные позиции и обладающие различными социальными интересами; навыки социального позиционирования самих себя и своих разработок; представление об общей структуре социальной ситуации, в том числе, проблемной, и об условиях её использования для собственной выгоды; установки на обеспечение общественной пользы и вклад в развитие своей территории и страны, прежде всего, за счёт своей профессиональной квалификации и изобретательских способностей.

Ключевым отличием от «обычных» учебно-образовательных «социальных проектов» подростков и молодёжи, здесь является то, что: а) результат социально-управленческого действия в большинстве случаев оказывается отсрочен; б) социально-управленческое действие зачастую связано с крупными социально-экономическими процессами, и даже если они рассматриваются на локальном примере, зачастую требуются масштабные действия по решению проблемы; в) необходимым условием является взаимодействие с большим числом социальных групп и позиций. Поэтому, важной образовательной формой, используемой при решении большинства инженерно-социальных задач, является деловая игра, позволяющая смоделировать масштабные процессы, взаимодействие больших социальных групп, общественные изменения, связанные с внедрением новых технико-технологических решений. Описание этой формы будет дано при характеристике соответствующего шага в решении инженерно-социальных задач.

Примеры инженерно-социальных задач

1. Автоматизация бытовой и производственной техники высвобождает у человека значительные ресурсы сил и времени. Пока «умное» устройство само выполняет функцию, которую раньше выполнял человек посредством этого устройства, можно обдумать следующую производственную операцию или запрограммировать работу какого-либо другого устройства, или же просто выкроить время познакомиться с новыми производственными методами и технологиями. Однако, внедрение «умной» техники затрудняется, даже в быту, но особенно — на производстве. Это связано отчасти с привычками людей полностью контролировать технологический процесс и с подсознательным страхом, на уровне сказки про непослушного джина или фильмов про Терминатора, что инструменты выйдут из повиновения и начнут творить, что хотят. Но отчасти это

связано и с несовершенством ряда способов автоматизации, используемых в наше время, когда без контроля человека заданная им программа сбоит и устройства на самом деле творят не то, что нужно.

Требуется:

- выделить такое техническое устройство или технологическую систему, которую можно автоматизировать своими силами, автоматизация которой, окажется очень полезным, но которая, начав «жить своей жизнью», может вызвать опасения у пользователя;
- проделать цикл автоматизации;
- провести работу по популяризации и внедрению этой техники, в режиме реальных презентаций и мастер-классов или в режиме моделирования посредством деловой игры, в результате чего, потенциальные потребители массово захотели бы приобрести новое устройство в пользование.

2. Одной из основных проблем современной компьютерной безопасности является хакерская активность подростков и молодёжи, направленная не на совершение преступления, а на то, чтобы самовыразиться и показать свою «крутизну». Бороться с ними, как с реальными преступниками, бесполезно: во все времена подростки и молодёжь стремились доказать взрослым свою состоятельность ненормативными, и при этом наиболее яркими и «современными» по духу средствами. К тому же, и прямой вред от хакерских атак подростков невелик: серьёзные системы защиты им обычно не по зубам. Но расстройства и раздражения от их активности всё же происходит много, и ещё больше — расходования впустую времени и сил специалистов по компьютерной безопасности.

Требуется: придумать такое средство защиты компьютерных систем, на уровне программного обеспечения, которое бы или удовлетворяло хулиганские порывы юных хакеров без какого-либо вреда для системы и содержащихся данных, или превращало их действия во вред им же самим, в любом случае, без ущерба для системы и затрат усилий специалистов по цифровой безопасности.



Алгоритм действий



1 АНАЛИЗ ПРОБЛЕМНОЙ СОЦИАЛЬНОЙ СИТУАЦИИ



Проводится в формате аналитического семинара/форсайт-сессии.

Функция шага: школьники знакомятся с объектом приложения тех инженерных и социально-управленческих воздействий, которые им предстоит разработать и смоделировать; выделяют основные компоненты ситуации как объекта воздействия и определяют структурные, в том числе, причинно-следственные связи между ними, определяют основные и производные факторы складывания и развития ситуации. В итоге, они выделяют из описания ситуации те её компоненты, с которыми связана решаемая проблема, будь то проблема внедрения нововведения или проблема, требующая для своего решения внедрения новой технологии.

На этом же шаге участники формулируют гипотезы относительно того, почему те или иные компоненты ситуации породили проблему, при каких условиях они могут перестать быть фактором затруднений, на какие компоненты ситуации необходимо воздействовать, чтобы проблема оказалась решена. Эти гипотезы будут подтверждены на следующем шаге, в ходе изучения широкого круга материалов, связанных с проблемной социальной ситуацией.

Продуктом работы школьников на этом этапе становится создание «карты» проблемной ситуации как инструмента для проектирования и планирования разработки инструментов решения проблемы. Структура этой карты не отличается принципиально от аналогов, приведённых в описаниях других образовательных технологий. Она представляет собой системно организованную совокупность блок-схем.

В центре карты обозначаются основные дефициты или возможности, так или иначе, требующие от участников ситуации активных действий. В связке с ними, обозначаются те факторы, которые обусловили наличие данных дефицитов/возможностей и поддерживают их наличие. Эти факторы изображаются так, чтобы были наглядно видны условия их сохранения или трансформации. В связке с данными «порождающими» факторами изображаются те процессы и явления, которые в ходе своего функционирования так или иначе влияют на порождающие факторы: усиливают или ослабляют их, делают возможным или невозможным их сохранение, и т.п. . Далее, над объективными факторами и процессами на карте изображаются «осознанные» позиции субъектов социального развития и научно-технической деятельности, их связи с «объективным» слоем, направления и способы их воздействия на этот «объективный» слой, соотношение сил и возможностей между этими субъектами.

При подготовке карты в рамках данной образовательной технологии, важно разными способами (цветами, формами, и т.п.) показать факторы и направления их взаимного влияния, связанные с социальными явлениями и процессами — и с явлениями и процессами прогресса и развития инженерных технологий. В тех случаях, когда явление, процесс, локальное событие в равной степени оказываются связаны с социальной динамикой и с развитием технологий, в их изображении стоит сочетать оба способа.

После того, как школьники подготовили карту как объективное описание ситуации, продуктивно предложить им отметить на карте теми цветами или графическими способами, которые изначально не использовались, а) компоненты карты, имеющие значение для разрешения проблемной ситуации (притом, ранжировать эти компоненты по степени их значимости); б) самих себя как позиционеров ситуации, предполагающих перестроить её так, чтобы проблема оказалась «снята»; в) предварительные планы воздействия на ситуацию в рамках инженерно-социальной разработки (если такие планы или хотя бы их примерные наброски появятся у школьников уже на этом шаге).

Основные образовательные формы и методы данного шага:

Аналитический семинар



Школьники совместно:

- разбирают предложенные им материалы, описывающие исходную ситуацию, и на основе этого анализа определяют основные компоненты этой ситуации, основные источники конфликтов, их порождающие факторы в рамках общих социальных и технологических процессов;
- ранжируют компоненты ситуации по степени значимости для её развития или трансформации;
- определяют наиболее влиятельные социальные позиции, оказывающие воздействие на ситуацию, и характеризуют возможности и возможные последствия такого воздействия;
- формулируют гипотезы относительно того, какие целенаправленные воздействия могут трансформировать ситуацию, на какие её компоненты эти воздействия должны быть направлены, как эти воздействия должны быть организованы процессуально и технологически.

Работа организуется в основном педагогом, который ставит вопросы для анализа, описывает возможные схемы рассмотрения исходного материала и рассуждений по его поводу, определяет и обеспечивает регламент высказываний и обмена вопросами и суждениями. При этом, непосредственное ведение («модерацию») обсуждения продуктивно поручать школьникам, наиболее заинтересованным в теме или в наибольшей степени готовым организовать решение социальной проблемы. Для этого, педагог должен:

- рассказать школьникам про основные принципы и технологии обеспечения продуктивной коммуникации в ходе коллективного анализа материалов по сложно организованному феномену;
- обсудить с ними тот результат, который должен быть достигнут в ходе аналитического семинара, а также те показатели, которые позволяют судить о его близком достижении или, наоборот, о том, что процесс поворачивается неблагоприятно для такого результата;
- обучить их (хотя бы на первоначальном уровне усвоения) техникам и приёмам, позволяющим корректировать аналитическую коммуникацию, возвращать её к необходимой теме, организовывать обмен суждениями так, чтобы могло быть выведено общее суждение способу продуктивного воздействия на ситуацию.

Учебная форсайт-сессия

«Форсайт» буквально переводится с английского языка как «предвидение» или «провидение», то есть, как способ прогнозирования развития событий в ближайшей перспективе. Фактически, это тоже аналитическая сессия, но организованная специальными процедурами и направленная не столько на выяснение наличного положения вещей (основных процессов, противоречий, конфликтов, и т.д.), сколько на определение того, как наличное положение дел может измениться в обозначенной временной перспективе, какие процессы изменений заведомо задаются существующим положением дел и конфликтами между различными процессами и интересами позиций.

Классический режим проведения форсайт-сессии

Участники заполняют специально разработанные опросники, содержащие вопросы об оценке значимости того или иного компонента рассматриваемой ситуации и его влияния на комплексную трансформацию этой ситуации. После этого, аналитик (в нашем случае, педагог-ведущий) систематизирует ответы, представленные в опросниках и определяет, какие суждения относительно значимости отдельных компонентов изучаемой ситуации, весомости тех или иных связей внутри ситуации, значимости и реализуемости тех или иных тенденций изменения ситуации, были отмечены наибольшим количеством участников форсайт-сессии. Он оформляет целостное описание ситуации и перспектив её развития в виде серии наглядных схем, после чего, представляет их школьникам, с комментариями: вот так, исходя из синтеза суждений и оценок, данных всеми вами совместно, выглядят основные системные связи исследуемой ситуации, перспективы трансформации её основных компонентов и факторов, возможные направления её общего развития. Это описание представляется школьникам, после чего, им предлагается высказывать проблематизирующие и корректирующие суждения относительно характеристик ситуаций, а также характера, направлений и условий её трансформации. Каждое из суждений предлагается обсуждать, оценивать его обоснованность и принципиальность содержащихся в нём тезисов для корректировки представленной картины, после чего — принимать или отвергать их в качестве корректирующего фактора. В случае принятия того или иного тезиса, он фиксируется на доске, и в соответствии с ним, изменяется общая схема ситуации, описанная на основе изначального анкетирования.

2 ИЗУЧЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ И ФАКТОРОВ ПРОБЛЕМНОЙ СИТУАЦИИ



Проводится в формате коллоквиума/мини-исследования/индивидуальной работы.

Функция шага: школьники должны точно установить, какие именно факторы ранее исследованной ими ситуации порождают её основную проблему, и соответственно, какие воздействия могут эту проблему минимизировать. Для этого, они должны получить ряд фундаментальных и практических знаний по социологии, социальной психологии, методам и приёмам социального управления, принципам функционирования тех инженерных технологий, которые объективно позволяют решить стоящую перед ними задачу. Принципиально важно, чтобы эти знания были получены благодаря собственной активности школьников — в ходе самостоятельного изучения литературы и источников, малых самостоятельных исследований, общения с компетентными экспертами. При этом условии, полученные знания смогут действительно стать инструментом собственного преобразующего действия школьников, будь то социальные или инженерно-технологические решения.

Результатом данного шага становится полная характеристика изначальной проблемной ситуации и базовая гипотеза относительно методов её решения.

Основные образовательные формы и методы данного шага:

Индивидуальная работа с наставником: школьник совместно с наставником определяет, какие вопросы, связанные с поставленной инженерно-социальной задачей наиболее важно выяснить для того, чтобы точно определить факторы проблемы и спроектировать её решение, после чего, на этой основе проектирует последовательность изучения литературы, документации, аналитических материалов, находящихся в открытом доступе. Дальше, школьник самостоятельно, в соответствии с разработанным планом, изучает предложенные материалы, оформляет получен-

ные выводы в виде функциональных схем и первоначальных гипотез относительно методов разрешения проблемной ситуации, и представляет эти результаты педагогу-наставнику. Тот фиксирует, какие выводы, сделанные его подопечным, могут рассматриваться как корректные или не корректные с точки зрения базового материала и схемы рассуждений, выдвигает рекомендации относительно дополнительного анализа исходного материала и подходов к этому анализу (последовательности умозаключений, способов оформления смысловых единиц, и т.д.), советует, как организовывать собственную деятельность и наиболее эффективно мобилизовывать свои силы для достижения цели. После этого, ученик проделывает работу по восполнению дефицитов его предшествующих изысканий и по разработке не учтённых им направлений, на которые указывает педагог. Таких итераций может быть проведено несколько. В итоге, ученик и педагог-наставник оформляют достигнутый познавательный результат в виде систематизированных тезисов с приложенными к каждому из них информационными материалами.

Коллоквиум

Эта форма широко используется в практике высшего профессионального образования и активно внедряется в практику образования в старшей школе — но не как форма непосредственного освоения знаний, а как форма оценивания того, насколько прочно и в каком объёме эти знания усвоены. В данном случае, форма коллоквиума может быть использована для организации освоения учениками знаний, а также их коллективного присвоения и закрепления.

Коллоквиум как таковой предполагает изучение и освоение учениками материалов по тем или иным вопросам в рамках общей заданной тематики — так, что они окажутся, по итогам этого освоения, готовы обсуждать приобретённые знания, интерпретировать их, передавать эти знания новым адресатам. Материалом может быть одна или несколько конкретных книг, статей, опубликованных документов, и т.д. . Продуктивно, если ученики распределяют между собой разные фрагменты изучаемого материала, чтобы мочь делиться освоенными знаниями друг с другом. Однако, в ряде случаев не менее продуктивно, если все ученики прорабатывают один и тот же материал или комплекс материалов, и делятся уже не знаниями, а своими интерпретациями этих материалов. После процесса подготовки проводится непосредственно коллоквиум: педагог обозначает вопросы, на которые нужно ответить, опираясь на изученные материалы, после чего, одни ученики выступают по каждому из вопросов, предлагают информацию по вопросу и основные выводы из неё как вариант ответа, а другие дополняют сделанные ими обзоры материалов отдельными репликами, задают вопросы к выводам, предлагают свои варианты выводов из услышанной информации. В таком режиме прорабатывается каждый из вопросов, поставленных к изучаемой теме.

Как инструмент изучения материалов для решения инженерно-социальной задачи, коллоквиум продуктивно строить, отталкиваясь не от конкретного подбора коллективно прорабатываемых материалов, а от тех вопросов рассматриваемой ситуации, которые необходимо прояснить, чтобы точно определить источник проблемы внедрения или действительные потребности, кото-

рые должны быть удовлетворены новой технологической разработкой. Поэтому, стоит сначала поставить те вопросы, по которым будет нужно изучить литературу и иные материалы к коллоквиуму, а затем обозначить перечень литературы и материалов, соответствующих каждому из вопросов. Эффективно будет, если вопросы к коллоквиуму формулируются педагогом и школьниками совместно, в ходе обсуждения условий задачи и модели исходной ситуации, сформированной на предыдущем шаге, в залоге: «Что остаётся непонятным в ситуации?», «Без каких знаний мы не построим гипотезу решения?», «Какие инженерные и социальные технологии нам точно пригодятся?», «Известны ли похожие ситуации, для которых, решения были найдены?» Отвечая на эти вопросы, школьники и педагог совместно формируют набор тематик для коллоквиума. После этого, сразу или с паузой в несколько дней, педагог предлагает материалы для изучения и последующего обсуждения по каждой из тематик.

Сам ход коллоквиума в рамках данного шага решения инженерно-социальной задачи требует, чтобы после представления и обсуждения изученных материалов по каждой теме, всем участникам — как основным докладчикам по теме, так и слушателям — предлагалось сделать выводы: «Как рассмотренная и структурированная нами информация позволяет решить задачу: определить точные объекты и предметы воздействия, подобрать или сконструировать способ такого воздействия, освоить технологии, за счёт которых, можно было бы использовать способ?» Школьники, по мере готовности, представляют эти выводы. Выводы друг друга можно проблематизировать, но строго обоснованно, со ссылками на только что освоенный материал или на правила формальной логики. Итоговые выводы, прошедшие через проблематизацию и признанные состоятельными и полезными для решения задачи, фиксируются на доске или выводятся на экран.

Мини-исследование

Эта форма применима, в основном, при решении тех инженерно-социальных задач, которые связаны либо с неготовностью потенциальных благополучателей к внедрению потенциально значимой технологической разработки (в этом случае, речь идёт о социологическом исследовании), либо с экономическими затруднениями при внедрении (в этом случае, речь должна идти об исследовании, связанной с теми или иными вопросами экономики).

Форма воспроизводит основные этапы реальной прикладной научно-исследовательской деятельности, связанной с решением частного вопроса. Но на каждом этапе эта деятельность дополняется обсуждением школьником и педагогом выполненных действий, их эффективности/результативности, полезности полученных материалов для дальнейшей работы. После обсуждений, школьник либо продолжает работу, либо исправляет сделанные ошибки и получает результат, который необходим для перехода к следующему этапу.

Этапы мини-исследования

1. Постановка задачи: какое конкретное знание нам необходимо получить, чтобы до конца правильно понять проблемную ситуацию и разработать решение? Опирается на результаты предыдущего шага в решении инженерно-социальных задач.

2. Определение объекта, предмета, гипотезы исследования: какой конкретно кусок действительности нам нужно изучить, какой материал нужно собрать, и откуда (это объект); на что нужно прежде всего обратить внимание (это предмет); какую картину мы ожидаем получить (это гипотеза).
3. Определение базового метода исследования: как мы будем получать необходимую нам информацию «непосредственно из действительности», что для этого нужно проделать?
4. Построение плана сбора материалов: что и в какой последовательности мы делаем, чтобы установить точные факты по интересующему нас вопросу?
5. Подбор конкретных операциональных методов (инструментов) сбора материалов.
6. Непосредственный сбор материалов.
7. Систематизация и анализ собранных материалов.
8. Интерпретация собранных материалов.
9. Выводы — оформление точного знания по вопросам к характеристике той ситуации, с которой связана инженерно-социальная задача.
10. Проверка выводов по содержанию: сопоставление процессов и закономерностей, выявленных и описанных в ходе мини-исследования, с общими законами соответствующей науки и с процессами и закономерностями, обусловленными этими законами.
11. Практическая проверка выводов: позволяют ли полученные единицы знания ответить на изначально поставленный вопрос относительно проблемной ситуации, и позволяет ли полученный ответ найти вариант социального или технологического решения для данной ситуации.

3 ПЛАНИРОВАНИЕ РАБОТЫ



Строится в форме проектной сессии.

На данном шаге, ученики совместно с педагогом разрабатывают, во-первых, базовую версию решения проблемной ситуации; во-вторых, последовательность действий по её решению; в-третьих, перечень необходимых ресурсов и систему действий, позволяющих привлечь эти ресурсы. Кроме того, на данном этапе формируется организация школьников, необходимая для успешного решения задачи запланированным способом.

Основным продуктивным методом работы на этом шаге является проектный семинар, включающий в себя элементы командообразования.

Проектный семинар как образовательная форма воспроизводит логику построения и процедуры реальных проектных семинаров, проводимых профессионалами. Но, так же, как в случае с учебным исследованием и с воспроизводством школьниками других форм реальной познавательной и практической «взрослой» деятельности, учебный проектный семинар изначально инициируется и запускается педагогом, а затем сопровождается им. Цель этого сопровождения: обеспечить оформление и закрепление полученного опыта, помочь школьникам своевременно увидеть допущенные ошибки и исправить их (либо наоборот, зафиксировать сильные стороны своей разработки и использовать их в дальнейшем), продемонстрировать образец работы с возникающими сложностями или использования необходимой технологии. Каждый шаг работы завершается обсуждением его результатов с педагогом, причём, обсуждается как непосредственно достигнутый «продуктивный» результат деятельности, так и те действия, которые школьник предпринял для его достижения: какие качества проявил, как организовал собственные действия и самочувствие, как смог или не смог использовать освоенные раньше знания, представления, приёмы работы, с какими трудностями столкнулся и как сумел их преодолеть, благодаря какой комбинации собственных действий сумел добиться необходимого. Помимо фиксации достижений школьников, оформления и закрепления ими эффективных способов действий, педагог даёт советы, как относительно конкретных технологий и приёмов, так и относительно самоорганизации в процессе данной деятельности.

Как и в других «педагогизированных» формах деятельности, в учебном проектном семинаре педагог-наставник на старте организует процесс, задаёт его динамику и определяет логику, после чего, постепенно вовлекает участников в ответственные позиции и к концу оставляет за собой функции консультанта, а также организатора закрепляющих рефлексивных процедур.

Основные этапы проектной разработки соответствуют стандартной, общепринятой структуре проекта как инструмента организации целенаправленных изменений или достижения необходимого результата:

- обозначение проблемы или разрыва (в том числе, в позитивном ключе, когда в качестве разрыва может выступать и не используемая «точка роста»);
- точная постановка цели как того положения дел, которое должно быть достигнуто, и задач как конкретных, измеримых условий для достижения цели;
- определение взаимосвязанной последовательности действий по достижению цели — этапов проекта, в том числе, обозначение процедур и соответствующих им инструментов, используемых на каждом этапе;
- описание конкретных действий в рамках этапа: дел, событий, мероприятий, продолжительных процессов — с точки зрения процедуры их осуществления, соорганизации в ходе этого осуществления, конкретного состава исполнителей;
- описание результатов проекта как показателей того, что цель достигнута.

В данном случае, проект является картой будущей деятельности, с которой, рабочая группа сверяется, чтобы понять, всё ли она делает правильно, и при необходимости скорректировать свои действия. Но и сама по себе разработка этой «карты», по крайней мере, в случае с «учебным» проектом представляет собой ценность. В ходе неё все члены группы становятся соучастниками и носителями плана действий, до конца понимают технологию, согласно которой, будут работать, составляют представление о логике действий, назначении каждого их этапа и каждого используемого инструмента.

Рассмотрим этапы учебного проектного семинара и действий педагога на каждом из этапов

«Постановка проблемы». — Здесь педагог актуализирует для школьников модель проблемной ситуации и освоенные знания, позволяющие понять её происхождение и предположить варианты решения (результаты 1 и 2 шагов решения инженерно-социальной задачи). Актуализация может происходить как напрямую, в форме напоминания и приведения «готовой» формулировки, так и за счёт серии «наводящих» вопросов. Если разрыв, обуславливающий потребность в инженерно-социальном вмешательстве, на предыдущих шагах не был чётко обозначен, педагог предлагает ученикам определить, опять-таки на основе знаний и представлений о ситуации, полученных на предыдущих этапах: а) в чём конкретно состоит разрыв; б) кому и почему

он затрудняет нормальную жизнь и деятельность, либо — кого каких возможностей лишает; в) каково происхождение этого разрыва; г) какие обстоятельства нужно изменить, чтобы разрыв восполнить или хотя бы «сгладить». Определение происходит в режиме выдвигания версий и дискуссии по их поводу, в которой педагог выступает модератором.

