

Автономная некоммерческая организация
дополнительного профессионального образования
«Открытое образование»

УТВЕРЖДАЮ:
Директор АНО ДПО
«Открытое образование»

_____ / А.А. Попов
подпись *расшифровка подписи*

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ
«МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ФИЗИКЕ»**

Возраст обучающихся: 14-18 лет
Срок реализации: 5 дней (20 ак. часов)

Москва, 2020 г.

Пояснительная записка

Автономная некоммерческая организация
дополнительного профессионального образования
«Открытое образование»

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ
«МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ФИЗИКЕ»

Возраст обучающихся: 14-18 лет
Срок реализации: 5 дней (20 ак. часов)

Фамилия	Имя	Отчество	ОУ	Класс
Блинов	Даниил	Евгеньевич	МБОУ ХМР СОШ п. Луговской	9
Перепелкин	Савелий	Николаевич	МБОУ ХМР СОШ п. Луговской	9

Москва, 2020 