Результат этапа: чёткая структурная формулировка проблемы, которую необходимо решить, включающая указание на конкретные обстоятельства (общественные настроения, психологические стереотипы, конструктивные особенности внедряемого устройства, объективная стоимость внедрения, и т.п.), которые необходимо изменить, чтобы решить проблему.

«Формулирование цели и задач». — Прежде, чем определять цель и задачи и максимально конкретно, операционально их формулировать, необходимо сформировать базовую идею: за счёт какого решения (нововведения, прямого воздействия, меняющего мнения и настроения, нового фактора, влияющего на рыночную ситуацию, и т.д.) разрыв с наибольшей вероятностью удастся преодолеть. Идея создаст образ будущего воздействия на проблемную ситуацию, в том числе, образ той конкретной организационно-управленческой формы, в которой, это воздействие будет совершено.

Формулировать идею продуктивнее всего посредством мозгового штурма, в какой-либо из его вариаций, описанных в технологиях «Case-study» и «Инженерно-теоретические парадоксальные задачи». Но это может быть и простое обсуждение возможных ходов, отталкивающееся от объекта изменений и доступных и применимых средств изменяющего воздействия (инженерно-технических или социальных). После оформления идеи полезно её «покрыть», выделив объективно слабые стороны. Это продуктивно делать в режиме «мозгового штурма наоборот»: ведущий предлагает участникам в той же очерёдности, от наименее авторитетного к наиболее авторитетному, высказать версию того, почему предложенное решение окажется неэффективным. Все эти критические замечания выписываются и потом каждое из них разбирается: «фантазийные» дефициты отменяются или переинтерпретируются и оформляются как обоснованные; по поводу реальных дефицитов, высказываются версии, за счёт каких усовершенствований в предложенном решении они будут преодолены.

После того, как базовая идея будет определена и проверена относительно потенциально слабых сторон, на её основе выделяются цель и задачи. Здесь педагог предлагает базовые схемы их формулирования, базовые требования к формулировкам, так, чтобы они конкретно и чётко указывали, что и почему необходимо сделать, и предлагает формулировать на основе ранее оформленной идеи.

Базовая схема формулирования цели: произвести действие X (создание конкретного объекта, организация конкретного события, осуществление конкретных фиксируемых и описываемых действий), которое будет обладать свойствами Y - Y_n и обусловит изменения в исходной ситуации Z - Z_n .

Базовые требования к формулированию цели:

- точно должно быть указано, что изменится в исходной ситуации, притом, это указание должно быть сформулировано так, чтобы сразу можно было предположить, как измерить эти изменения;
- точно должно быть указано, за счёт каких действий в рамках проекта произойдут эти изменения.

Например: «Провести серию интерактивных тренингов, которые сформируют у пользователей навыки и установки работать с «умными» («дрессированными») приборами и использовать их качества для экономии собственного времени, и за счёт этого позиционируют «умные» приборы как предпочтительные в сравнении с обычными и обеспечат расширение их внедрения».

Базовая схема формулирования задач: «проделать действие A , создающее возможность(и) X' для совершения базового действия X , обозначенного в формулировке цели, и/или создающее условие Z' для достижения необходимого изменения Z .

Базовые требования к формулировкам задач:

- они должны обозначать содержательно целостные блоки конкретных действий, необходимых для того, чтобы поставленная цель оказалась достигнута;
- они должны указывать на то, какие условия для достижения цели будут созданы;
- из формулировки должно быть понятно, что данные действия и создаваемые ими условия действительно необходимы для достижения именно этой цели.

Например: «разработать программы тренингов по освоению «умных» устройств; сформировать состав тренеров; привлечь участников тренингов; создать серию привлекательных материализованных образов «умных» устройств и эффектов от их использования, и т.п.».

Когда школьники предлагают версии формулировок целей и задач, на материале разработанной идеи воздействия, педагог сначала сам «экспертирует» эти формулировки на соответствие заданным моделям и требованиям, всякий раз показывая соответствие или несоответствие, а потом предлагает школьникам самостоятельно «прокрутить» предлагаемые ими формулировки через эти требования и решить, годятся они или требуют изменения.

Результат этапа: чёткие формулировки целей и задач, присвоенные школьниками в качестве базовых ориентиров того, что нужно сделать, удерживаемые и разделяемые всеми участниками группы.

«Планирование этапов действия». — Здесь педагог обозначает логику выделения этапов: распределение решения поставленных задач во времени + включение вспомогательных действий, необходимых для решения каждой из задач + обозначение взаимосвязи между этапами и между различными действиями, производимыми на одном и том же этапе. После этого, он предлагает школьникам сформировать последовательность этапов для реализации их идеи, опираясь на сформулированные цели и задачи. Формирование происходит в режиме обсуждения, общего или в рамках малых групп, с последующим общим докладом. Педагог здесь выступает одновременно как модератор, регулирующий коммуникацию и обеспечивающий соблюдение её норм, и как эксперт, указывающий на недостаточную обоснованность выделения того или иного этапа, или, наоборот, на отсутствие какого-либо этапа. Свою «экспертную» функцию педагогу на этом этапе продуктивнее выполнять, за счёт предложения участникам смоделировать у себя в голове, удастся ли достичь поставленную цель, если действовать строго по предложенным ими этапам, ничего не добавляя, а также — удастся ли достичь цели, если убрать какой-либо запланированный ими этап (возможно, он окажется лишним, дублирующим функцию какого-то иного этапа). Уже на этом этапе основные решения должны разрабатываться и приниматься школьниками, а педагог должен быть в роли носителя нормы, «супервайзера», правда, всё ещё с правом «вето» на совсем уж нелогичные, неполные, неэффективные ходы.

Каждый этап школьники описывают с точки зрения: а) его роли и назначения в плане достижения поставленной цели; б) тех конкретных действий — событий, мероприятий, операций в рамках длительных процессов — которые должны произойти на этом этапе и из которых он, преимущественно, и состоит; в) конкретных измеримых изменений в исходной ситуации, которые будут обеспечены данным этапом. Конкретные действия только обозначаются, с точки зрения их функции и формы, без конкретного описания порядка и механизма осуществления.

Результат этапа: чётко описанный повременной план реализации инженерно-социального проекта, но без конкретизации отдельных мероприятий и без указания ответственных за выполнение работ.

«Описание конкретных действий». — Фактически, на этом шаге происходит предметная субъективация школьников: они определяют свою зону ответственности и планируют непосредственно свою деятельность, за счёт того, что определяют, какие содержательно-тематические или предметно-технологические блоки конкретных действий (мероприятий) в рамках проекта они готовы на себя взять, и разрабатывают эти мероприятия.

Педагог либо предлагает школьникам сгруппировать придуманные ими мероприятия для разных этапов по группам в соответствии с содержанием, предметностью, технологией реализации тех или иных мероприятий — либо, если нужно ускориться по времени, группирует их сам

и предлагает школьникам готовый вариант. После этого, он предлагает определиться, кому из школьников какая предметность, технология, способ деятельности, связанный с данной предметностью либо технологией, более интересен (как вариант – кто в чём хотел бы себя попробовать, возможно, в логике «от противного» – испытать материал или вид деятельности, которые обычно воспринимались как «не свои», «не любимые»). Когда школьники распределяются по группам, педагог описывает логику и правила разработки конкретного продуктивного действия (события, мероприятия), оказывающего прямое влияние на ситуацию, напоминает правила организации продуктивной коммуникации, и предлагает группам самостоятельно разработать мероприятия, обозначенные в плане реализации проекта и соответствующие тематикам групп.

Примеры тематик групп:

- Разработка или усовершенствование конкретных типов инженерно-технических устройств/ инженерно-технологических решений;
- Организация испытаний инженерно-технологических устройств;
- Разработка технолого-просветительских мероприятий;
- Организация взаимодействия с производством и инвесторами;
- Организация кампании социальной рекламы.

Основные вопросы, на которые нужно ответить при разработке конкретного действия (события, мероприятия) в рамках проекта:

- Какие новые продукты или изменения в окружающей действительности должны стать результатом действия?
- Кто и что конкретно делает в рамках действия, и в какой последовательности?
- Какие технологии используются в рамках действия?
- Как происходит координация между участниками действия, согласование ими друг с другом производимых операций?
- Как действие выглядит со стороны? Как в него вовлекаются сторонние люди (если такое вовлечение требуется – допустим, если речь идёт об акции по массовому продвижению какого-либо технологического решения)?
- Какие материально-технические ресурсы необходимы для того, чтобы действие успешно осуществилось?

Далее, педагог переходит из одной рабочей группы в другую, наблюдает за работой школьников, при необходимости, корректирует их суждения с точки зрения реальных инженерных или социальных технологий, либо предлагает более продуктивный способ рассуждения, но не даёт и, тем более, не вменяет «готовых» решений.

После завершения работы групп, педагог проводит сборку результатов в форме общего заседания с презентацией разработок от каждой группы. Педагог указывает на потенциально слабые,

дефицитные ходы и даёт рекомендации по их исправлению. При необходимости, он организует ещё один период групповой работы, в ходе которого, ошибки могут быть исправлены, а пробелы восполнены. Но, помимо экспертизы конкретных найденных решений, педагог задаёт вопросы относительно того, кто из группы за какой аспект подготовки мероприятий будет отвечать, после чего, задаёт серию вопросов, призванных показать — в том числе, самому школьнику, взявшемуся отвечать за тот или иной аспект действия — обладает ли он необходимыми для этого способностями и компетенциями. В связи с этим, педагог может предложить дополнительный такт групповой работы, связанный уже не с разработкой конкретных действий, а с разработкой индивидуальных планов «самоподготовки», необходимой для успешного выполнения взятых на себя функций.

В финале, происходит совместное дополнительное заполнение школьниками плана действий по проекту: распределение членов команд, ответственных за те или иные действия, по этапам плана, на которых данные действия производятся; аналогично — распределение по этапам плана ресурсов, необходимых для проведения мероприятий, формирующих собой эти этапы.

Результаты этапа: разработки конкретных мероприятий в рамках инженерно-социального проекта; распределение ответственностей за конкретные сферы и процедуры внутри группы школьников; актуализация для школьников принятой ответственности и разработка планов самоподготовки.

«Определение ожидаемых результатов». — Происходит в режиме самостоятельной работы школьников, общей или по малым группам, в том числе, тем же, которые взяли на себя ответственность за содержательно-технологические блоки мероприятий. Педагог, как и в предыдущем случае, лишь обозначает на старте требования к описанию результатов и разработке форм проверки их достижения, а потом — организует презентацию результатов, экспертизу их соответствия общим требованиям к результатам и базовой проектной идее, итоговую интеграцию вариантов результатов, предложенных группами, в единую систему. Но по базовому содержанию, результаты должны быть разработаны самими школьниками — как ориентиры для их деятельности.

Требования к результатам:

- они должны соответствовать цели и задачам (вплоть до того, что результаты должны быть сформулированы как основные аспекты цели, сформулированные в совершенном виде);
- они должны отражать именно те изменения исходной ситуации, которые требуются формулировкой инженерно-социальной задачи и которые в конкретном виде были разработаны на предыдущих шагах;
- они должны быть достижимы за счёт разработанного плана действий и конкретных действий (событий, мероприятий);

- они должны быть сформулированы чётко и однозначно, так, чтобы из самой формулировки было понятно, каким образом наличие результата можно было увидеть, измерить, оценить.

Последующие шаги, вплоть до стандартных финальных «Рефлексии проделанной работы» и «Планирования дальнейших действий», в рамках данной технологии фактически представляют собой целостный блок, который может быть реализован в двух различных режимах:

1. Режим полноценной реализации пробного проекта в конкретном социальном пространстве, на конкретной территории;
2. Режим деловой игры.

В том и в другом режиме, необходимо пройти следующие шаги:

- Сформировать первоначальный круг социальных коопераций и партнёрств;
- Разработать действующие модели технического решения и социального решения, вплоть до продуктов (например: в первом случае – методик проведения социально-позиционирующих мероприятий и процедур социальной модерации; во втором случае – конкретных устройств или технических элементов), и на этой основе – совокупную модель инженерно-социального решения;
- Внедрение разработки в социальную практику.

Однако!

В режиме полноценной реализации пробного проекта школьники должны реально внедрить в практику разработанное ими техническое устройство, снимающее проблему, или предпринять действия, обеспечивающие полноценное использование существующего, но «социально проблемного» устройства заданной целевой группой. Понятно, что это окажется возможно только в случае внедрения усовершенствований, имеющих локальное значение – или внедрения общезначимых технологических новаций в локальном масштабе, с преодолением социальных препятствий такому внедрению. Этот масштаб может соответствовать: школе, микрорайону, небольшому поселению, муниципальному образованию с развитой транспортной связью между отдельными поселениями.

Например:

- автоматизация предметов повседневного использования и продвижение этого как бесплатной услуги для пенсионеров;
- создание системы мини-гидроэлектростанций, использующих энергию не всей реки, а отдельного потока, для электроснабжения отдельных хозяйств или малых предприятий;

- компьютерная разработка, обеспечивающая тот или иной важный аспект информационной безопасности лучше, чем аналоги, внедрённая на уровне конкретных учреждений.

Если тема задачи не может быть локально масштабирована, техническая новация должна быть разработана на уровне цифровой модели (в самом лучшем случае, опытного образца, демонстрирующего возможность устройства или технологии), а внедрение – смоделировано в режиме деловой игры. В этом случае, продуктивно само создание моделей технических устройств, решающих проблему, также включить в деловую игру в качестве одного из её этапов.

В случае полноценной реализации проекта, школьники предпринимают все те шаги, которые реально, практически необходимы для разработки социально значимой технической новации или для создания условий внедрения перспективной, но социально проблемной новации: осуществляют техническую разработку, обеспечивая оперативное согласование её базовых характеристик с потенциально заинтересованными социальными группами; формируют социально-партнёрские связи; обеспечивают практическую работу созданных или исправленных устройств; обеспечивают общественное согласие и в целом благоприятствование практическому использованию внедрённой технологии. Сами школьники выполняют, специально организовавшись, все необходимые действия и процедуры, кроме тех, которые заведомо не могут выполняться несовершеннолетними гражданами (здесь их «доверенным лицом» и «агентом» должен выступить педагог), но в том числе те, которые фактически, исходя из практического опыта, считаются прерогативой «взрослых людей» – например, деловые переговоры. Предполагается, что каждый шаг должен завершиться результатом, значимым в рамках реализации проекта. Но, как и в случае с «мыследеятельностными» взрослыми формами, становящимися формами учебного практического занятия (аналитический семинар, проектный семинар, пробное исследование), после каждой проделанной операции обязательно должна быть организована рефлексия, позволяющая зафиксировать и закрепить успешные и неуспешные механизмы/способы действия, а также определить задачи собственного компетентностного развития и усиления.

В случае полноценной реализации проекта, педагог одновременно удерживает позиции:

- наставника, отслеживающего ситуации деятельности учеников и оперативно консультирующего их или осуществляющего корректирующее вмешательство;
- тьютора, организующего рефлексия как выделение и закрепление учениками полученного опыта и освоенных приёмов;
- соучастника проекта, выполняющего те функции, которые объективно не смогут выполнить школьники, и в этом качестве «соучастника» демонстрирующего им образцы решения задач определённых типов, вовлекающего в деятельностное взаимодействие, в ходе которого, организует действия учеников в соответствии с нормой, а также осуществляющего наставнические и тьюторские функции в непосредственном общении со школьниками во время решения рабочих задач проекта;

- «мета-менеджера», который действует параллельно управленческой активности школьников в рамках реализации проекта, обеспечивает первоначальные, «рамочные» договорённости с потенциальными партнёрами, осуществляет «страховку» при потенциально сложных внешних контактах или внутренних организациях.

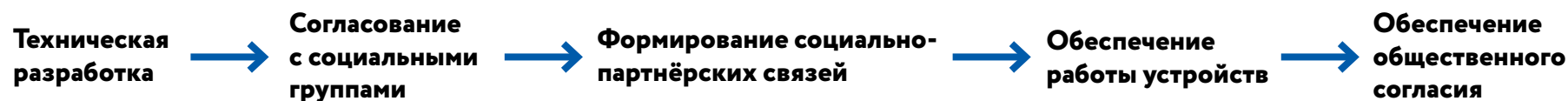
В случае моделирования в режиме деловой игры, школьники самостоятельно воспроизводят все необходимые действия по реальной разработке технологий и организацию социальной ситуации, позволяющих их внедрить и эффективно использовать (в том числе, те действия, которые в реальной практике по законодательству или по уровню компетентностей заведомо могут выполнять только взрослые) — но делают всё это в рамках заданных правил игры и общей «игровой условности».

После каждого этапа деятельности, они в режиме специально организованной рефлексии:

- описывают и схематизируют проделанную ими до этого работу;
- соотносят те способы и технологии деятельности, которые они освоили и воспроизвели или придумали самостоятельно, с ситуациями реальной работы в соответствующих профессиональных сферах и рабочих позициях;
- определяют и описывают условия, при которых смогут воспроизвести те же самые технологии и способы деятельности в реальной производственной или управленческой ситуации; в конечном итоге;
- фиксируют, насколько они бы хотели в своей реальной будущей профессиональной деятельности занимать позицию и осуществлять деятельность, сходные с теми, которые были смоделированы в ходе игры, и почему;
- фиксируют, что они поняли и чему научились в ходе игры, безотносительно воспроизведения деятельности, смоделированной в ней, в своей реальной профессиональной практике.

В случае моделирования в режиме деловой игры, педагог выступает в качестве организатора этой игры (в ряде ситуаций, возможно, и разработчика или, по крайней мере, корректировщика изначальных разработок в соответствии с интересами и возможностями школьников) и одновременно в качестве наставника школьников в ходе выполнения ими игровых заданий инженерного или социального характера, тьютора при оформлении полученных ими знаний и представлений, источника точных знаний (лектора или консультанта) в случае, когда оказывается нужным восполнить познавательный дефицит.

4.1 РЕАЛИЗАЦИЯ РАБОТ. РЕАЛЬНЫЙ ПРОЕКТ



Логика реализации реального проекта (обобщённо):

1. На основе тех коопераций и распределения ответственности, которые были определены при разработке базового проекта, на предыдущем шаге, формируется команда, понимаемая как группа людей, совместно осуществляющих поэтапную долговременную деятельность, обеспечивающую конкретный предметный результат, и для этого, с одной стороны, распределяющие функции между собой, а с другой стороны, выстраивающие постоянное воспроизводящееся взаимодействие, при котором, функции взаимно связываются и обеспечивают необходимый заданный результат. Командообразование организует педагог, используя:

- стандартные упражнения по соорганизации, взаимочувствованию, способам синхронизированного воздействия на единый объект для достижения единого общего результата (некоторые из них описаны в Приложении);
- ситуационные задачи, предполагающие необходимость взаимодействия и соорганизации, прежде всего, воспроизводящие те реальные задачи, которые школьникам предстоит дальше совместно решить в ходе реализации проекта, которые точно потребуют распределения функций, постоянного согласования действий, постоянного понимания ситуации деятельности у товарища и корректировки своей собственной деятельности в соответствии с этим.

2. Школьники разрабатывают базовую технологическую идею, решающую остро актуальную социальную проблему – или технологическую программу внедрения/распространения уже имеющейся разработки, которая ранее не получала хода по каким-то социальным причинам.

3. Одновременно с предыдущим. – Школьники, при наставническом сопровождении педагога и при выполнении им ряда прямых менеджерских функций по запросу школьников, устанавливают первоначальные контакты и партнёрские отношения с теми социальными субъектами (представителями местной власти, организованной общественности, предпринимателей), которые наиболее заинтересованы во внедрении разработки – в качестве благополучателей, в качестве потенциально «потерпевших» от этого внедрения, в качестве интересантов, могущих получить косвенную пользу или косвенные потери от внедрения. В ходе переговоров, уже описывается базовая модель технологической разработки, общий план её внедрения, возможность корректировки технико-технологической модели или механизмов её практического использования,

однако, конкретная технологическая карта пока не представляется, поскольку, школьники её ещё не выработали (даже если педагог в целом представляет, как в итоге будут выглядеть разработка и процесс её внедрения). В результате, заключаются первоначальные договорённости, закреплённые знаково-символическим способом (не обязательно юридически), в которых, социальные партнёры обещают содействие внедрению разработки (в ряде случаев, при отчётливой мотивированной заинтересованности – и содействие её проведению и созданию). В данном случае, важны как мотивационные результаты данного шага, и результаты, связанные с получением важного личного опыта, так и непосредственно-практические результаты, позволяющие ожидать конкретной, предметной, параметризованной, обусловленной договорённостями помощи при создании устройств в материальном виде и, особенно, при их внедрении.

4. Школьники конструируют конкретные технико-технологические объекты и системы, при наставническом сопровождении педагога и привлекаемых им специалистов (а также, возможно, специалистов, привлечённых школьниками в ходе предшествовавших переговоров с потенциальными партнёрами).

5. Одновременно с предыдущим. – Школьники, при наставническом сопровождении, осуществляемым как самим педагогом, так и привлечёнными им специалистами (в том числе, журналистами, дизайнерами, PR-менеджерами), готовят и проводят предварительную информационную кампанию, позиционирующую создаваемое изобретение для заинтересованных социальных групп. Эта работа осуществляется в тех формах, которые школьники объективно, в силу возраста и компетенций, могут обеспечить. Но при этом важно, чтобы используемые формы могли оказать действительно значимое воздействие на мнение конкретных выбранных референтных социальных групп, например, дворовые мероприятия – для родителей маленьких детей и пенсионеров; плакаты и стенгазеты – для пользователей общественного транспорта, подолгу стоящих на остановке, и т.д. .

Задачей этой кампании должна быть психолого-эмоциональная подготовка целевых групп к внедрению технической новации:

- а) создание интереса к новации;
- б) создание представлений о выгоде новации для себя;
- в) побуждение ожидать внедрения новации если не как способа удовлетворения своих непосредственных интересов, то как субъективно интересного нового компонента реальности.

Результатом кампании должны быть: а) готовность референтных социальных групп к появлению новации, превентивное снятие «шока будущего», по Э. Тоффлеру, способность сразу после появления новации идентифицировать её и опознать главные свойства; б) заведомое положительное или, по крайней мере, заинтересованное отношение референтных групп к новации.

6. Одновременно с предыдущим – разработка **конкретных** мер по продвижению и внедрению технического решения, когда оно уже будет готово. Результатом здесь должны быть конкретные социальные или управленческие технологии, полностью адаптированные и подготовленные к реализации в конкретной заданной ситуации, связанные с внедрением новации и использованием результатов её функционирования. Фактически, этот этап аналогичен этапу 4, только в данном случае, разрабатывается не инженерная, а социальная технология, адаптированная для использования «здесь и сейчас».

Спектр разрабатываемых социальных технологий может быть достаточно широким и зависеть от исходных условий и требований инженерно-социальной задачи: от грамотного сочетания нормативных требований к использованию изобретения в конкретном месте с конкретными целями, до создания системы совместного использования гражданами внедрённой новации в масштабе микрорайона или небольшого поселения (например, совместное использование мини-ГЭС для электроснабжения жилищ и совместное несение расходов по содержанию и эксплуатации этих мини-ГЭС; совместное обеспечение работы высокотехнологичной теплицы, в которой все жители данной улицы выращивают для себя зимой овощи, и т.п.).

Как и при разработке конкретных инженерно-технических решений, конструкторская работа школьников ведётся в режиме, описанном в технологии «Инженерно-практические задачи», с использованием соответствующих приёмов и форм организации самостоятельной изобретательской и конструкторской деятельности, только перенесённых с технических объектов на социальные отношения и взаимодействия, с сохранением основной логики организации этого взаимодействия. Школьники действуют самостоятельно, в соответствии с заранее разработанными и утверждёнными планами, определяющими как прямые разработческие действия, так и способы командного взаимодействия и координации. Педагог включается в работу только:

- на промежуточных этапах разработки, для экспертизы промежуточных результатов, формирования замечаний и рекомендаций к доработке, обсуждения способов компенсации проявившихся дефицитов;
- когда в ходе текущей работы педагог понимает, что школьники допускают такие ошибки, которые либо в принципе не позволят им разработать успешные решения, либо затруднят и задержат работу.

Во втором случае, вмешательство педагога, как и в предыдущем случае, организуется в режиме эмоционально ненавязчивой, но при этом майевтически организованной беседы относительно оснований для тех или иных решений школьников и для общего реализуемого ими способа деятельности. Беседа должна быть логически организована так, чтобы школьники самостоятельно зафиксировали предпринятые ими неверные ходы как неверные, и либо начали обсуждать альтернативные варианты, либо сформулировали для педагога запрос на консультацию, которая дала бы возможность найти продуктивные аналоги.

7. Непосредственное внедрение школьниками наработок, согласно заранее разработанным пла-

нам и на основе подобранных и освоенных либо разработанных технологий. Конкретные планы и технологии и, соответственно, конкретный порядок действий школьников, основные формы их действий определяются характером изначальных задач и, соответственно, характером и содержанием последующих проделанных разработок.

Базовые варианты (список заведомо не исчерпывающий):

- запуск работы устройства и выстраивание конкретных механизмов того, как конкретные люди могут воспользоваться создаваемыми им благами (например, построение мнни-ГЭС);
- организация значительной группы социально-экономических субъектов, заинтересованных в изобретении, которые смогли бы обеспечивать его конкретную реализацию, внедрение и использование (например, «коллективная теплица»);
- распространение изобретений и разработок, повышающих качество жизни людей, в том числе, проведение занятий, обучающих большие группы людей использованию разработанных технических устройств (например, тренинги по правильному и безопасному использованию «умной» техники);
- внедрение конкретного устройства на конкретном, соответствующем ему производстве/инфраструктурном объекте и снижение издержек за счёт этого внедрения.

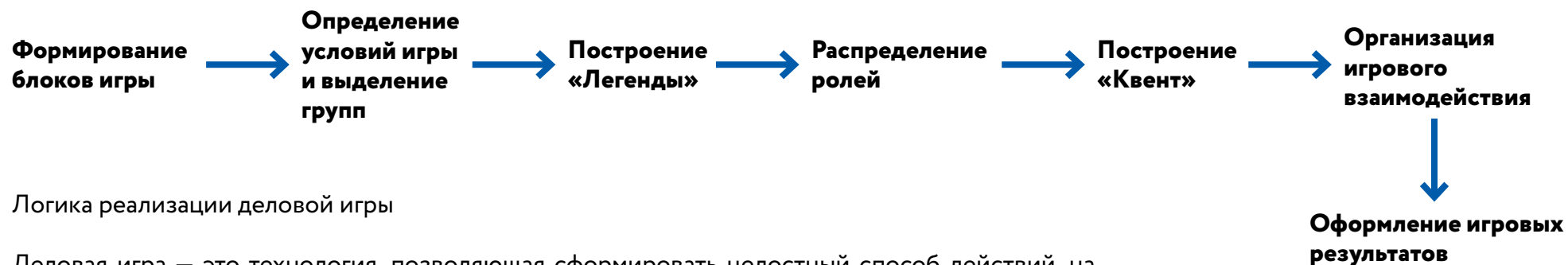
Педагог на данном этапе выступает либо в качестве супервайзера, оценивающего эффективность внедрения и периодически дающего обратную связь; либо, в случае крайней необходимости, соучастника, вмешивающегося и исправляющего такие положения дел, на рефлексию и исправление которых, у школьников не хватило бы времени, и сохранение которых, привело бы к необратимо негативным последствиям для проекта.

8. Одновременно – массовое позиционирование разработанных и внедряемых технологий, в форме презентаций, праздников и подобных массовых информационно-воздействующих мероприятий. Все эти мероприятия разрабатывают и проводят сами школьники.

Как и на предыдущих этапах, педагог участвует в разработке базового (стартового) решения, в итоге проводит его экспертизу и в конечном итоге утверждает. После этого педагог:

- либо выполняет конкретную рабочую функцию в реализации проекта, определённую для него изначальным планом (одновременно, организуя консультации и рефлексию в ходе ситуативных коммуникаций с конкретными школьниками и группами школьников);
- либо вмешивается в работу и корректирует её, насколько возможно, ненавязчиво, с использованием техник, позволяющих самим школьникам осознать ошибочность их планов и выстроить альтернативы для них.

4.2 ДЕЛОВАЯ ИГРА



Деловая игра – это технология, позволяющая сформировать целостный способ действий, на основе конкретных компетенций или способов действия. Её основное содержание – моделирование практических продуктивных действий в той или иной сфере, или же – моделирование определённого типа управленческой соорганизации, соответствующему определённому классу практических (в том числе, производственных) задач.

Возможные варианты назначения деловой игры:

- подготовка рабочего (в том числе, «учебно-рабочего») коллектива к осуществлению предстоящего комплекса действий, прежде всего, на уровне базовых установок и способов действия;
- подготовка отдельных учеников (школьников и «взрослых») к успешной работе в той или иной позиции при решении рабочих задач заданного типа, без выстраивания соорганизации с другими членами учебной группы (образовательного коллектива);
- формирование у отдельных учеников конкретных значимых компетентностей или деятельностно применимых знаний, оптимально формируемых в той деятельности, которая моделируется деловой игрой, но безотносительно возможного дальнейшего применения именно в данной деятельности;
- формирование команд школьников, ориентированных на такой тип соорганизации и внутренней взаимной поддержки, который в наибольшей степени соответствует деятельности и ситуации, моделируемым в рамках деловой игры, притом, не предназначенных для работы в рамках именно данной деятельности.

Как можно было понять из предыдущего описания, в основе деловой игры лежит точное, параметризованное системное воспроизведение реальной деятельностной ситуации, происходящей в большом масштабе и охватывающей большое количество людей, и пусть воспроизводимое в малом масштабе за счёт специально созданной системы условностей, но воссоздающее полный комплекс обстоятельств, с которыми приходится иметь дело инженерам и управленцам, работающим в «реальной ситуации», в том числе, те взаимно обуславливающие связи между

основными компонентами ситуации, которые обуславливают её характер, успех или не успех инженерных решений и управляющих воздействий. Участвуя в игре, школьники как бы оказываются в роли лиц, полномочных принимать решения в значительных масштабах, и сформулированные ими решения и «отданные приказы», за счёт методов организации деловой игры, производят, хоть и в имитационном режиме, последствия, аналогичные тем, которые бы последовали за решениями, принятыми реально уполномоченными высокопоставленными лицами.

Педагог в рамках деловой игры должен выполнять ту функцию, которую в реальной производственной или социально-управленческой ситуации выполняют объективные обстоятельства, которые невозможно полноценно воссоздать за счёт моделирования взаимодействия различных групп школьников. Эту функцию он может выполнять по-разному:

- в режиме «действия из-за кулис», когда педагог в качестве руководителя деловой игры моделирует всю целостность объективных обстоятельств: находится за пределами игрового пространства, принимает решения игроков в виде заявок и отправляет игрокам решения, которые носят имеют непреложный характер и должны восприниматься как обстоятельства, которые необходимо использовать или нейтрализовывать, но невозможно игнорировать;
- в режиме участия в игровом процессе, когда педагог занимает в рамках моделируемого социально-экономического или социально-политического взаимодействия такую позицию, которая позволяет ему, в рамках общей игровой легенды, осуществлять решающее влияние на происходящие процессы;
- в режиме комбинирования двух предыдущих вариантов.

Что является основными предметами моделирования в ходе деловой игры:

- основные структурные взаимосвязи социальной ситуации, обуславливающие основные события, значимые для внедрения предлагаемого изобретения и извлечения из него социальной пользы;
- основные социальные позиции по поводу изобретения и конкретные формы (процедуры) их реализации;
- действия институтов, обеспечивающих внедрение изобретений или, наоборот, затрудняющих такое внедрение;
- социальные взаимодействия и обусловленные ими общественные движения, способные в конечном итоге привести к внедрению перспективного изобретения в массовую практику.

Основные методы и инструменты моделирования реальности в рамках деловой игры:

1. Общая игровая «легенда»: описание: а) законов и закономерностей игрового мира; б) описание конкретных обстоятельств, сложившихся в игровом мире к началу игры. «Легенда» непреложным образом создаёт для игроков основные структурные элементы того «прошлого», из

которого только и могут исходить их представления, мотивы и конкретные действия. Ключевые свойства игрового «мира», описанные в «легенде», конкретизируются и приобретают императивное, управляющее значение в «Правилах» игры (см. ниже).

2. Правила игры, точно и однозначно прописанные, доведённые до сведения всех игроков, которые: а) обуславливают возможность или невозможность тех или иных действий; б) обуславливают поощрения или взыскания с игроков, как по факту действий того или иного типа, так и по конкретным предметным результатам данных действий; в) задают порядок моделирования тех или иных реальных событий, которые не могут сами собой возникнуть в ходе игрового моделирования, в том числе, по причине опасности для жизни и здоровья детей (например, покушение на убийство, пожар, иная техногенная катастрофа, и т.д.); г) определяют символические замены действий, которые в реальном виде невозможны или недопустимы в ходе игры, но представляют собой важную компоненту моделируемой ситуации; д) определяют разрешение спорных ситуаций, прежде всего, таких, которые связаны с истолкованием символических действий участников игры и последствий этих действий.

3. Индивидуальные и групповые задания («квенты»), которые конкретные участники или группы участников, в соответствии с правилами, должны выполнить в ходе игры, невыполнение которых равнозначно «проигрышу». В основе каждой «квенты» лежит конкретная предметизованная задача, которую игроку, в соответствии с его личной игровой «легендой», принципиально важно выполнить. Однако, важно так подобрать эту задачу и так выстроить сопутствующие ей требования к персонажу, излагаемые в квенте, чтобы школьник, решая свою «личную» задачу, смог освоить ту социальную позицию, исходя из которой он эту задачу решал, и соотнести её с той социальной позицией, которую он лично хотел бы занять в реальности. Для моделирования социальных взаимодействий и сцеплений, продуктивно вводить в «квенту» одного игрока заведомую необходимость взаимодействия с другим, представляющим другую социальную группу, связанную с группой первого игрока объективной необходимостью взаимодействия, в соответствии с реальными социальными закономерностями; эта необходимость должна обуславливаться предысторией персонажей, отражённой в квенте, а также их базовыми «личными» задачами, которые в смоделированной ситуации будет просто невозможно выполнить без взаимодействия с представителем иной социальной позиции.

4. Специальное целевое вмешательство педагога – ведущего игры, с использованием тех возможностей, которые задаются его игровой позицией («демиурга», действующего «из-за кулис» или одного из игровых персонажей, наделённого, в силу объективированных особенностей положения в игровом мире, особыми возможностями).

5. Особое распределение возможностей («сил»), которыми наделены разные позиционеры игры и которые соответствуют возможностям соответствующих социальных групп в той реальной ситуации, которая моделируется, а также — правила, согласно которым, количество «силы» у конкретного позиционера может увеличиться или уменьшиться. Имеет смысл вводить «силы» трёх видов, аналогичные реальным способам влияния человека или социальной группы на происходящие события:

- властные полномочия или возможность их мобилизовать посредством личных связей;
- экономические возможности: наличие финансовых средств или возможности их привлечь, в том числе, в виде эмитентов;
- возможность морального, нравственного влияния на большие группы людей, подтверждённая предыдущими публичными действиями игрока в занятой игровой позиции и соответствующей роли (для точного воспроизведения этого объективного социокультурного феномена, принципиально, чтобы «карты силы» данного типа игрок мог получать только от других игроков и только по итогам его публичного самопроявления).

В зависимости от конкретного сюжета и материала игры, необходимо выстраивать различные системы соотношений значимости для разных типов «карт силы» и конвертации одних карт в другие.

Порядок получения игроками «карт силы» разных типов определяется правилами игры и соотносится с объективными обстоятельствами, при которых люди в современном мире получают влияние того или иного типа (например, «карты власти» выдаются за заслуги, связанные с системой управления, скорее всего, ведущим игры; «карты экономических возможностей» приобретаются в зависимости от успехов в экономической игре; «карты морального влияния», как уже было сказано, выдаются всеми желающими игроками, которые испытали доверие к данному игроку в процессе какого-либо публичного действия, организованного им).

Педагогическое конструирование деловой игры предполагает следующие блоки деятельности:

1. Выделение и оформление основных структурных взаимосвязей моделируемой социальной ситуации, критичных для внедрения изобретения, его продуктивного использования и капитализации — определяющих собой общую возможность или невозможность внедрения перспективной технологии, возможность или невозможность её капитализации и в целом её использования отдельными людьми и социальными группами для решения своих задач. Именно эти взаимосвязи станут основным предметом для максимально точного имитирования и моделирования в ходе игры — за счёт описанных выше техник (прежде всего — за счёт сочетания и координация индивидуальных «квент» и правильного расчёта количества выдаваемых «карт влияния» и их совокупного значения).

2. Выстраивание таких блоков игры — заранее заданных условий взаимодействия между игровыми позиционерами, в виде индивидуалов или группировок — которые заведомо смогут реализовать моделируемые объективные взаимосвязи. Конкретный набор данных блоков игры зависит от выбранного сюжета, но некоторые можно обозначить как инвариантные, правда, наполняющиеся новым конкретным содержанием в каждом новом случае:

- основные благополучатели — представители бизнеса, государственного управления, организованной общественности;
- инженерно-изобретательские группы, которые работают по прямым заказам основных благополучателей;
- инженерно-изобретательские группы, которые работают в режиме «свободного поиска», ситуативно сотрудничая с благополучателями;
- хозяйственно-экономические группы, конкурирующие с основными благополучателями и склонные препятствовать внедрению выбранных ими новаций;
- хозяйственно-экономические группы, склонные использовать иные, чем у благополучателей, в том числе, более «традиционные» технико-технологические решения;
- социальные группы, не являющиеся прямыми благополучателями от внедрения и работы технико-технологической разработки, но по каким-либо причинам заинтересованные в поддержке её распространения;
- социальные группы, могущие понести значительные потери от внедрения технико-технологической новации.

Для каждой группы разрабатывается как своя общая, коллективная, групповая квента (см. выше), так и структура позиций внутри группы, позволяющая выстроить динамику общегрупповой позиции и управлять ею.

3. Построение конкретной «легенды» игры, обуславливающей не только объективные свойства и проявления смоделированного «мира», но и его импульсы, делающие некоторые действия не просто «возможными», но и необходимыми для игроков;

4. Распределение ролей между игроками. Эта процедура может основываться как на принятии игроками квест, изначально разработанных педагогами и в наибольшей степени соответствующих личным интересам и склонностям каждого конкретного игрока, так и на самостоятельной разработке игроками квест в процессе постоянных консультаций с педагогом по этому поводу. Главным принципом распределения является либо максимальное соответствие предлагаемой роли задачам и перспективам компетентностного и деятельностного развития ланного ученика, либо возможность прохождения учеником через максимально острые деятельностные ситуации, которые позволят актуализировать для него личностно-деятельностное самоопределение и ускорить его. В связи с этим, распределение ролей может быть организовано как процесс лич-

ностного выбора, консультационно поддерживаемый педагогом — и как «авторитарное» распределение ролей ведущим игры, сопровождаемое, однако, комментариями относительно ответственности каждой роли актуальной ситуации ученика и обсуждением индивидуальных задач развития учеников в рамках реализации каждой из ролей.

5. Построение «квент» для каждого игрока. Основная логика этого шага соответствует логике предыдущего шага: реализуя свою квенту, каждый школьник должен либо максимально осуществить собственные интересы и установки, либо деятельностным образом опробовать интересы и установки, лично ему не близкие, но могущие расширить круг его возможностей. Дополнительными и очень значимыми аспектами этого шага является: а) обеспечение активной продуктивно-субъектной деятельности школьников в ходе игрового моделирования; б) организация заведомых взаимодействий и продуктивных конфликтов, соответствующих реальным типичным взаимодействиям и конфликтам, возникающим в ходе соответствующей деятельности; в) обеспечение необходимой динамики игрового процесса, соответствующей по своей структуре реальной социальной динамике внедрения соответствующей инженерно-технической новации.

6 Организации игрового взаимодействия. Обеспечивается объяснением участникам правил и грамотно выстроенной мотивацией их соблюдения.

Основным механизмом организации игрового взаимодействия, заложенным одновременно в правилах игры и в индивидуальных/групповых квентах, является так называемая «шестерёнка ролей». Это понятие предполагает, что условия, заложенные в квенте каждого игрока, должны, так или иначе, требовать активного воздействия на других игроков (не менее, чем на 3): в плане создания условий для реализации ими своих целей и интересов; в плане критически значимого соучастия в реализации ими своих целей; в плане критически значимого противодействия реализации ими своих целей и интересов; в плане аккумуляции ресурсов, использование которых, окажется критически значимым для успеха той или иной стороны.

7. Влияние педагога на игровое взаимодействие: осуществляется в соответствии с ранее описанными подходами или различными моделями их комбинирования. Осуществляется в следующих ситуациях: а) либо школьники откровенно не удерживают правила игры и нарушают их; б) либо ситуация игрового взаимодействия развивается так, что изначальные правила уже не могут её в достаточной мере регулировать.

8. Оформление игровых результатов: проводится либо: а) в рамках самой игры и её сюжета, в этом случае педагог действует, исходя из условий своей собственной игровой позиции и фиксирует, насколько игровые действия школьников позволили решить поставленную инженерно-технологическую задачу, и в рамках игры определить поощрения для участников; б) либо

в рамках рефлексивно-аналитического обсуждения, отстранённого от игры и позволяющего определить, удалось или не удалось в ходе игры достичь изначально поставленных целей, и если да, какие именно процедуры и комбинации операций обусловили этот успех, какие формы организации собственной активности и мобилизации компетенций позволили осуществить данные процедуры.

Основные этапы типовой игры, обеспечивающей решение инженерно-социальной задачи:

- Формирование основных групп игроков, обеспечение их внутренней соорганизации, определение их отношений с союзниками и оппонентами; формирование сети взаимоотношений между основными рабочими группами и представителями «объективно-существующих институтов», моделируемых педагогом-ведущим или командой педагогов;
- разработка школьниками инженерно-технологических решений в соответствии с условиями инженерно-социальной задачи; поиск средств для реализации разработанных ими решений в рамках игровой условности (фактически — установление коммуникаций с иными субъектами игры, по условиям, обладающими необходимыми ресурсами);
- социальное внедрение разработанного решения, в рамках игровой условности и с опорой на ранее выстроенных «социальных связей» в рамках игры;
- моделирование социальных процессов, запущенных или трансформировавшихся в результате внедрения изобретения в игровой «социум», в том числе, разыгрывание массово-презентационных мероприятий, аналогичных «реальным», описанным в технологии «пробных проектов», но соразмерным по масштабу моделируемым событиям.

Парадоксы – это явления и ситуации, которые существуют (или могут существовать) в реальности, но не имеют логического объяснения.

Парадоксальные задачи направлены на то, чтобы дать необъяснимому явлению/ситуации логическое и обоснованное объяснение.

Инженерно-технические парадоксальные задачи

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ ДЛЯ НАСТАВНИКОВ
АПРЕЛЬ 2017, МОСКВА



Характеристика, назначение и примеры заданий

ХАРАКТЕРИСТИКА ЗАДАНИЙ

Основная деятельность:

- порождение учениками базовой идеи будущего изобретения/открытия;
- выявление учениками объективной возможности такого изобретения, незаметной с точки зрения общепринятых взглядов;
- логическое объяснение (реконструкция) уже состоявшихся изобретений/открытий.

Задания позволяют:

- вывести школьников за пределы привычного круга представлений;
- показать сложность устройства мира (в том числе мира современной техники);
- освоить мыслительные приёмы и техники в логике работы «невозможное возможно»

Открытые задачи этого вида в основном строятся по следующей схеме:

«Придумать (описать) объект с заданными свойствами А, Б, В, и т.д., в котором заведомо реализуются функции либо существуют явления типа анти-А, анти-Б, анти-В, и т.д.»

Пример: придумать конструкцию, которая тяжелее воздуха (свойство А), но летает (анти-А).

Ответ: самолёт.

Такого рода задания ориентированы на то, чтобы сделать мыслительный вызов ученикам, заинтриговать или «взять на слабо». Начало решения побуждает поисково-исследовательскую деятельность, направленную на оформление представлений о том, что наши знания о мире и его свойствах могут быть не полны. Ход решения данных задач позволяет преодолеть натуралистические и поверхностные представления об устройстве природы.

Изначально в задачах такого типа в качестве объекта, который предлагается придумать и описать, использовался «мир» как целостная природно-человеческая, «естественная» система и пространство для жизнедеятельности. Однако для работы с научно-техническим творчеством объектом стоит делать какое-либо не существующее, но очень нужное техническое устройство или технологическую систему.

Инженерно-теоретические парадоксальные задачи продуктивно использовать для:

- пробуждения и активизации исследовательского и конструкторского интереса школьников.
- преодоления школьниками мировоззренческих стереотипов, формирования критико-аналитического типа мышления.
- появления творческих идей, которые затем могут быть оформлены в строго реалистические программы научных изысканий или инженерно-технических разработок.

НАЗНАЧЕНИЕ ЗАДАНИЙ

Парадоксальные инженерно-технические задачи направлены, прежде всего, на формирование «мягких умений» (SoftSkills), связанных с организацией продуктивного мышления и участием в соответствующих коммуникациях. Технические умения при работе с такими задачами факультативны, связаны, прежде всего, с визуализацией собственных идей и логики рассуждения.

1. Преодоление стереотипов мышления:

– Убеждения в том, что возможно лишь то, что известно; ограниченность круга возможных идей и решений повседневным опытом и набором уже освоенных школьных знаний. У современного школьника этот стереотип выражается не только в «комплексе отличника», уверенности, что «верно то и только то, что написано в учебнике или сказал учитель», но и в опоре на авторитет определённых сетевых сообществ, без поиска альтернативных взглядов.

– Убеждения в том, что всё уже придумано и сконструировано, осталось это освоить и применить, может быть, даже не вдаваясь в детали того, как данные конструкции устроены и для чего они нужны. У современного подростка это особенно проявляется в отношении к цифровым устройствам, в которые заложены элементы искусственного интеллекта (голосовые поисковые системы) и сложные алгоритмы обработки изображений (цифровая коррекция фотоснимков)

2. Формирование поисковых форм мышления:

– Умения выделять разрывы и противоречия в существующем рассуждении, различать известное и неизвестное, и превращать фиксацию незнания в конструктивные вопросы, определяющие варианты поиска, в том числе за счёт собственного конструирования версий ответов. Это умение — одна из составляющих критического мышления.

– Умения рассуждать без образца, опираясь лишь на универсальные знания (законы природы, очевидная логика), использовать ассоциации и дальние аналогии как источник для синтеза новых идей, которые затем могут быть строго обоснованы и проверены, свободно переходить от образа к рассуждению и обратно. Это умение — одна из составляющих креативного мышления.

3. Личностные установки, обеспечивающие готовность к поисковому мышлению:

преодоление страха выхода из зоны комфорта; умение восстанавливаться;
эффективная деятельность в условиях стресса; гармоничное развитие интеллекта.

Примеры заданий:

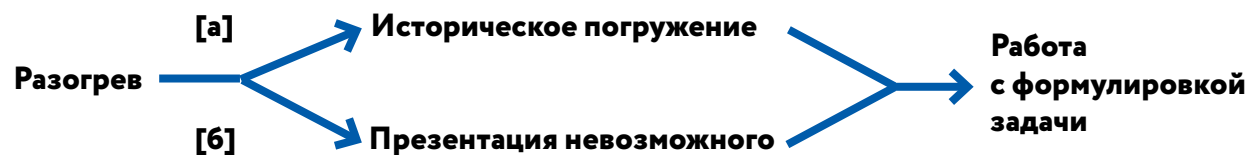
- Разработать систему генерирования электроэнергии, которая бы основывалась на нерегулярных стихийных природных явлениях (таких, как ветер, прилив, солнечный свет), но при этом обеспечивала заведомое и постоянное получение электричества.
- Придумать механическое транспортное средство, работающее «на подножном корму», то есть способное использовать разные ресурсы внешней среды в качестве источника энергии.

(Примеры соответствуют направлению «Energy Quantum»)

Алгоритм действий



1 ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ



Разогрев. Если ученики ещё не сталкивались с подобной формой задания, уместно совершить предварительный интеллектуальный и эмоциональный разогрев, в одной из следующих форм.

[a] Историческое погружение. Предварительное знакомство школьников с историей великих технологических прорывов, осуществляющихся за счёт преодоления стереотипов и общего убеждения в том, что поставленную задачу решить невозможно.

Если такое предварительное знакомство не состоялось, на первом занятии можно использовать документальные фильмы, нарезки художественных фильмов о жизни изобретателей, слайд-шоу по одной или нескольким темам:

- создание и первые применения паровой машины (первого устройства, позволяющего технике не зависеть от природных сил, мускульной силы животных или человека);
- создание летательных аппаратов тяжелее воздуха и обоснование принципов их полёта;
- создание и использование генераторов электрического тока;
- обоснование возможности и создание космической ракеты.

После демонстрации необходимо общее обсуждение с ответами на вопросы:

- что мешало людям найти такое решение раньше (обсуждение мысленных ограничений и стереотипов, с вынесением их на доску);
- что могло подтолкнуть изобретателя к решению (выделение продуктивных аналогий, выделение существенного в продуктивных аналогиях, с вынесением на доску).

[6] Презентация невозможного. Демонстрация необычных природных и физических явлений на экспериментальной базе кванториума с предложением объяснить их на основе известных законов природы или определить, какие возможные закономерности, зависимости и связи, позволяющие объяснить эти явления, сейчас ученикам непонятны.

Объяснения должны быть вынесены на доску. Если их несколько, и не все верны с научной точки зрения, для такой формы работы это не является критичным: важно, чтобы школьники вошли во вкус самостоятельного поиска объяснения и на собственном опыте убедились, что невозможное возможно.

Важно! В ходе обсуждения возможных объяснений педагог должен воздерживаться от оценок. Он может задавать уточняющие вопросы, напоминать, что заведомо должно быть известно школьникам из школьной программы.

Работа с формулировкой задачи. Переход к формулировке задачи может быть, в зависимости от возраста и настроения аудитории на «игровую» или «серьезную» коммуникацию, выстроен либо как предложение поиграть в великих изобретателей, либо реально поработать над загадкой, над которой сейчас работают лучшие умы человечества.

Сама формулировка задачи должна быть одновременно распечатана (по количеству участников), выведена на слайд и озвучена, с максимальной расстановкой смысловых акцентов.

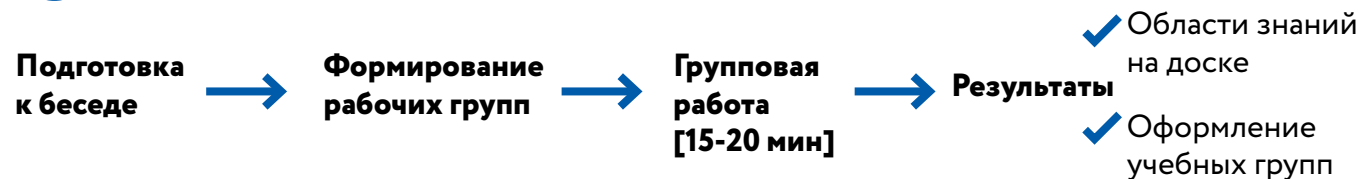
Важно, чтобы школьники сами смогли построить свои версии того, почему такая задача не может быть решена.

Оптимальной формой для этого является не фронтальное обсуждение, а небольшая по времени (15-20 минут) работа по группам, с выдвижением, совместным обсуждением и оформлением на доске версии от каждой из групп.

После этого уместен переход к следующему этапу.



2 ВВЕДЕНИЕ В КОНТЕКСТ



Строится в форме лекции-беседы, с использованием соответствующих теме презентационных материалов.

Подготовка к беседе

Основное содержание лекции-беседы:

- что позволяет быть уверенными, что проблема может быть решена; здесь уместны аналогии из других областей науки и техники, но заведомо без прямой подсказки, с разбором одной или двух;
- откуда возникла проблема, и почему она именно сейчас становится актуальной;
- каковы объективные трудности, мешающие решить проблему;
- какие разделы знаний позволяют приблизиться к решению проблемы.

При подготовке к беседе имеет смысл составить **карту аналогий**, в которой педагог может соотнести предложенные на прошлом этапе учениками версии невозможности решения с версиями «взрослых» учёных, инженеров, экспертов, представленными в лекции. Использование карт аналогий позволит в дальнейшем инициировать у учеников углубленный интерес к конкретным учёным (по формуле «мои решения похожи на его решения = мы похожи»).

Пример карты аналогий.

Версия Володи Задумова:

«Чтобы построить город под водой и соответствующие фундаменты, необходимо сначала заморозить участок воды и прорубить в нём свободные каналы».

Культурный аналог:

Фюльжанс Мари Огюст Бьенвеню (главный инженер и создатель французского метрополитена) придумал заморозить илистую («жидкую») почву при помощи труб, подающих ледяную воду, что позволило проложить шахты метро под рекой.

Если лекция-беседа последовала сразу после постановки задачи, педагог может сам, в режиме импровизации, выстроить такое соотнесение (либо отметить, что версии школьников дополняют или обогащают «взрослые»), или — что в большинстве случаев более педагогически продуктивно — предложить школьникам самостоятельно «узнать» свои версии.

Формирование рабочих групп

Продуктивно (но не обязательно), если уже на этом этапе кто-то из участников переходит от обсуждения невозможности к собственным версиям возможного направления решения; эти версии должны быть зафиксированы, после уточняющих вопросов, а их авторы обозначены как потенциальные лидеры групп на данном этапе и на следующих этапах.

Разделение на рабочие группы может происходить по разным принципам:

- вокруг лидеров (как правило, многие версии, выдвигаемые учащимися, могут быть обобщены/сгруппированы в одну; в ситуации, когда выдвинутых версий, самих по себе не много, то ребята, предложившие их, могут выступить в качестве руководителей рабочих групп);
- заявочный принцип (предполагает, что учащиеся сами заявляют тематики групп, исходя из собственного самоопределения);
- исходя из специфики рассматриваемых версий (многие выдвигаемые версии можно отнести к тем или иным профилям. Например: экологические решения, робототехнические решения, информационные решения и т.п.);
- установленные тематики групп (педагог может самостоятельно выдвинуть версии названий групп исходя из специфики рассмотренного в ходе беседы материала).

Групповая работа и результаты

Этап завершается небольшой по времени (15-20 минут) групповой работой. На данном этапе важно, чтобы учащиеся попробовали самостоятельно организовать работу в группах. Если до этого педагог не работал с данными детьми и не ставил их в реальность групповой работы, то необходимо понаблюдать за тем, как ребята самостоятельно организуют коммуникацию и обратить внимание на следующие моменты:

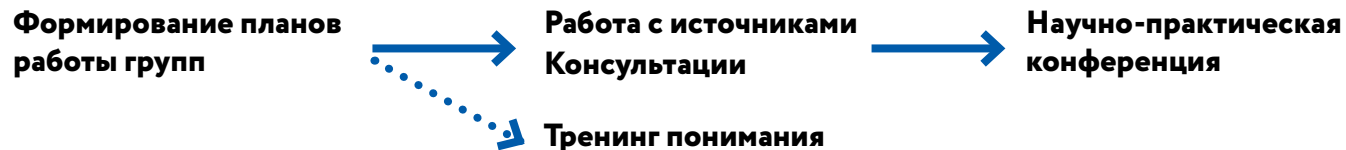
- каково поведение участников в групповой работе; кто использует более агрессивные модели поведения (навязывает ли кто-нибудь из ребят свою точку зрения; есть ли такие ребята, которые заявляют, но не отстаивают свою позицию);
- возникают ли конфликтные ситуации и наоборот – складываются ли дружеские отношения между определёнными ребятами;
- есть ли «отсиживающиеся» и попытаться вычленив причину их бездействия.

Главное – в ходе первых этапов сложить представление о моделях поведения разных детей для того, чтобы в дальнейшем понимать, с кем какой тип отношений выстраивать/иметь в первом приближении рисунок взаимоотношений учащихся.

Результат групповой работы — обозначенные на общей доске области знаний, фрагменты которых необходимо освоить для следующего продуктивного шага, и конкретные вопросы из этих областей знаний, на которые нужно ответить.

Организационный результат этапа — формирование учебных групп по разным областям знания и отдельным вопросам.

3 ОСВОЕНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА



Строится в форме самостоятельной работы учебных групп и режимов консультаций.

Сформированные учебные группы **консультируются у педагога**, составляют список источников по выбранной теме, уточняют вопросы, на которые необходимо ответить, планируют режим индивидуальной и совместной работы.

При необходимости (и при наличии возможности) в план работы могут быть включены также консультации с экспертами, в том числе дистанционные. (примеры перечней источников и возможных вопросов будут приведены на материале конкретных заданий)

Наиболее важные направления при **работе с источниками**:

- уточнение базовых понятий, знакомых по школьному курсу, и освоение новых понятий соответствующей области знания в их взаимосвязи, с составлением рабочих определений и описанием примеров применения; при необходимости – решение предметных и конструкторских задач, связанных с применением понятий;
- фиксация постулатов, тех бесспорных утверждений, на которые можно опереться при решении задачи, и обозначение тех утверждений (связанных с постановкой проблемы и обоснованием невозможности решения), которые кажутся спорными и нуждаются в дополнительной проверке;
- формулировка задачи в системе научных и инженерных понятий.

Итог данного этапа проводится в форме **научно-практической конференции** (ссылка на приложение метод.пособия **Регламенты и типовые программы детских конференций**), где каждая группа должна продемонстрировать общие выводы, полученные в результате работы с источниками, обосновать значимость и применимость данных выводов для решения общей задачи.

Если школьники впервые самостоятельно работают с источниками, в план работы включается отдельный **тренинг понимания** сложных научно-технических текстов (процедура описана отдельно/даётся ссылка на раздел метод.пособия).

4 ОФОРМЛЕНИЕ ИДЕИ



Строится в форме групповой работы. Работа проходит в целом по рабочим группам, которые формируются окончательно на старте этого этапа.

Формирование групп

Возможные варианты формирования рабочих групп:

- вокруг лидеров, заявившихся в финале обсуждения второго этапа, с совместным определением того, носители каких знаний, приобретённых на третьем этапе, необходимы для проверки предложенной лидером версии, и присоединением к лидеру участников соответствующих учебных групп;
- на основе учебных групп, если в ходе работы с источниками у групп появились свои обоснованные версии решения, с возможностью присоединиться к этим группам других участников;
- в случае невыполнения предыдущих условий, на основе свободного перемешивания участников, с соблюдением формального условия, чтобы в каждой рабочей группе оказалось не менее одного участника каждой учебной группы (как носителя определённого знания, полезного для формирования общего решения)

Шаги групповой работы:

- 1. Уточнение обозначенной версии**, на основе дополнительных полученных знаний и совместных обсуждений, либо **мозговой штурм** с последующим отбором и уточнением предложенных решений.
- 2. Обоснование версии**, её теоретической корректности, принципиальной технической работоспособности и описание условий реализации.
- 3. Подготовка аналитического доклада** с выстроенной схемой аргументации, с использованием стандартных инструментов представления формул, схем и чертежей, и визуальной презентации, демонстрирующей возможное решение в действии, с использованием стандартных инструментов визуализации и цифровой анимации.

Желательна (хотя бы в режиме временного включения) позиция модератора групповой работы.

Функции модератора:

- оптимизация коммуникации, в том числе демонстрация нормы продуктивной коммуникации в режимах мозгового штурма и поиска обоснования версии, продуктивных форм дискуссии в целом;
- определение (вместе с участниками) формы сборки группового результата именно как группового («общей доски»);
- демонстрация норм аргументации и обоснования, форм конструктивного устранения ошибок аргументации.

Нежелательно, чтобы в качестве модератора выступал педагог, ведущий программу в целом. В зависимости от организационного ресурса, модератором может выступать:

- более старший школьник или студент соответствующего профиля, владеющий нормами продуктивной предметной коммуникации;
- специально приглашённый тьютор, владеющий нормами организации продуктивной коммуникации в целом и соответствующими психолого-педагогическими квалификациями.

При необходимости проводятся отдельные учебные занятия (если школьники не прошли их в других модулях):

- форматирование сложных документов с формулами, графиками и схемами в MS Word;
- динамическая визуализация в MS PowerPoint или специализированных инструментах компьютерной анимации.



5 ФОРМИРОВАНИЕ ПРОГРАММЫ РАБОТ



Общее представление результатов предыдущего этапа проходит в форме научного симпозиума.

Основные задачи обсуждения групповых **докладов** и презентаций:

- уточнение содержания предложенной версии решения и возможного образа продукта
- совместное формирование картины дальнейших действий, связанных с превращением версии в модель

Необходимо предусмотреть участие в обсуждении внешних **экспертов** (возможно, дистанционное). Функция экспертов — формирование предложений по развитию группами своих версий, в том числе указание на перспективы развития, не очевидные самим школьникам.

По итогам **СИМПОЗИУМА** группы формируют **программу дальнейшей работы**.

Продуктивен формат свободной коммуникации между участниками разных рабочих групп, с уточнением результатов общей дискуссии, а также консультации рабочих групп с экспертами.

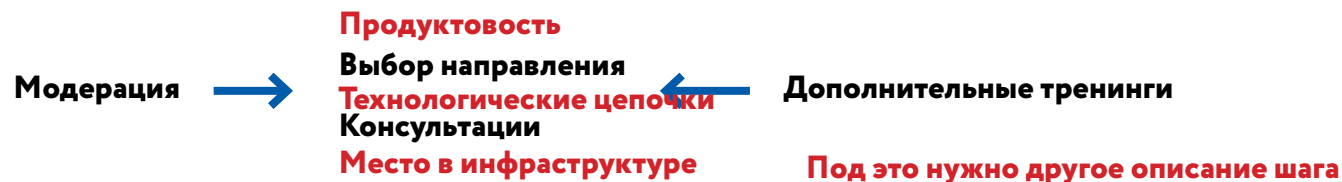
Отметим, что программа, в отличие от плана, должна предусматривать возможные трудности и варианты действий, возможность поиска дополнительных ресурсов и обращения к ним. Соответственно, программа, представленная в виде последовательности дальнейших действий рабочей группы, может предусматривать договорённости с экспертами о возможном обращении за дополнительными консультациями, в том числе по поводу существующих технических аналогов, обращения к источникам информации и организации понимания содержания этих источников.

Удобными инструментами для оформления программы работ являются **ментальные карты** (mind map). При необходимости проводятся отдельные учебные занятия (если школьники не прошли их в других модулях): формирование программы работ средствами **mind mapping**.

Представление программ работы может включать в себя уточнение деталей, взаимное согласование общих ресурсов, уточнение временных графиков.



6 ДЕТАЛИЗАЦИЯ РЕШЕНИЯ



Строится в форме групповой работы над принципиальной схемой продукта.

В соответствии с согласованной программой работ, группа формирует

- общую теоретическую схему и обоснование решения проблемы,
- принципиальную схему технического устройства, решающего проблему.

Как оговорено в программе, при необходимости группа **выбирает** одно из возможных направлений, **консультируясь** с экспертами и используя дополнительные источники информации.

Здесь также полезна позиция **модератора**, включающегося в работу группы в обозначенных программой работ точках подведения предварительных итогов.

Функции модератора на этом этапе:

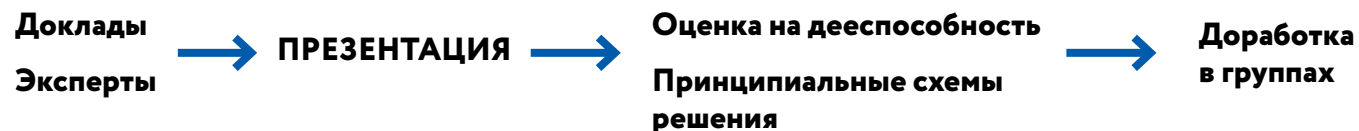
- помощь в организации эффективного взаимодействия на этапах, предполагающих самостоятельную работу;
- помощь в оформлении и фиксации отдельных результатов, в организации общей сборки результата;
- помощь в организации тайм-менеджмента, управлении личностными ресурсами.

При необходимости проводятся **дополнительные тренинги**, если школьники не прошли их в других модулях:

- управление временем;
- управление работоспособностью.

(Примеры планов и организации работ будут приведены на материале наиболее вероятных версий решения примеров заданий).

7.1 ПРЕЗЕНТАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТА (Я – ДОКЛАДЧИК)



Строится в форме докладов/презентаций.

ПРЕЗЕНТАЦИЯ может включать в себя как **доклад** с аргументацией и рабочими изображениями схемы устройства, так и визуализацию его функционирования – анимацию **принципиальной схемы**.

Приветствуется отображение особых режимов функционирования, «крайних» случаев, в том числе тех, которые могли бы наглядно демонстрировать неправоту отдельных аргументов сторонников невозможности решения.

Задача внешней **экспертной оценки** — помочь рабочим группам в **оценке дееспособности** – выделении сильных, «прорывных» сторон решения, тех классов случаев, в которых оно действительно работоспособно и эффективно, и ограничений, классов случаев, в которых решение не применимо.

В зависимости от практической значимости выделенных классов случаев, решение может быть зафиксировано как демонстрация принципиальной возможности решить задачу такого рода, либо как первый шаг разработки реального устройства.

По результатам презентации, группы отправляются на **доработку** и «шлифовку» своих решений.

7.2 ПРЕДСТАВЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ (Я – ЭКСПЕРТ)



Строится в форме групповой работы.

ПАКЕТ РЕШЕНИЙ может включать в себя:

- самостоятельно выстроенное и **оформленное представление о закономерностях** функционирования рассматриваемых природных и технико-технологических систем, о возможностях и условиях их трансформации;
Важно! в основном, этот результат имеет познавательный характер, однако, в тех случаях, когда задача оказывается связана с малоразработанным разделом науки или с актуальными проблемами более разработанных разделов, «общие представления», составленные школьниками, могут оказаться либо результатом полноценного «переоткрытия» представлений, известных узкому кругу специалистов, либо концептуальным подходом к получению принципиально новых знаний и представлений о предмете изучения
- представление о **методологии и порядке решения** поставленной научно-исследовательской или инженерно-технологической задачи, прежде всего, о принципиальном подходе к снятию базового поставленного противоречия:
 - основных учитываемых свойствах исходной ситуации и иерархии значимости этих свойств для решения познавательной или инженерно-конструкторской задачи;
 - последовательности и логике рассуждений, опытных и конструкторских действий, которые с наибольшей вероятностью смогут привести к необходимому результату
- эскиз-проект технического устройства** или технологической системы, решающей задачи, которые ранее при сходных условиях, сходными средствами, казалось невозможным решить.

8 ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ С СУДЬЯМИ

Строится в форме рефлексии.

Результаты работы имеет смысл представлять и обсуждать «внутри» самой учебной группы, в режиме рефлексивных отчётов каждого о полученных знаниях и оставшихся пробелах, с последующим сопоставлением познавательных результатов друг друга и созданием коллективной схемы, отражающей познанные и непознанные аспекты изучавшегося вопроса. Другим, не менее важным аспектом подобной рефлексии должно стать определение освоенных новых способов расширения, уточнения, конкретизации собственных знаний, а также их структурирования и превращения в основания и инструменты практической деятельности: как анализировалась парадоксальная ситуация; за счёт какой цепочки мыслительных приёмов удалось выстроить объёмную картину, в которой исходное противоречие снимается; за счёт чего удалось быстро выделить, структурировать и атрибутировать с точки зрения значимости для итогового познавательного результата.

Такую **рефлексию** лучше всего организовывать в следующем режиме:

Участники учебной группы в порядке очерёдности выступают с **докладами**, описывающими:

- а) полученные ими новые знания, в максимально систематизированном и атрибутированном (отнесённом к конкретной сфере познания или применения) виде;
- б) место, которое эти знания займут или уже заняли в системе их интересов и представлений о действительности;
- в) версии относительно того, как вообще нужно строить рассуждения и мыслительный поиск, чтобы найти решение для парадоксальной задачи.
- г) последовательности постановок вопросов, обращений к тем или иным источникам информации, собственных рассуждений, которые в результате привели к получению ранее описанных знаний и представлений;
- д) способы практического использования полученных знаний и представлений, прежде всего, их связи с инженерно-техническими разработками, интересующими данного школьника;

В ходе каждого доклада, выступающий школьник фиксирует на доске (а желательно, на 2 досках одновременно):

- а) схематизированную картину областей собственного знания и незнания (что я понял, решая данный кейс, про те ситуации, явления и закономерности, которым он посвящён, а что пока осталось непонятным и не вписывается в придуманное мной решение);
- б) последовательность собственных рассуждений, в виде блок-схемы, которые позволили ос-

мыслить условия противоречия (парадокса), лежащего в основе задачи, выстроить общую модель обстоятельств, порождающих данное противоречие, и в результате снять его за счёт выявления скрытых обстоятельств, специально разработанной дополнительной технологии или управленческого действия, и т.п.;

Учащиеся, слушающие доклад своего товарища, задают ему вопросы «на понимание»:

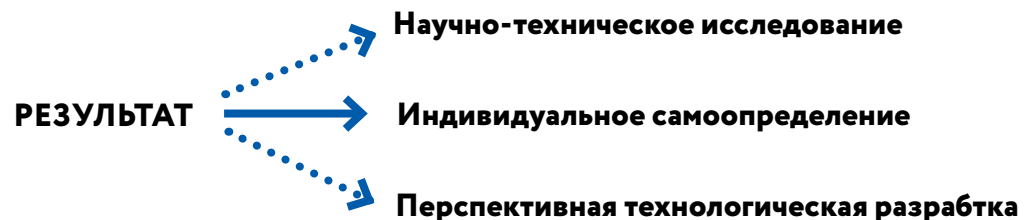
- уточняют те его тезисы, которые звучат «непонятно», или могут толковаться несколькими разными способами;
- после чего, высказываются, какие понимания докладчика относительно предмета изысканий соответствуют их собственным познавательным и проектным результатам, в чём они видят «сильные» логические решения докладчика или, наоборот, дефициты в его логике;
- удалось ли им понять по вопросу, рассматриваемому в кейсе, в рамках соответствующих научных знаний, что-то более глубокое, чем понял и описал докладчик;

После всех сделанных докладов, педагог организует общее обсуждение, по вопросам:

- а) «Как построить общую, устраивающую всех, схему получения новых знаний в ходе решения парадоксальных задач?»
- б) «Общее для всех нас полученное новое знание и общие контуры оставшегося незнания».

Результаты обсуждения фиксируются на доске; обсуждение коллективных границ знания и незнания, продуктивно организовывать в режиме совместного рисования на маркерной доске, когда все школьники могут дописать и символически дорисовать единицы своего нового знания и сохранившегося незнания, после чего, обсудить и объединить некоторые из них по смыслу, стерев старые значки и нарисовав новые, а также очертив новую границу между «знанием» и «незнанием».

9 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ШАГА РАЗВИТИЯ



Строится в форме групповой работы.

Этот этап существенно зависит от **результатов** внутренней экспертизы.

Полученный предметный результат может быть представлен как:

- результат **научно-технического исследования**, имеющий принципиальную ценность (как демонстрация возможности решения задачи); в этом случае перспективы могут быть связаны с постановкой индивидуальных и групповых исследовательских задач, поиском научных руководителей из состава экспертов, участвовавших в предыдущих этапах, включением в исследовательские модули общей программы;
- первый шаг **перспективной технологической разработки**, потенциально решающей действительно значимую проблему; в этом случае перспективы могут быть связаны с получением дополнительных, уже инженерно-технических, знаний, включением в программы поддержки научно-технического творчества.

В любом случае, важно также **индивидуальное самоопределение участника**. Оно может быть оформлено:

- как индивидуальная образовательная программа и карта необходимых образовательных ресурсов;
- аргументированный выбор следующего модуля в рамках общей программы кванториума;
- аргументированный выбор образовательного профиля и направления дальнейшей профессионализации.

Инженерно-технические парадоксальные задачи

НАСТОЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ
К УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОМУ ПОСОБИЮ ДЛЯ НАСТАВНИКОВ

ПРИМЕР ЗАПОЛНЕНИЯ



«Механическая кошка»



ЗАДАНИЕ:

Необходимо простроить самодвижущуюся механическую шагающую конструкцию, не содержащую электронных компонентов, обладающую способностью при попадании (входе) в воду самостоятельно выходить на сушу.

Возможные варианты технического исполнения устройства:

Механическая конструкция приводится в движение с помощью сил природы, либо с помощью автономного накопителя механической энергии. Конструкция имеет шагающий принцип передвижения, потому, что имитирует живое существо. Количество лап/ног может быть любым. Способ перемещения ног/лап может быть любым.

В качестве накопителя энергии может быть использован, маховик, баллон с сжатым газом, пружина, подвешенный груз.

Для приведения в движение может быть использована сила ветра или солнечное тепло.



Конструкция перемещается самостоятельно без посторонней помощи. В конструкции «существа» предусмотрены механические элементы, срабатывание которых приводит к тому, что в ситуации, когда «существо» попадает в воду, «существо» меняет направление движения и покидает воду.

Такие механизмы самоспасания могут быть построены например:

1. на принципе «памяти формы» у металлов. При попадании в воду из-за разницы температур, пластина-датчик меняет форму и приводит в действие рычаг, который переключает направление движения «существа». При выходе из воды, пластина меняет форму обратно, переводя рычаг в исходное положение. Возможны ложные срабатывания при попадании в тень.
2. С использование материала (жидкости) с большим коэффициентом теплового (объемного) расширения. (Ацетон, Этиловый эфир). Смена температуры приводит к значительному изменению объема жидкости в цилиндре, поршень переводит рычаг смены направления движения в противоположное положение. Возможны ложные срабатывания при попадании в тень.
3. Используется принцип изменения объема гигроскопичного материала, саморасширяющегося при поглощении большого количества влаги. Принцип действия механизма изменения направления движения «существа» аналогичен первому случаю. При выходе из воды влага испаряется,

материал возвращается в прежний объём, рычаг занимает исходное положение. Значительное время возврата системы в исходное положение связано с низкой скоростью испарения влаги.

4. Используется принцип изменения массы элемента уравновешенной системы, сделанного из гигроскопичного материала. При попадании в воду материал значительно увеличивает свою массу за счёт поглощённой влаги, равновесие системы нарушается. Поглощающий элемент переводит рычаг, меняющий направление движения «существа».

5. С использованием водорастворимых материалов, например, сахара. Кусок сахара устанавливается как предохранитель в механизме изменения направления движения. При попадании в воду сахар растворяется, подпружиненный рычаг меняет положение и переводит направление движения «существа» в обратную сторону. Система одноразовая.

6. С использованием капиллярной трубки. В положении «на суше» свободный конец капиллярной трубки находится в крайней нижней точке, возле поверхности земли, и свободно пропускает воздух. При попадании «существа» в воду, вода попадает в капиллярную трубку, в результате чего резко возрастает сопротивление воздухоотока в трубке, воздухооток блокируется, «клапан» перекрывается. Это приводит к аварийному сбросу давления воздуха, накопленного в воздушных резервуарах, в механизмы привода, которые в свою очередь выводят «существо» на сушу. Вода выходит из капиллярной трубки. Система возвращается в исходное положение.

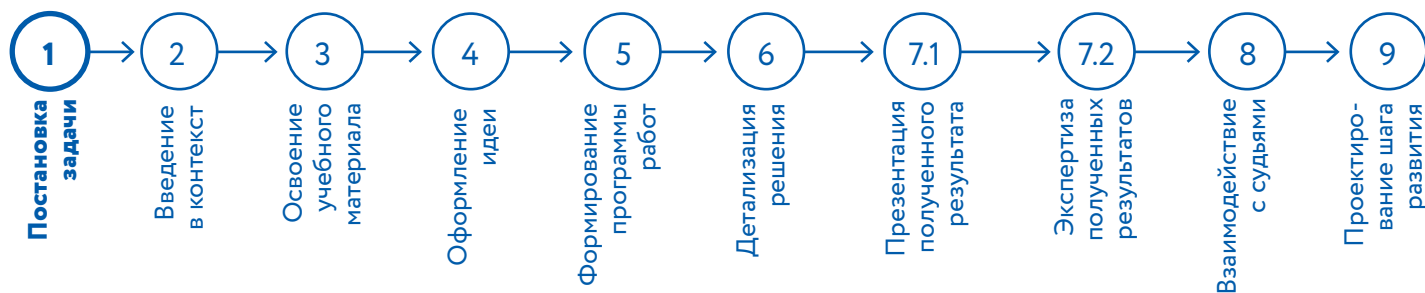
«До тех пор пока эта длина трубки остается сухой, воздух может проходить через него. Но как только трубка втянута в воду, воздух больше не может течь свободно-он заблокирован водой. Как и с щупом носа, это создает изменение давления, которое запускает механизм лыжный полюса Suspendisse, вызывая Beest к вертикальной качки себя из воды.»

Принципиальная схема

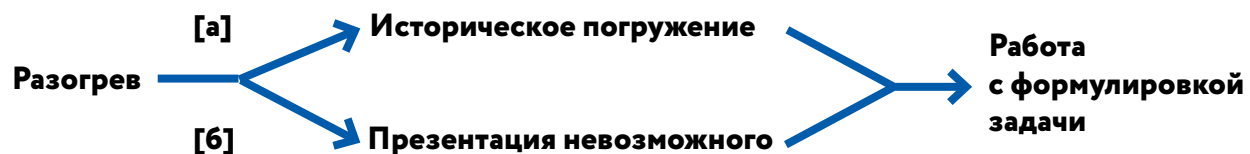


Система воздушных резервуаров и поршневые механизмы привода «существа»





1 ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ



Заполните самостоятельно

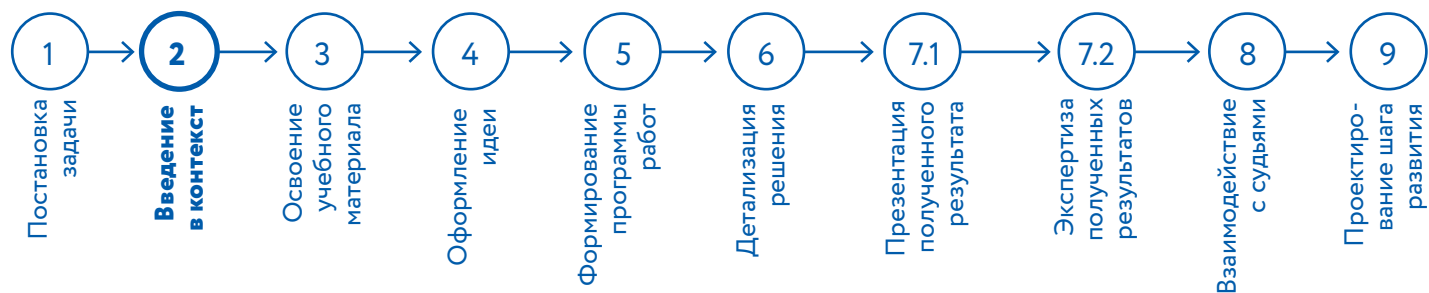
Разогрев

Историческое погружение

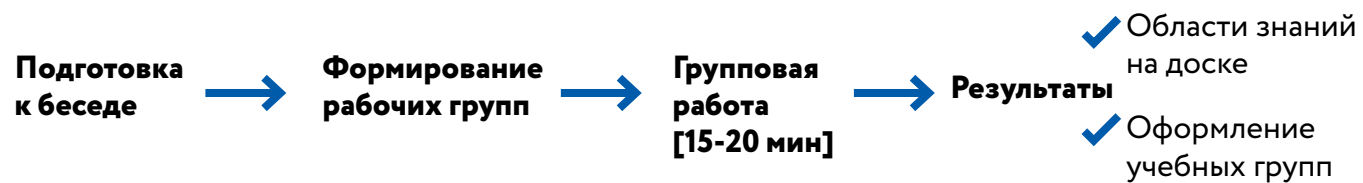
Стопоходящая машина Чебышева

Презентация невозможного

Формулировка задачи



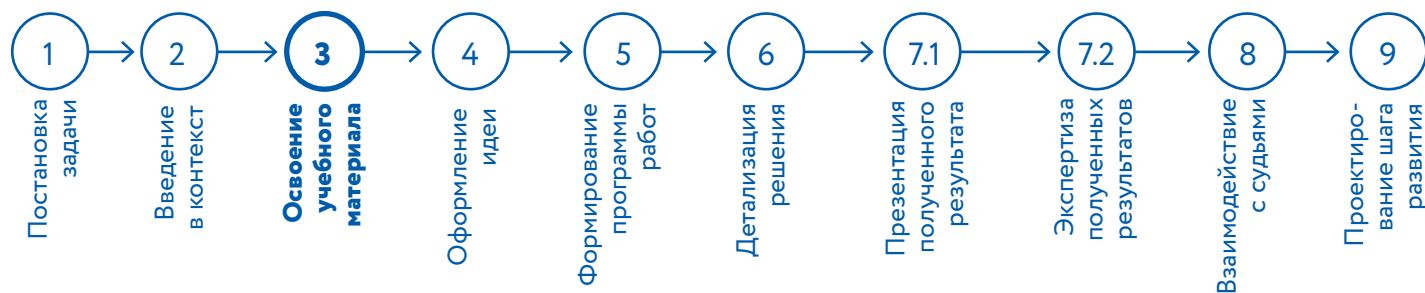
2 ВВЕДЕНИЕ В КОНТЕКСТ



Заполните самостоятельно

Карта аналогий

*Запирающее напряжение на базе транзистора,
гидравлический усилитель руля, машины голдберга*



3 ОСВОЕНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Формирование планов работы групп



**Работа с источниками
Консультации**



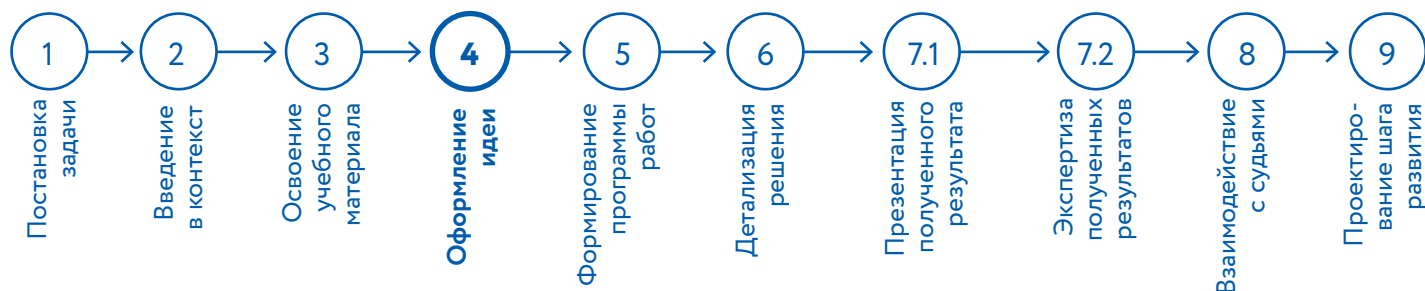
Научно-практическая конференция

Тренинг понимания

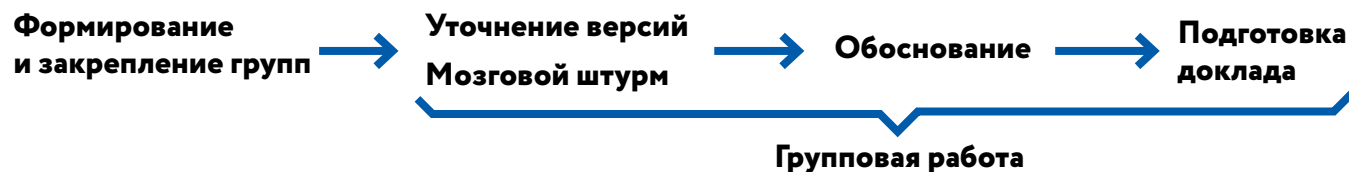
Заполните самостоятельно

Работа с литературой

*Различные механизмы способны двигаться сами,
механизмы с поворотом направления,
физические явления лежащие в основе механических триггеров*



4 ОФОРМЛЕНИЕ ИДЕИ



Заполните самостоятельно

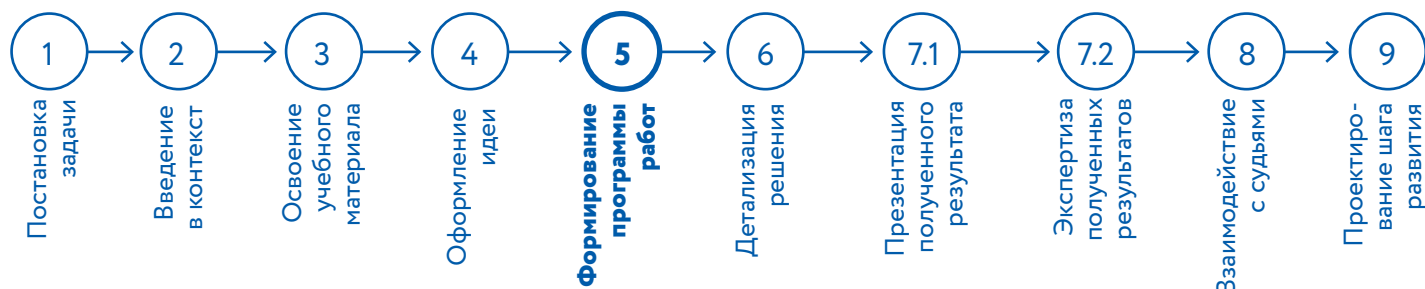
Мозговой шторм

Типы движущихся конструкций, включая приводы

Типы двигателей и запасов энергии

Типы физических явлений являющихся триггерами

(Произвольная их комбинация дает не жизнеспособные и жизнеспособные конструкции, столбцы подписаны, но заполняются самой группой преподавателей)



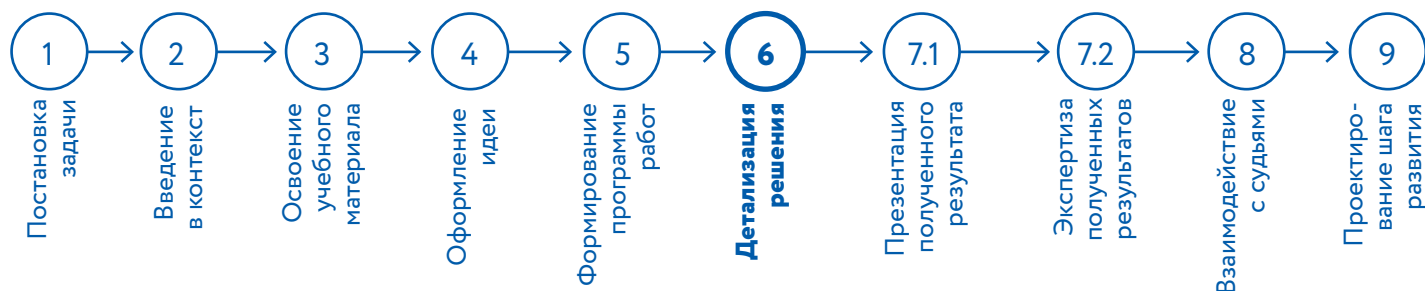
5 ФОРМИРОВАНИЕ ПРОГРАММЫ РАБОТ



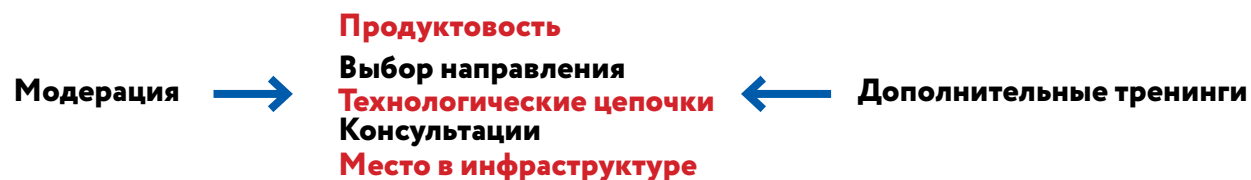
Заполните самостоятельно

Список экспертов

Последовательность действий по реализации конструкции, области знаний необходимых для этого, таймлайн (подписанные поля, но заполняются преподавателями, это нельзя совсем уже разжевывать, иначе не поймут принципа)



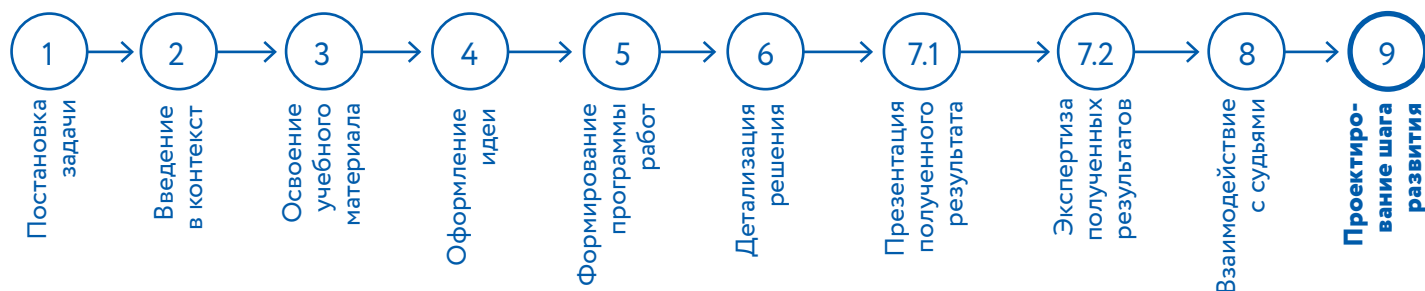
6 ДЕТАЛИЗАЦИЯ РЕШЕНИЯ



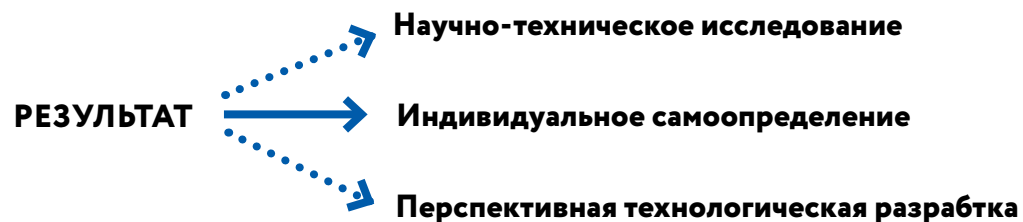
Заполните самостоятельно

Место продуктового решения в технологической цепочке \ Изменения в технологических цепочках, которые потребуются для внедрения решения

Выбранная конструкция разбирается на части, и под каждую часть прописываются необходимые технологии – два столбца. Речь идет об алгоритме воплощения замысла в конструкции с учетом продуктивности и ограничений. Важно, что в примере такая карта одна, но необходимо подчеркнуть, что их может (и должно) быть много, а значит их надо будет сравнивать и выбирать одну из них. (возможно это групповое обсуждение и поиск лучшего решения самой группой)



9 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ШАГА РАЗВИТИЯ



Заполните самостоятельно

Индивидуальное самоопределение

*Предложения по использованию подобных конструкций?
Открытый вопрос, так как мы не знаем, какая именно у них сейчас реализована конструкция.*

Перспективная технологическая разработка

Задача практического исследования заключается в том, чтобы всегда
делать поправку на реальность.

Практические исследовательские задачи

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ ДЛЯ НАСТАВНИКОВ
АПРЕЛЬ 2017, МОСКВА



Характеристика, назначение и примеры заданий

ХАРАКТЕРИСТИКА ЗАДАНИЙ

Основная деятельность:

Исследование особенностей функционирования биологической системы на каком-либо уровне организации живого () или уточнение знания о биологическом объекте при определённых, контролируемых экспериментатором, условиях.

Строится по принципу классического экспериментального исследования, с точным статистическим анализом переменных условий и эффектов, желательно — в виде серии экспериментов, позволяющей компенсировать случайный разброс в условиях запуска и протекания единичного эксперимента. Однако, следует сразу отметить, что ряд биологических процессов и явлений не может быть описано в рамках статистики с применением классической статистики (среднего значения, доверительного интервала, стандартного отклонения и т.д.). Существуют эффекты, представляющие зачастую наибольший исследовательский интерес, в которых дисперсия изучаемых величин достоверно возрастает по мере увеличения числа повторов (найти примеры!). Результатом является аналитический отчёт о результатах эксперимента, который может быть использован для написания научной статьи (приращение знания), в практических задачах, связанных с внедрением и использованием биологического знания (в т.ч. для построения инженерно-биологических систем), в уточнении или замещении теоретических моделей на новую.

Задания позволяют:

- организовать школьникам ситуацию проверки практического применения полученной предметной и технической информации в ходе решения сложной задачи, включающей в себя как получение теоретического, так эмпирического знания при непосредственном управлении экспериментальными и наблюдательными приборами;
- создать условия для самостоятельной получения и обработки научных данных, т.е. для освоения способа деятельности научного сотрудника в лаборатории, для оценки своих возможностей в рамках данного типа работы;
- использования освоенных знаний и умений; (если говорим о компетентностном подходе, то это уже было зашито в предыдущих параграфах.

Практические исследовательские задачи строятся по следующим схемам:

- показать поведение совокупности наблюдаемых параметров $X_1, X_2, X_3...$ в зависимости от изменения управляемых условий $Y_1, Y_2, Y_3...$ и неуправляемых факторов $\Phi_1, \Phi_2, \Phi_3...$
- соотнести наблюдаемые данные с данными, предсказанными теоретической моделью, на основе статистического анализа выяснить, ложатся ли они в теоретически предсказываемые па-

- параметры или требуют коррекции теоретической модели;
- на основе полученных данных уточнить значение эмпирических констант, входящих в теоретическую модель.

Практические исследовательские задачи позволяют сформировать:

- способность к исследовательскому типу деятельности и теоретическому мышлению;
- способность к проектированию (от постановки задачи, замысливание и постановку эксперимента до анализа экспериментальных данных)
- способность к различению фактов, выявлению научных проблем (противоречий, стагнации теории и т.д.), в том числе в наблюдаемых экспериментальных феноменах;
- ценность самостоятельно полученного знания и, на основе этого, понимание ценности
- «книжного» знания (присвоение культурной традиции) как самостоятельно полученного кем-либо (другой пример нужен...);
- способность и интерес к практическому научному поиску, «испытанию естества» в собственном смысле.

НАЗНАЧЕНИЕ ЗАДАНИЙ

Практические исследовательские задачи направлены на формирование «мягких умений» (soft skills), связанных с организацией аналитического мышления, организации совместной деятельности, действий над биообъектом, с применением сложного оборудования.

1. Освоение основных форм организации взаимодействия в условиях, когда от точности отдельных действий и правильно выстроенной кооперации зависит точность и даже осмысленность полученных результатов.

Присвоение исследовательской формы организации деятельности (планирование последовательность манипуляций, чёткость следования алгоритму, протоколирование хода работы и результатов, анализ и обработка первичных данных, интерпретация результатов).

- Умение интерпретировать инструкцию как основание для организации индивидуального и совместного действия. Т.е. понимание требований инструкции, осознание необходимости следования пунктам инструкции для получения достоверного результата.
- Организация рационального планирования, на основе общей схемы, с выделением задач отдельных участников кооперации и синхронизация их взаимодействия, в том числе возможности использования решения отдельной задачи для решения следующих. Построение схемы эксперимента и плана экспериментальной деятельности, с учётом вспомогательных операций и смежных областей деятельности (в т.ч. снабжения эксперимента материальными ресурсами).
- Освоение базовых манипуляций с биологическим объектом на разных уровнях организации живого

• ...

2. Формирование способности и готовности школьников к постановке и проведению собственных экспериментов, в том числе: изменение психологии школьника с психологии потребителя на психологию развития.

- освоение основных структур организации эмпирического знания: различение теоретической (в том числе расчётной) модели, непосредственных данных, результатов их обработки с применением различных методик, интерпретации;
- освоение структуры предметного научного знания, т.е. понимание способов работы и пересборки научной информации и эмпирических данных через различные области предметного научного знания;
- формирование проблемного типа мышления (выявления противоречий при исследованиях явлений и эффектов, потенциально значимых для развития науки и технологий)
- формирование проектного типа мышления (нахождение способа разрешения научных противоречий для достижения намеченного практического -технологического результата, преодоления проблемных ситуаций и решения проблем);
- формирование рефлексивного типа мышления
- формирование внутреннего стремления на познавательную и исследовательскую деятельность, направленную на детальное изучение реальных объектов в соотношении с теоретическими моделями как критически важного ресурса для достижения практически значимого результата.

3. Личностные установки, обеспечивающие готовность к поисковому мышлению:

- любознательность, желание узнать, «как оно обстоит на самом деле», а не в литературе или медиа-источнике, увидеть специфику эффекта своими глазами;
- эффективная мыслительная деятельность и работа со сложными техническими устройствами в условиях ограничений по времени;
- умение сохранять внимание и концентрацию в течение достаточно долгого времени, оперативно различать главное от второстепенного, значимое от незначимого.

Технические умения при работе с такими задачами связаны, в основном, с освоением конкретного экспериментального и наблюдательного оборудования.

Инвариантным техническим умением является умение использовать основные схемы и методики математической статистики, в том числе эффективно использовать цифровые инструменты статистической обработки.

Задачи могут возникать:

- Из необходимости изучить особенности биообъекта или биологические эффекты от взаимо-

действия с биообъектом (прежде всего, в рамках изучения кейсов), изучить граничные условия функционирования сложных инженерно-биологических систем или искусственных или естественных биологических систем. (это я опять в свой огород...)

- Из необходимости в лабораторных условиях уточнить параметры функционирования инженерных устройств, сконструированных в рамках решения биотехнических или биологических задач на разработку, либо параметров моделей, выстроенных в ходе теоретического исследования.

Отметим, что в качестве «исследовательских задач» часто представлены сюжеты, связанные с занимательной наукой и первичным обращением внимания школьников к возможностям и достижениям современной науки.

Такие задачи широко представлены от школьных учебников природоведения до популярных интернет-ресурсов, содержанием которых является «наука для малышей», и «музеев живой науки». Они имеют очевидную педагогическую ценность именно как способ привлечь внимание детей и их родителей к науке как интересному и перспективному занятию, дают детям возможность проделывать достаточно сложную (часто требующую долгосрочного планирования и выполнения регулярных действий) работу «своими руками» и увидеть результат воочию. Но они не являются исследовательскими в собственном смысле, поскольку предполагают заранее известный (и описанный составителем методики эксперимента) результат, а весь курсив нужно переписать, основываясь на практике постановки исследовательских задач в рамках проектных тем.

Алгоритм действий



1 ВВЕДЕНИЕ В КОНТЕКСТ



Проводится в виде лекции-беседы и докладов, с элементами презентации. Требуется разворачивание на конкретной проблеме.

1. Вводная лекция-беседа: Что такое экспериментальное исследование в науке. Отличие эксперимента от опыта и наблюдения. Роль гипотезы в проектировании эксперимента. Экспериментальное и измерительное оборудование — зачем оно необходимо.

В зависимости от уровня подготовки школьников, в качестве примеров могут быть выбраны эксперименты Галилея и его учеников (свободное падение тел и движение тел по наклонной плоскости) с указанием особой роли точного измерения времени и расстояния в проведении эксперимента, экспериментальной установки (вакуумной трубы) для уточнения численных характеристик процесса. Либо — более сложные эксперименты, уточняющие отдельные закономерности внутри уже устоявшейся научной теории, в зависимости от выбранной сферы исследований.

Здесь полезны как непосредственная демонстрация (либо демонстрация хода эксперимента в форме слайд-шоу или анимации, с выводимыми на экран, параллельно изображению, численными параметрами процесса и графиками), так и самостоятельная реконструкция (включая визуализацию) школьниками схемы рассуждений учёного.

2. Вообще бы убрал намёки на стендоделание!

Темы могут выбираться из истории выбранной сферы исследований; но полезно также в перечень тем включить:

- сюжеты, связанные с экспериментальным определением и уточнением эмпирических констант, фигурирующих в фундаментальных законах природы или в основных законах прикладных разделов естествознания (постоянная тяготения, молярная масса, скорость света в вакууме, скорость звука);
- сюжеты, связанные с определением эмпирических характеристик конкретных материалов, используемых при конструировании технических устройств (электропроводность, теплопроводность, температуры замерзания и кипения).

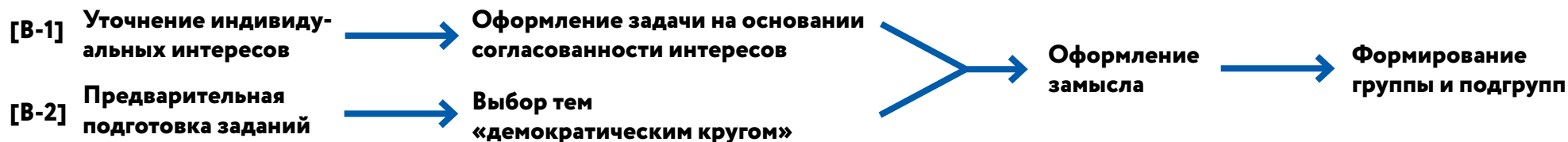
3. Если школьники нацелены на практическое исследование как на продолжение уже состоявшегося теоретического исследования или инженерной разработки, для актуализации контекста достаточно обсудить основания для постановки конкретных исследовательских задач, восстановить общие схемы рассуждений, из которых эти постановки возникли.

Если для школьников участие в решении практических исследовательских задач является первым опытом участия в общей программе, необходимо отдельную лекцию-беседу (с обязательной демонстрацией) посвятить особенностям экспериментальных исследований в выбранной сфере, знакомству с экспериментальным и наблюдательным оборудованием, его возможностями и ограничениями.

Полностью за!



2 ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ



Строится в форме групповой работы.

Организационно удобно (как с точки зрения планирования и сопровождения исследования, так и с точки зрения использования оборудования), если школьники работают сравнительно небольшой группой (не более 12 человек, оптимально 5-7) и решают одну задачу, возможно, с разными вариациями экспериментальных условий.

В зависимости от того, является ли обращение к практическому исследованию следствием конкретных вопросов, связанных с прохождением одного из модулей, посвящённых инженерным и исследовательским задачам, или целью школьников является получение опыта практического исследования, возможны варианты:

Вариант 1.

Уточнение поставленного вопроса. Обсуждение индивидуальных интересов (в особенности необходимо, если школьники имеют разный опыт и разные достижения в рамках программы), их согласование, формулировка общего интереса.

Вариант 2.

Спектр возможных заданий формируется педагогом, на материале современной проблематики выбранной сферы исследований, с учётом возможностей доступного оборудования и реалистических ограничений по времени на проведение эксперимента (серии экспериментов).

Важно при этом, чтобы сами задачи были нетривиальными, не воспроизводили уже проведённые исследования (или, во всяком случае, исследования в данном сочетании условий). Более того, в качестве задач могут быть предложены типы ситуаций, которые школьникам ещё необходимо превратить в замысел эксперимента:

Примеры таких ситуаций, в разных актуальных сферах:

- при изучении аэродинамики малых летательных аппаратов на небольших высотах недостаточно простых наблюдений, тем более, что невозможность досконально учесть эффекты турбулентности в условиях застройки, характер восходящих потоков воздуха в зависимости от различных типов искусственных поверхностей и растительного покрова в зависимости от температуры и влажности воздуха чреват авариями с потерей аппарата;
- сигнал, идущий к дистанционно управляемому устройству (или устройству связи), существен-

но зависит как от характера препятствий и материала, так и от атмосферных условий и наличия фоновых электромагнитных полей; для надёжной эксплуатации необходимо некоторое усреднённое значение, которое невозможно определить никакой серией полевых наблюдений;

- функционирование любого термостата (будь то регулятор обогрева аквариума или системы отопления и вентиляции дома) опирается на усреднённые параметры, в то время как для комфорта (а в системах жизнеобеспечения — и для выживания) необходимо регулировать минимальные и максимальные параметры, которые для заданной искусственной среды ещё необходимо определить.

Возможны разные процедуры выбора сюжета из заданного пакета; для неподготовленной группы оптимальным является «демократический круг», где каждый имеет возможность развернуть свою аргументацию в пользу выбранной версии, а общее решение является результатом голосования.

При проведении такой процедуры педагогу важно обращать внимание на то, чтобы использовалась только содержательная аргументация (почему именно эта тема представляется самой интересной, что нового здесь можно узнать, что нового здесь можно попробовать).

Возможна модификация, в которой на первом шаге потенциальные лидеры высказываются за свои приоритеты, далее при помощи групп поддержки готовят аргументацию. Возможен вариант, в котором подготовленная аргументация является основанием не для голосования, а для переговоров лидеров с целью найти общий интерес.

В обоих вариантах:

В отличие от других модулей, где формирование групп связано с разбросом тематик и, соответственно, познавательных, проектных и исследовательских интересов, для данной технологии (при соблюдении ограничения на численность группы) наиболее эффективна одна учебная и рабочая группа, с оперативной возможностью разбиения на подгруппы.

После определения совместного интереса группа должна ответить на вопросы:

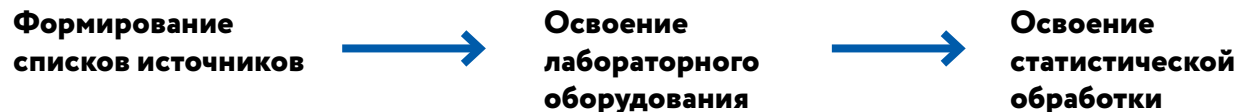
- что уже известно, а что ещё не известно об исследуемом явлении или эффекте;
- за какими условиями, внешними факторами и итоговыми показателями необходимо будет наблюдать, как они превращаются в численные параметры;
- где желателен эксперимент, позволяющий превратить неконтролируемые факторы в управляемые параметры.

На основе этих ответов формируются как план освоения учебного материала, так и отправная точка к замыслу эксперимента.

При формировании плана освоения учебного материала необходимо учесть:

- возможно разделение интересов на этапе освоения лабораторного оборудования;
- возможно формирование малых учебных групп для освоения дополнительных источников, в зависимости от уровня подготовки.

3 ОСВОЕНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА



Строится в форме самостоятельной работы учебных групп и режимов консультаций.

Общий список материалов формируется на основе вопросов, сформулированных группой, для освоения знаний, необходимых для проведения успешного эксперимента.

Если школьники впервые сталкиваются с соответствующей сферой исследований, общее знакомство с предметом должно быть выстроено аналогично знакомству с предметом при освоении теоретического исследования, но с большим вниманием к специфике научного эксперимента и лабораторного исследования в выбранной сфере.

Отдельно подбираются:

- общий список источников, полезных при углублённом изучении выбранной сферы научных исследований;
- списки источников, определяемых конкретными тематиками исследований;
- отдельно – списки источников по истории отдельных исследований, в том числе с подробным описанием замыслов и принципов конструирования методик экспериментов, технических требований к экспериментальному оборудованию, которые могут быть полезны при планировании и проведении исследований.

Дополнительно может быть составлен список экспертов, ведущих исследования в сходной тематике, с обозначением групп вопросов, по которым они могут выступить консультантами.

2. Освоение лабораторного оборудования происходит при участии сотрудников, владеющих этим оборудованием, в качестве кураторов и инструкторов.

Оно включает в себя:

- понимание общих конструктивных принципов устройств, используемых при их создании законов природы и технологических решений;
- понимание режимов работы устройств, производимых эффектов, в том числе особых ситуаций, возникающих при некорректном изменении режима;
- освоение инструкций, их соотнесение с конструктивными принципами устройств, в том числе тренинг быстрого выполнения основных операций и решение задач на планирование последовательностей операций для достижения заданных результатов.

3. Освоение принципов статистической обработки включает в себя: перенёс бы с подготовительного этапа на этап обработки эмпирических данных. Это естественнее.

- Знакомство с основными статистическими характеристиками выборки и способами их вычисления.
- Знакомство с основными методиками группировки и визуализации исходных данных.
- Знакомство с основными типами распределений, примерами закономерностей, характеризующих различными типами распределений, и их основными различиями.
- Знакомство с моделями приближённого восстановления зависимостей по совокупности выборочных данных (корреляция, регрессионный анализ, оценка погрешности априорной величины).

Может сценарироваться педагогом на этапе обработки полученных данных, а не выводиться в отдельный расчётный практикум.

Для изучения принципов статистической обработки необходимы:

- освоение навыков обращения с алгебраическими суммами конечных рядов (для чего достаточно базового знания школьной алгебры и владения определённой культурой алгебраических выкладок);
- освоение инструментов табличных расчётов (включая построение сложных выражений с использованием стандартных функций) и визуализации MS Excel (или аналогичного открытого программного обеспечения).

4 ЗАМЫСЕЛ И ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА



Строится в форме научного семинара исследовательской лаборатории.

Проводится в форме научного семинара исследовательской лаборатории. Предлагаю заменить на работу в группах и пленар. Семинар включает себя доклады (индивидуальные или подготовленные группами):

- Что уже известно, а что неизвестно об интересующем нас явлении (эффekte).
- Какие существуют аналоги подобных исследований, в том числе в других сферах науки и техники, как мы можем воспользоваться этими аналогами.
- Какими возможностями оборудования и наблюдений в полевых условиях мы располагаем.

После докладов и обсуждения должен быть актуализирован замысел, сформулированный на шаге 2.

С учётом полученной информации, замысел должен превратиться в ответ на вопросы, являющиеся основанием для планирования эксперимента:

- какие группы зависимостей между параметрами, в каких диапазонах условий предполагается изучить;
- как могут быть смоделированы в лабораторных условиях переменные внешние факторы;
- какие итоговые зависимости или инвариантные величины предполагается получить в результате.

Обсуждение может вестись как фронтально, лабораторией в целом, так и малыми группами (три-четыре человека), формирующимися спонтанно, по желанию, вокруг отдельных аспектов темы.

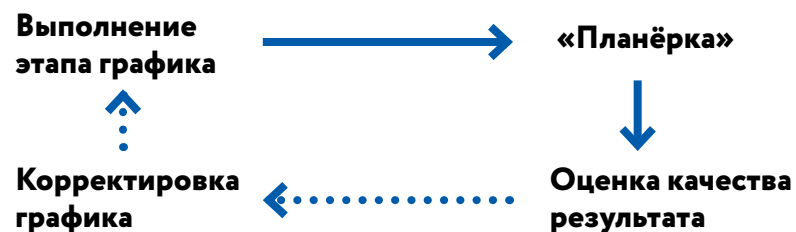
Итоговый результат обсуждения оформляется и представляется для экспертной оценки и коррекции как замысел эксперимента.

На основе замысла, с учётом коррекции, формируется сетевой график эксперимента — последовательность отдельных, возможно, независимых друг от друга, полевых наблюдений и испытаний, с последующим обобщением данных и формированием выводов.

Программа отдельного наблюдения и испытания формируется при помощи экспертов и фиксируется в форме рабочего графика, с указанием необходимых режимов и параметров проведения испытания, режима работы измерительных и наблюдательных приборов, с определением ответственных за управление устройствами и сбор данных.



5 ПРОВЕДЕНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА



Строится в режиме групповой работы.

Тут уместно вспомнить схему шага развития, т.к. выполнение этапов - это реализация, далее всё рефлексия с последующей корректировкой замысла (корректировка графика реализации).

Специфика данного модуля как для школьников, так и для педагога связана с тем, что проведение экспериментов, после периода поиска и до итоговой обработки результатов, представляет собой, как правило, серию повторяющихся, сложных и при этом достаточно однообразных, процедур с однотипными результатами (фиксируемыми данными измерений).

Для этого школьнику может потребоваться определённая эмоциональная готовность, для формирования которой недостаточно увещаний и напоминания о формальных договорённостях. Её проще получать на этапе обсуждения полученных данных и соотнесения результатов и предполагаемых результатов, а так же рефлексивного ответа на вопрос: снимают ли полученные данные вопрос исследования или нет. Если нет, то почему и как нужно изменить схему эксперимента, что бы получить искомый результат.

Хорошим личностным ресурсом здесь является актуализация опыта регулярных тренировок в спорте или определённых видах искусства, где результат тоже далеко не всегда очевиден сразу, а упражнения требуют определённых физических и эмоциональных усилий.

Если у школьника такой опыт отсутствует, полезно придумать регулярные упражнения, требующие внимания, достаточно безответственные и в то же время способные дать сравнительно неожиданный результат.

Например, для поддержания атмосферы исследования можно предложить подсчитывать количество пассажиров в автобусе по дороге домой, количество встреченных за день на улице знакомых, количество готовых и неготовых к уроку в классе — заранее озвучив какую-нибудь невероятную закономерность, которую можно проверить статистически.

Проведение регулярных планёрок на этом этапе полезно как для подтверждения плана- гра-

фика работ и оценки качества их выполнения, так и для оценки эмоционального тонуса. Кроме того, может обнаружиться, что тот или иной этап эксперимента не может быть проведён, например, погода не позволяет провести запланированные полевые наблюдения.

В этом случае необходимо общее обсуждение, позволяющее поменять план проведения экспериментального исследования без значительных дополнительных издержек и ущерба для результатов. Здесь приветствуется фантазия школьников, направленная на поиск дополнительных ресурсов, в том числе мест проведения экспериментов в условиях, приближенных к полевым.

Параллельно одна из подгрупп (как правило, школьники, склонные работать скорее с клавиатурой, чем с материальными объектами) может готовить необходимую оболочку (набор электронных таблиц с заранее введёнными и протестированными расчётными формулами и алгоритмами) для оперативной обработки совокупности полученных данных. Лучше это вводить как софт, который должны освоить все, будучи в группе НИР.

Полезно, если эту работу будет сопровождать и консультировать отдельный эксперт, имеющий соответствующий опыт и квалификацию. Этот же эксперт должен помочь подобрать тестовые данные, для того, чтобы оболочка была полностью отлажена и в процессе обработки не возникли сбои или ошибки, приводящие к искажению итоговых результатов.

6 ПРЕЗЕНТАЦИЯ И ЭКСПЕРТИЗА ПОЛУЧЕННОГО РЕЗУЛЬТАТА

**ОТЧЕТ
О ПРОВЕДЕНИИ
ЭКСПЕРИМЕНТА**



Эксперты



**Учащиеся
других кванториумов**

Строится в форме отчёта и демонстрации.

Результат оформляется в одном из общепринятых в научных и инженерных сообществах отчётов о проведении эксперимента, с описанием исходной задачи, хода эксперимента, возникших сложностей и способов их преодоления, полученных результатов и их интерпретации.

Роль каждого участника при подготовке отчёта определяется им самим, с учётом собственного вклада в работу, готовности оформлять тот или иной фрагмент текста в соответствии с предложенной нормой, готовности помогать в оформлении другим участникам. Эта роль согласуется со всей группой, при участии педагога.

Результат может быть представлен как экспертам, так и школьникам, участвующим в других программах кванториума.

Специфика эмпирического исследования состоит ещё и в том, что независимо от потраченного времени и усилий, результат, как правило, упаковывается в компактный набор таблиц, графиков и формул. Эта несоразмерность может привести к определённому диссонансу, так же, как и рутинность на этапе проведения эксперимента.

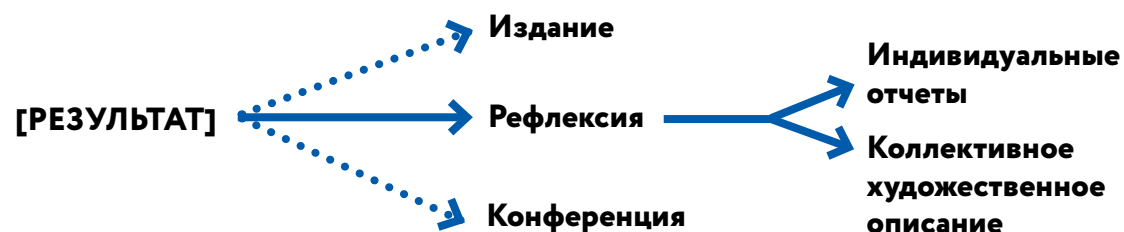
Она преодолевается двумя путями.

Во-первых, полезно напомнить, что смысл найденной (или подтверждённой) закономерности существует не сам по себе, а в контексте объёмного теоретического исследования или инженерной разработки. Лучше не напоминать через упоминание, а через вопрос: что наши результаты дают для решения поставленной проблемы, на каком мы этапе, в решении проблемы, каков следующий шаг. И вынести это как обоснование актуальности работы на представление.

Поэтому участникам исследования может быть предложен коммуникативный формат (для которого важны участники других программ кванториума и эксперты), в котором они сами смогут занять позиции теоретиков и разработчиков и в общей дискуссии оценить значимость своего исследования.

Во-вторых, для рефлексии на следующем шаге полезно применить формат творческого отчёта, в котором школьники сами смогут выделить и зафиксировать событийность всего хода экспериментального исследования.

7 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ШАГА РАЗВИТИЯ



Строится в форме индивидуальной работы и рефлексии.

Форматы внешнего представления для практического исследования сравнительно ограничены.

Результаты, признанные экспертами как имеющие самостоятельную ценность, могут быть представлены в профессиональных изданиях либо на конференциях профессиональных сообществ. Как и в случае теоретического исследования, это позволяет школьникам:

- освоить профессиональную норму оформления экспериментального исследования (на основе уже подготовленного на предыдущем шаге отчёта) с выделением замысла, обоснованием методики исследования, обобщением и интерпретацией результатов;
- получить отзывы представителей профессионального сообщества, заведомо (в отличие от привлечённых экспертов) не вовлечённых в процесс исследования, что позволяет более объективно оценить значимость результата.

Аналогично, представление результата в рамках конкурсов исследовательских работ школьников, в силу их индивидуального характера, приводит ещё большим сложностям, чем в случае теоретических исследований. Если в теоретическом исследовании индивидуальный вклад достаточно часто может быть оформлен как идея, существенно определяющая общее знание (то есть как авторское действие), то в практическом исследовании вклад часто состоит именно в точном и дотошном выполнении необходимых для получения общего результата процедур, в освоении, адаптации и применении стандартных методик.

В выгодном положении здесь, безусловно, находятся лидеры, авторы идеи эксперимента, отдельных методических находок, и те, кто оказался готов наиболее точно интерпретировать результаты — необходима отдельная работа на оформление их личных авторских достижений.

Нужно заметить — это же касается «взрослой» экспериментальной науки. Существующая норма признания авторства была сформирована в романтический период, когда наука была делом одиночек (даже если исследования выполнялись внутри лаборатории, в рамках общей тематики), и не годится для исследований, проводимых большими коллективами.

Но допустим и иной формат, связанный с особой организацией рефлексии. Помимо стандартных форматов рефлексивного отчёта, предлагающих школьнику описать личные трудности, достижения и намерения, может быть предложен коллективный формат (близкий к документальной прозе или кинематографу): описать проведённое исследование как приключение.

В том числе:

- какие неожиданности возникали в ходе экспериментальной работы;
- в каких ситуациях решение задачи казалось невозможным (например, казалось, что вот-вот произойдёт сбой и эксперимент окажется под угрозой срыва);
- какие импровизированные решения приходилось принимать, чтобы избежать возможных сбоев и незапланированных трудностей;
- как вдруг обнаруживались неожиданные возможности, например, предложения о помощи внутри рабочей группы или со стороны;
- как менялись отношения участников в ходе совместной работы.

В идеале, если в самой рабочей группе или среди друзей её участников обнаружится человек, склонный к прозе, публицистике или близким жанрам, вся история может быть зафиксирована в виде документальной повести или сценария; при наличии достаточного количества документальных съёмок, желания участников заново инсценировать события либо анимировать их, история работы группы может быть превращена в самостоятельный визуальный продукт, не зависящий от значимости полученного научного результата.

В зависимости от сформулированных будущих интересов и приоритетов, возможны:

- продолжение индивидуальной или групповой исследовательской деятельности, в иных формах поддержки исследовательской деятельности школьников, в том числе в специализированных центрах дополнительного образования и на базе заинтересованных академических сообществ, с ориентацией на соответствующую лабораторную базу;
- аргументированный выбор следующего модуля, связанного с теоретическим исследованием или инженерной деятельностью, в рамках общей программы кванториума, в том числе с обозначением собственной темы или сферы интересов для разработок;
- аргументированный выбор образовательного профиля и направления дальнейшей профессионализации. Согласен.

Задача исследования — с необходимой степенью научной достоверности объяснить что-либо необъяснимое (явление или эффект) и предсказать то, как нечто необъяснимое будет себя вести/на что будет влиять.

Теоретические исследовательские задачи

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ ДЛЯ НАСТАВНИКОВ
АПРЕЛЬ 2017, МОСКВА



Характеристика, назначение и примеры заданий

ХАРАКТЕРИСТИКА ЗАДАНИЙ

Основная деятельность:

Построение школьниками теоретической модели природного явления или эффекта функционирования технической системы, в том числе, обнаруженного при анализе кейса или решении инженерно-практической проблемной задачи, либо предсказанного при решении инженерно-технической парадоксальной задачи. Задача исследования – с нужной степенью научной достоверности объяснить это явление или эффект и предсказать, как он может повлиять на функционирование технических систем определённого типа, какие ограничения на конструирование технических систем он может накладывать. В идеальном варианте школьники должны построить математическую модель с расчётными схемами, позволяющими показать поведение исследуемого объекта в разных условиях на основе точного расчёта. Если это невозможно (и по причине стартового уровня подготовки школьников, и по причине недостаточно выстроенного математического аппарата в соответствующей научной области), уместны типологические и классификационные схемы, показывающие зависимость поведения объекта от условий. В зависимости от выбранной темы, дополнительно могут быть созданы простые опытные устройства и проведены эксперименты, для подтверждения и опровержения гипотез.

Задания позволяют:

- организовать школьникам ситуацию проверки собственных знаний и способностей в ходе решения сложной и содержательной задачи;
- обеспечить возможность совершить самостоятельное открытие как возможность доказать свою состоятельность;
- сформировать установку на возможность практического использования отвлечённых теоретических знаний;
- организовать пробу самостоятельного исследования, включая работу с теоретическими моделями, формирование и проверку гипотез.

Теоретические исследовательские задачи позволяют сформировать:

- способность к исследовательскому и аналитическому мышлению;
- способности и навыки к практическому конструктивному применению знаний;
- способность и интерес к научному поиску
- способность отличать известное от неизвестного и находить зависимости между неизвестным и известным, комбинируя освоенные знания и самостоятельно выстроенные схемы;
- ценность для школьников знания (в том числе выглядящего отвлечённым) как опоры для реше-

ния широких классов практических задач.

Работа с задачами такого типа, в зависимости от общей педагогической установки, может быть организована:

- как решение задачи научнофантастического характера, типичный вариант — освоение новой, во многом неизвестной планеты с заданными физическими параметрами и природными условиями;
- как решение проектно-исследовательской задачи, проектирование условий создания полноценного современного города и разворачивания промышленных цепочек в экстремальных условиях (тундра, пустыня, континентальный шельф)

Теоретические исследовательские задачи строятся по следующим схемам:

- объяснить поведение объекта X в заданном спектре условий, в том числе неожиданные изменения поведения при изменении условий;
- предсказать поведение объекта X в заданном спектре условий, в том числе таких, которые не могут быть воспроизведены экспериментально на реальном объекте;
- в случае, если объект является техническим устройством — предложить изменения характеристик устройства, увеличивающие или уменьшающие действие эффекта X (в зависимости от его полезности или вреда) в разных условиях.

НАЗНАЧЕНИЕ ЗАДАНИЙ

Теоретические исследовательские задачи направлены, прежде всего, на формирование «мягких умений» (soft skills), связанных с организацией исследовательского и аналитического мышления, участием в коммуникациях, способствующих процессу познания и понимания.

1. Освоение основных форм организации и представления мыслительного содержания, в том числе в научных типах коммуникации:

- Точная фиксация тезисов, как собственных, так и других участников коммуникации, с пониманием того, что именно утверждается, а что заведомо не утверждается. В научной коммуникации не допустимы конструкции, часто применяемые в бытовых спорах — «я знаю, что он имел в виду X » или «я не говорил, что Y ».
- Умение различать единичные утверждения «существуют такие A , которые обладают свойством B », всеобщие утверждения «все A обладают свойством B », условные утверждения «если верно A , то верно B », строить силлогизмы и цепочки силлогизмов.
- Техника аргументации, с выделением базовых посылок, признаваемых бесспорными, и условных утверждений, из которых вытекает истинность вывода, но которые сами нуждаются в проверке.

2. Освоение основных структур организации научно-теоретического знания:

- идеальный объект, в характеристиках которого выделены наиболее общие и существенные свойства класса изучаемых в теории объектов; например: материальная точка в механике, звезда в астрономии, сила во всех разделах физики, признак в генетике, пищевая пирамида в экологии;
- гипотеза, знание, представляющееся правдоподобным, но требующее обоснования или опровержения; возникает с необходимостью при исследовании в рамках теории нового класса объектов или ещё неизвестного свойства и является основанием, организующим действия исследователя: содержание исследования, всегда состоит в подтверждении или опровержении гипотезы
- постулат, знание, признаваемое в рамках теории бесспорным, и не противоречащее, во всяком случае, никаким известным общим данным, сформулированное в достаточно общей форме, чтобы на его основе могли делаться более частные выводы;
- модель, теоретическое описание структуры исследуемого класса объектов, его основных единиц, системы связей и зависимостей; в отличие от реального объекта, модель позволяет рассматривать поведение и характеристики объекта в условиях, по разным причинам в реальности не выполнимых; в «чистой науке» модель позволяет наиболее всесторонне понять возможные базовые характеристики объекта; в прикладной науке модель позволяет предсказать (и, возможно, предотвратить) поведение объекта в определённых условиях и режимах.

2. Освоение основных структур организации научно-теоретического знания:

- Преодоление страха выхода из «зоны известного», умение различать то, что неизвестно никому и ещё не изучено, внутренняя готовность к тому, что невозможно знать всё.
- Умение сохранять беспристрастность и понимать общий приоритет научного поиска в условиях полемики, в том числе эмоционально насыщенной
- Эффективная мыслительная деятельность в условиях ограничений по времени.

Алгоритм действий



1 ВВЕДЕНИЕ В КОНТЕКСТ



Проводится в виде серии лекций-бесед и докладов, с элементами презентации и демонстраций.

1. Лекция-беседа: **Чем в принципе занимается, а чем в принципе не занимается выбранная сфера науки. Основные используемые общенаучные и специфические понятия. Примеры решённых задач, поставленных и не решённых проблем.**

Основным наглядным пособием является история сферы науки, представленная в форме логического графа, с отображением основных понятий, задач и найденных решений. Дополнительно полезно использовать подборку фрагментов художественных и документальных фильмов, в том числе таких, которые показывают, как конкретное исследование вырастает из практической проблемы или необходимо для объяснения поведения определённых технических устройств. Если школьники впервые сталкиваются с научным исследованием вообще и теоретическим исследованием в частности, полезно отдельную часть лекции-беседы посвятить вопросам о специфике науки как сферы деятельности, об отличиях научного знания от других типов знания (в том числе практического, эстетического, религиозного), в чём специфика научно-исследовательского отношения к миру.

2. Сообщения школьников, посвящённые истории научного поиска в целом. Темы могут выбираться как из спектра предложенных педагогом, так и из личных интересов школьников, при согласовании.

Если тема не привязана к выбранной сфере, возможны два варианта, полезные как для формирования правильной установки школьников на дальнейшую деятельность, так и для расширения кругозора:

— Наука в решении животрепещущих (жизненно важных) проблем. Примеры: медико-биологические исследования, связанные с поиском и изучением свойств болезнетворных микроорганизмов, изучение иммунитета, приведшие к открытию вакцинации и антисептики; открытие витаминов, приведшее к появлению сбалансированных диет для экстремальных условий; исследования свойств материалов и конструкций, приведшие к созданию точной базы для архитектурных и строительных расчётов (в том числе в зонах риска, для строительства в условиях вечной мерзлоты и на сейсмоактивных территориях).

— Наука в инженерных разработках. Примеры: термодинамика (исходно — «теория тепловых машин»), позволившая проектировать эффективные паровые машины и затем уже на научной основе разрабатывать двигатели внутреннего сгорания и реактивные двигатели; аэродинамика, позволившая превратить авиацию из рискованного спорта в регулярную массовую практику. Важно в этих примерах: научные теории появились после первых экспериментальных инженерных устройств и были направлены во многом на обоснование условий их работоспособности. При обсуждении докладов полезно обращать внимание не только на общую логику рассуждений и поисков учёного (группы учёных), но и на источники его мотивации, сочетание познавательного интереса со стремлением принести реальную пользу.

3. Лекция-беседа: **На переднем крае. Обзор современных тем.**

Современное состояние поисков в выбранной сфере науки, основные нерешённые задачи, гипотезы, подходы.

При подготовке полезно использовать интервью признанных экспертов, публичные выступления, в том числе — тексты нобелевских лекций и лекций на вручении премий сходного уровня. Важно подобрать такие проблемы, решение которых на первом шаге казалось бы очевидным, с демонстрацией того, как при попытке построить очевидное решение возникают трудности, требующие дополнительных исследований.

Для следующих шагов важно дать школьникам возможность предложить свои версии решения, при этом не обязательна аргументация истинности решения, но требуется указать, в каком отношении предложенная версия действительно решает поставленную проблему или, во всяком случае, позволяет лучше её понять.



2 ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

[B-1] Современная проблематика



Пакет заданий

[B-2] Эффекты из опыта учащегося



Выделение лидеров - носителей опыта



Резервная группа

Формирование учебных групп

Индивидуальные исследователи



Понятия



Модели



Схемы



Культурные аналоги

Строится в форме дискуссии и групповой работы.

В зависимости от того, является ли обращение к теоретическому исследованию следствием конкретных вопросов, связанных с прохождением одного из модулей, посвящённых инженерным задачам, или целью школьников является получение опыта научно теоретического исследования, возможны варианты:

Вариант 1.

Спектр исследовательских задач может быть сформирован на материале современной проблематики выбранной сферы исследований, с выделением из реальных задач тех фрагментов, которые в принципе могут быть под силу школьникам, для которых существуют простые (или упрощённые) модели расчетов и схемы рассуждений. Полезно также иметь данные исследований, собранные в форме статистических таблиц и таблиц исходных параметров исследуемых объектов, и возможность непосредственной проверки данных путём простых контрольных экспериментов и наблюдений.

Примеры направлений, в рамках которых могут быть поставлены задачи:

- аэродинамика малых летательных аппаратов на небольших высотах (здесь необходимо предусматривать, в частности, атмосферные явления у поверхности земли, в зависимости от типа ландшафта и застройки);
- преломление света в композитных средах и сложных поверхностях (даже при известных исходных характеристиках прозрачности, задача не имеет полного решения);
- предсказание положения спутника связи над горизонтом в данный момент времени, характеристик устойчивости сигнала в зависимости от положения и состояния атмосферы. В рамках направления формируется пакет возможных заданий. Для формирования групп и обозначения лидеров важно, чтобы участники могли как аргументировано высказаться, почему выбранное ими задание из пакета может представляться наиболее интересным, либо предложить собственный вариант задания на основе собственной версии на предыдущем шаге.

Вариант 2.

Участники, столкнувшиеся уже с определёнными эффектами и явлениями при инженерных работах, готовят короткие сообщения о том, в чём может состоять предмет исследовательского интереса и в чём состояла их собственная точка удивления, побудившая перейти от освоения готовых конструкций или самостоятельного проектирования и конструирования к исследованиям.

Если у педагога была возможность обсудить личный интерес таких участников предварительно, в особенности если была возможность восстановить всю траекторию предыдущего движения школьника на основе его рефлексивных текстов и консультаций с руководителями других модулей, он может заранее подготовить рекомендации, как перевести возникшую ситуацию любопытства в исследовательскую задачу и какими основными понятиями и схемами здесь можно воспользоваться.

Иначе это становится предметом общего обсуждения, с привлечением интеллектуального ресурса (эрудиции, воображения, конкретных предметных знаний и практического опыта) других участников коммуникации.

В обоих вариантах:

Группы формируются вокруг заявившихся лидеров и их тем. Группы могут быть разными по численности и уровню подготовки. В единичных случаях лидер может не суметь сформировать себе группу, но в силу личной заинтересованности настаивать на работе над своей темой хотя бы в индивидуальном режиме; тогда необходимо отдельно обсудить с ним его готовность к индивидуальному режиму работы.

Для остальных школьников, не определившихся с темой, можно оставить возможность определиться в ходе углублённого погружения в научно-исследовательскую проблематику, позиционировав их как «резервную группу» с особой образовательной программой.

Соответственно, должно быть предусмотрено время для индивидуальной коммуникации.

Дальнейшая задача групп (и индивидуальных исследователей) — ответить на вопросы:

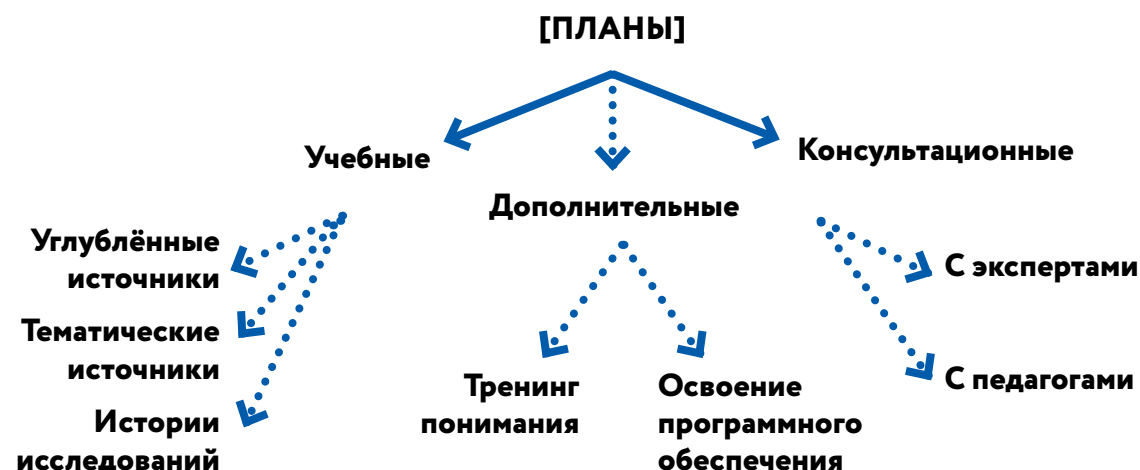
- что в действительности известно из общенаучных оснований, что именно мы наблюдаем и в чём состоит неожиданность наблюдаемого эффекта (явления);
- какова может быть возможная гипотеза (спектр гипотез) для объяснения того, что мы наблюдаем;
- какие дополнительные предметные и технические знания необходимы подтверждения или опровержения гипотез либо для формулировки более точных гипотез;
- в какой форме (исходя из ограничений по времени и ресурсам) может быть выполнена проверка гипотез и оформлены выводы из исследования.

В результате представления групповых результатов формируется общий перечень понятий, моделей, схем, которые необходимо освоить, уже проведённых исследований, близких к теме интересов (культурные аналоги), ход которых полезно восстановить.

Отдельно ставится задача перед «резервной группой»: максимально освоить историю проведённых исследований, восстановить ход формирования понятий и моделей, которые могут быть использованы далее как источник продуктивных аналогий или отправные точки для собственного исследования.

Организационный результат шага — формирование учебных групп по отдельным вопросам и темам.





Строится в форме самостоятельной работы учебных групп и режимов консультаций.

Отдельно подбираются:

- общий список источников, полезных при углублённом изучении выбранной сферы научных исследований;
- списки источников, определяемых конкретными тематиками групп;
- отдельно — списки источников по истории отдельных исследований, с пометкой их значимости для разных тематических групп и приоритетов, на которые следует обратить внимание «резервной группе».

Дополнительно может быть составлен список экспертов, ведущих исследования в сходной тематике, с обозначением групп вопросов, по которым они могут выступить консультантами.

На основе списков, в результате индивидуальных и групповых консультаций с педагогом, рабочие группы составляют индивидуальные и групповые учебные планы и планы консультаций с экспертами, в том числе дистанционных.

Наиболее важные направления при работе с источниками:

- уточнение понимания используемых базовых научных понятий и освоение понятий, специфических для выбранной сферы; составление рабочих определений, иерархий «общее-частное» (с указанием оснований для введения и конкретизации частных понятий), описанием примеров применения;
- освоение используемых моделей, включая решение задач на понимание свойств моделей и их

- применения для объяснения и предсказания частных случаев;
- восстановление хода отдельных исследований, их исходной проблематики, оснований для введения новых понятий и построения моделей, с решением задач, воспроизводящих отдельные шаги работы с этими моделями.

Если школьники впервые самостоятельно работают с источниками, в план работы включается отдельный тренинг по пониманию сложных научно-технических текстов (процедура описана отдельно).

Из программного обеспечения (если они ещё не освоены) полезно включить:

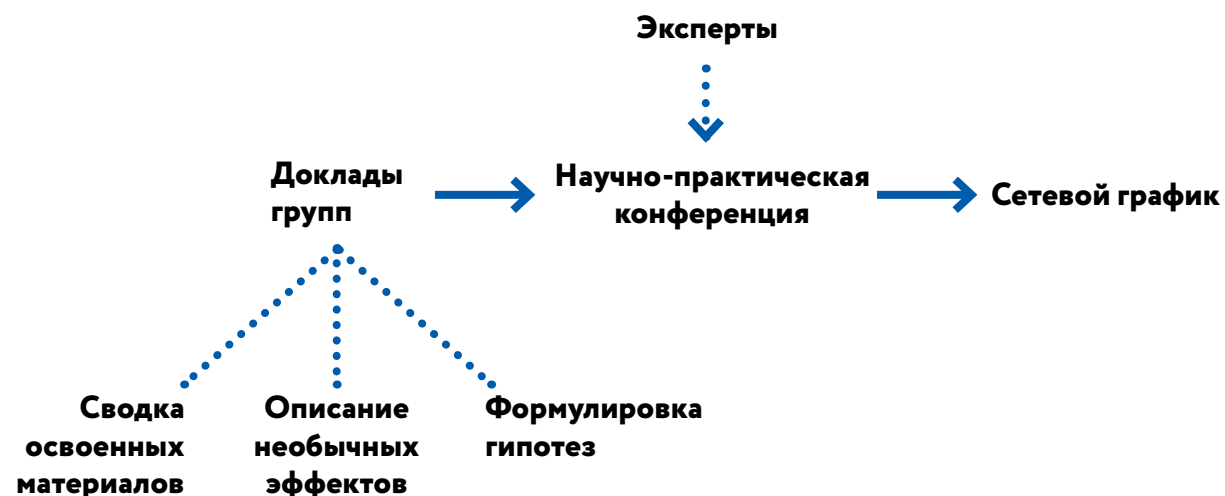
- инструменты статистической обработки и визуализации MS Excel (или аналогичного открытого программного обеспечения);
- инструменты численного моделирования, такие, как среда численного моделирования Octave, позволяющая легко привязать формулы к принципиальной схеме устройства или процесса.

Как уже отмечалось, для обучения перечисленным технологиям разработаны интерактивные курсы; индивидуальная либо групповая работа с этими курсами позволяет эффективно сформировать опыт самостоятельной учебной работы.

При необходимости проведения каких-либо дополнительных лабораторных исследований и наблюдений, должны быть освоены соответствующие методики и приборы. Независимо от оборудования, перечень которого определяется конкретным содержанием и существующими организационно-техническими возможностями, необходимо обращать внимание школьников на точную фиксацию результатов наблюдения и их грамотную интерпретацию, в том числе при помощи математической статистики (что, к сожалению, часто отсутствует и во «взрослых» исследованиях).



4 ФОРМИРОВАНИЕ СХЕМЫ И ПЛАНИРОВАНИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ



Строится в форме научно-практической конференции.

Шаг начинается с научно практической конференции, представляющей:

- краткую сводку освоенных теоретических материалов в их логической взаимосвязи, с пояснением наименее тривиальных и очевидных понятий и используемых моделей;
- описание одного из ярких и удивительных эффектов или явлений, обнаруженных в ходе работы с учебным материалом, с его объяснением без потери научности, но в форме, понятной всем присутствующим, а не только педагогу и экспертам;
- формулировка гипотезы (или веера гипотез), с использованием освоенных понятий и моделей и предварительными предположениями о том, как может быть выстроена процедура проверки.

Содержанием общего обсуждения с участием школьников и экспертов является уточнение схемы проверки гипотезы, с формированием предварительного понимания того, какие действия для этого необходимы, какие аналогии можно привлечь.

Здесь участники «резервной группы» должны определиться с тем, для каких направлений работы они являются кадровым резервом, какие аналогии из уже освоенного наукой материала могут быть продуктивны для каких рабочих групп.

Если кто-либо из участников группы испытывает здесь затруднения, это должно стать предметом отдельной коммуникации с педагогом, направленной на расстановку интересов и приоритетов. В сравнении с исходным выбором тем, на этом шаге определение приоритетов должно

пройти достаточно быстро, поскольку школьники не могли не столкнуться с интересными и захватывающими сюжетами из истории науки на шаге освоения учебного материала. Трудности здесь могут иметь, скорее, психологический характер (например, подросток вообще затрудняется с выбором «по жизни»), и здесь требуется не столько содержательная, сколько психотехническая работа.

Например, педагог может в игровой или шуточной форме предложить одно из известных психологических упражнений, дающих опыт выбора «здесь и сейчас» и показывающих, что выбор – это не всегда страшно.

В результате работы групп на этом шаге процедура проверки гипотезы должна быть разбита на отдельные, логически взаимосвязанные задачи.

Критерием эффективности разбиения является хотя бы примерное понимание участниками (и готовность обосновать), каким способом отдельная задача может быть решена, какие исходные данные, ресурсы и инструменты для этого необходимы.

Аналогично, критерием построения иерархии задач является их разбиение по уровням, когда задачи первого уровня опираются на уже известные условия (которые, возможно, нужно наполнить конкретными данными), а задача каждого следующего уровня требует в качестве условий тех результатов, которые были получены при решении задач предыдущих уровней.

Сетевой график работ легко формируется на основе выстроенной иерархии задач, дополнительно требуется лишь указание времени выполнения, распределение критических ресурсов (в том числе оборудования для экспериментов и наблюдений, если оно необходимо, и возможности обращения к экспертам).

Поэтому в данной технологии формирование программы работ является не отдельным шагом, а органичной частью шага формирования схемы проверки гипотезы.

Сетевой график работ группы (с выделенными точками контроля) согласуется с педагогом и экспертами, при необходимости корректируется.

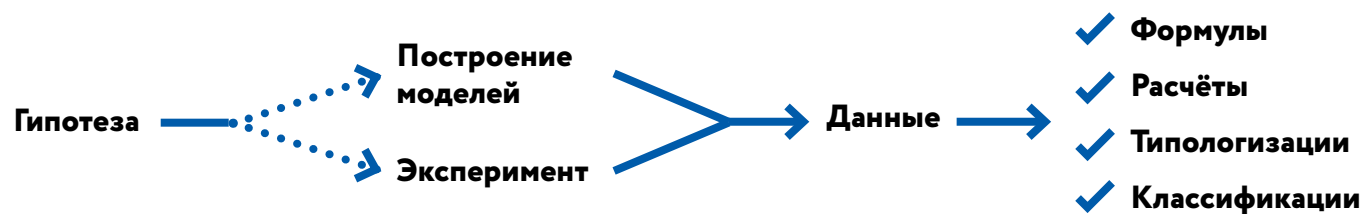
Отметим, что программа, в отличие от плана, должна предусматривать возможные трудности и варианты действий, возможность поиска дополнительных ресурсов и обращения к ним. Соответственно, программа, представленная в виде последовательности дальнейших действий рабочей группы, может предусматривать договорённости с экспертами о возможном обращении за дополнительными консультациями, в том числе по поводу существующих технических аналогов, обращения к источникам информации и организации понимания содержания этих источников.

Удобными инструментами для оформления программы работ являются ментальные карты. При необходимости проводятся отдельные учебные занятия (если школьники не прошли их в других модулях): формирование программы работ средствами Mind Mapping.

Представление программ работы может включать в себя уточнение деталей, взаимное согласование общих ресурсов, уточнение временных графиков.



5 ПРОВЕРКА ГИПОТЕЗЫ



Строится в режиме работы с аналитическими и численными моделями; экспериментальных проверок.

Решение отдельных задач может потребовать для себя как работы с аналитическими и численными моделями, так и экспериментальных проверок.

Например, при известных общих законах преломления света и коэффициентах преломления конкретных прозрачных веществ, может потребоваться отдельно нарисовать график для луча света, пропущенного через слой стекла и слой воды заданной толщины, в зависимости от угла. Школьникам это может быть нужно хотя бы для того, чтобы подтвердить самим себе не вполне очевидную с точки зрения здравого смысла теоретическую закономерность. Тем более, не всякая сложная геометрическая форма (например, изогнутое стекло автомобиля переменной толщины) может быть легко описана математически, даже при использовании приближённого численного описания может быть необходим эксперимент для уточнения параметров.

В ряде случаев такой опыт имеет и самостоятельную методическую ценность, поскольку позволяет понять, что описываемый объект действительно существует. Например, полезно обнаружить спутник связи и посредством астрономических приборов (найдя его в нужное время в нужной точке неба), и поймав сигнал, и выяснив, чувствителен или нет этот сигнал к атмосферным явлениям, например, обнаружить, что магнитные бури существуют в действительности.

Полученные данные, в зависимости от исходно сформированных требований к результату, сводятся к формулам и расчётным схемам сложных зависимостей, либо оформляются в виде классификационных и типологических схем, позволяющих выразить связь обнаруживаемых эффектов с различными сочетаниями условий, выделить значимые условия и игнорировать не значимые. Контрольные точки состоят в понимании того, насколько работа происходит в соответствии с составленным сетевым графиком и, при необходимости, в его коррекции.

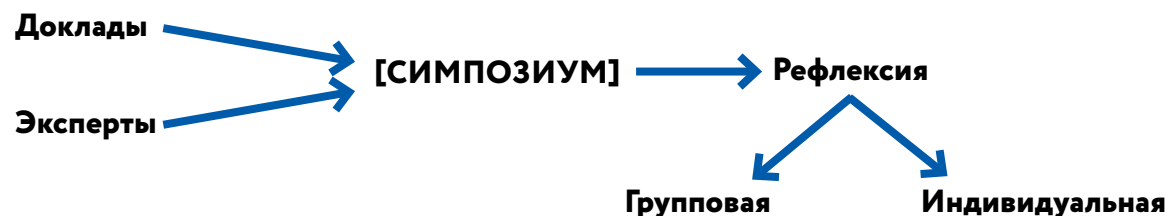
Дополнительно, в силу специфики содержания, необходимо отслеживать, насколько школьники в рамках исследования сосредоточены на решении поставленной задачи, а не увлеклись дополнительными поисками или избыточными уточнениями (что, учитывая способность подростков увлекаться, вполне вероятно).

В этом случае необходима консультация с экспертом, помогающим уточнить важное и не важное именно для данного случая, помочь оформить «неважное» как отдельное возможное направление исследований на будущее.

Результатом решения финальных задач и сборки результата является общее понимание теоретической зависимости, подтверждающей гипотезу полностью, в определённом диапазоне условий либо опровергающей её.



6 ПРЕЗЕНТАЦИЯ И ЭКСПЕРТИЗА ПОЛУЧЕННОГО РЕЗУЛЬТАТА



Строится в форме симпозиума.

Общее представление полученных результатов и выводов проходит в форме научного симпозиума.

При подготовке к симпозиуму стоит обратить внимание рабочих групп на следующее.

В случае, если гипотеза подтвердилась:

- что позволило её с самого начала (или после освоения учебного материала) сформулировать правильно, предметная интуиция, существующие аналогии, в том числе явные логические разрывы в не подтвердившихся гипотезах, общие эстетические соображения; примеров таких гипотез в истории науки достаточно;
- не была ли гипотеза слишком тривиальной, в действительности автоматически вытекающей из всего, что уже известно, и не требующей специальной проверки; педагог должен, по возможности, не давать появиться тривиальным гипотезам на предыдущих шагах; но здесь этот вопрос имеет, скорее, методический смысл и может служить отправной точкой для будущей содержательной рефлексии.

В случае, если гипотеза не подтвердилась:

- какую существенную зависимость из тех, что были выявлены в ходе исследования, группа могла заведомо не учесть при формулировке гипотезы; как правило, ложная посылка связана с преувеличением значимости одних условий и преуменьшении значимости к другим или их не учете; безусловно, это можно точно проверить только в ходе исследования;
- как можно было бы переформулировать гипотезу теперь, с учётом полученных данных, либо сформулировать принципиально новую, в том числе на отрицании предыдущей; если новая гипотеза не может быть сформулирована, это, как правило, означает существенный пробел в теоретических знаниях, что может быть отправной точкой для проектирования личного или группового шага развития.

Может быть полезно также (в форме беседы с отдельной группой или факультативной лекции-беседы, открытой для всех) обсудить, что на самом деле в науке означает принцип «отрицательный результат – тоже результат».

Полезны примеры не подтверждённых гипотез, в том числе казавшихся очевидными, несоответствие которых экспериментальным данным привело к принципиальному пересмотру общепризнанных теорий в целом. Можно брать как самые знаменитые эксперименты из истории науки (например, эксперимент по точному определению скорости света, приведший к созданию теории относительности), так и более частные случаи из выбранной сферы исследований.

В целом симпозиум должен проводиться в максимально неформальной обстановке («без погон»); важно, чтобы участники были нацелены на представление своего результата как потенциально общезначимого знания, а не на утверждение своего статуса.

Приветствуются соображения как школьников, так экспертов (в том числе не аргументированные, эвристические) о том, как полученные могут быть далее использованы практически, в том числе независимо от конкретной, как правило достаточно узкой, темы самой исследовательской группы.

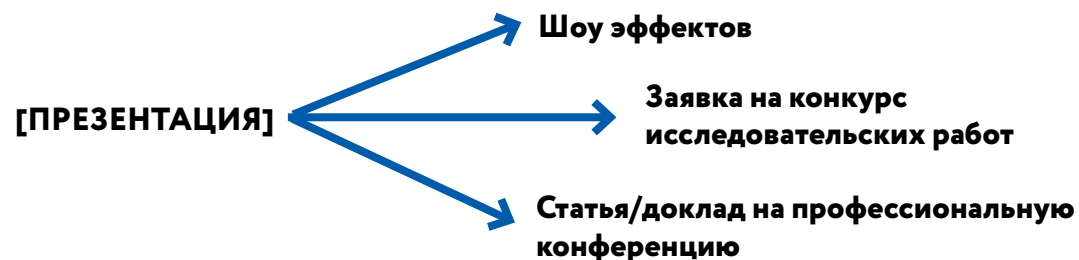
Продуктивен также дополнительный формат свободной коммуникации между участниками разных рабочих групп и экспертами, с уточнением результатов общей дискуссии. Одним из эффектов такой коммуникации может быть приглашение отдельных школьников и групп к участию в работе «взрослых» исследовательских коллективов.

После симпозиума должна быть проведена общая или групповая рефлексия школьников. В результате рефлексии должны быть выделены:

- общие содержательные групповые достижения, возможные перспективы их развития и применения;
- индивидуальные трудности, возникавшие в ходе работы, личные достижения, в том числе связанные с пониманием сложного научного знания, решением сложных задач;
- перечень возможных будущих интересов, связанных с приобретённым опытом и результатами, в том числе: социальные (признание, статус, профессиональная карьера); содержательные (направления исследований и разработок); образовательные.

Результат индивидуальной рефлексии может быть представлен в виде текста или слайд-шоу (в том числе с фрагментами видео). Возможен также результат групповой рефлексии, отражающий как содержание итогового выступления, так и результаты обсуждений в ходе симпозиума.

7 ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ



Строится в форме публичной презентации.

Возможности публичной презентации для заведомо не подготовленной публики в данном формате ограничены.

Исключение составляют результаты, которые позволят продемонстрировать новые интересные явления и эффекты, вызывающие удивление у массового зрителя и потенциально легко объяснимые без обращения к сложным научным понятиям и эффектам.

В случае, если школьники и эксперты в ходе симпозиума обнаружат результаты исследований, которые могут быть представлены в таком формате, их представление должно проектироваться в формате «научного шоу», например, в рамках общей программы деятельности кванториума, его открытых публичных мероприятий и мероприятий, направленных на позиционирование современной науки среди различных целевых групп.

При проектировании шоу методически важно, чтобы сами авторы обнаруженного эффекта могли себя представить именно как авторы, а не как исполнители, действующие по инструкции, хотя бы и очень сложной. Это требует определённой театральности, следовательно, участия в подготовке шоу дополнительных специалистов, кроме педагога и экспертов, и, возможно, специализированных тренингов для школьников, не связанных напрямую с содержанием их деятельности.

Более реальная возможность представить полученный результат – опубликовать его в форме научной статьи, доклада на профессиональной конференции либо работы на один из конкурсов исследовательских работ школьников.

Первые варианты позволяют школьникам:

- освоить профессиональную норму оформления научных результатов, соответствующую сфере исследований и часто отличающейся от средней нормы оформления «научных работ» в общем и дополнительном образовании;
- получить отзывы представителей профессионального сообщества, заведомо (в отличие от привлечённых экспертов) не вовлечённых в процесс исследования, что позволяет более объективно оценить значимость результата.

Последний вариант позволяет школьникам решить, скорее, социальные, а не содержательные задачи:

- заявить свой особый социальный статус среди сверстников (что может быть весьма значимо в определённых социальных средах);
- попасть в состав перспективных абитуриентов вузов, на базе которых работают научные и инженерные школы, нуждающиеся в реальном пополнении молодыми перспективными кадрами, отобранными не по академическим показателям.

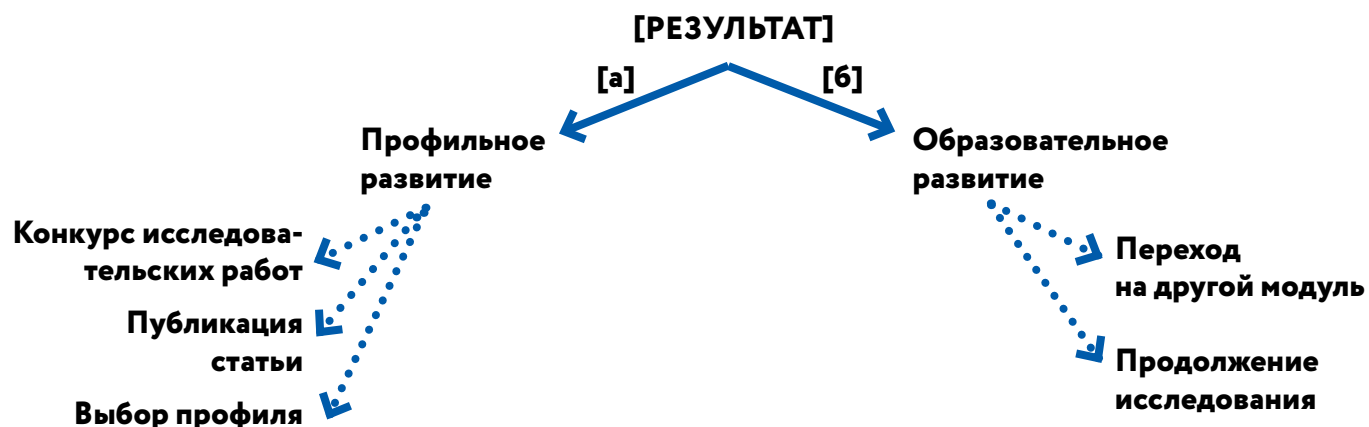
Для многих школьников эти задачи важны сами по себе.

Здесь важно учесть следующее: большинство конкурсов проводятся среди индивидуальных исследовательских работ, в то время как результат в данном формате (как и в любом реальном исследовании), как правило, является групповым.

Здесь возможны организационное и социально-педагогическое решения:

- поиск конкурсов, в которых могут быть представлены именно групповые работы;
- организация групповой рефлексии, в результате которой каждый участник (в том числе при помощи других) сможет оценить свой собственный вклад в работу группы, оформить его как личный результат внутри группового.





Этот шаг существенно определяется как результатом рефлексии, так и выбором, сделанным относительно публичной презентации, поскольку в любом случае участие в этом шаге требует от школьника значительной дополнительной работы.

В зависимости от сформулированных будущих интересов и приоритетов, возможны:

- индивидуальное и групповое участие в подготовке научных шоу, конкурсах исследовательских работ с использованием и оформлением полученного результата;
- продолжение индивидуальной или групповой исследовательской деятельности, в иных формах поддержки исследовательской деятельности школьников, в том числе в специализированных центрах дополнительного образования и на базе заинтересованных академических сообществ;
- аргументированный выбор следующего модуля, связанного с инженерной деятельностью, в рамках общей программы кванториума, в том числе с обозначением собственной темы или сферы интересов для разработок;
- аргументированный выбор образовательного профиля и направления дальнейшей профессионализации.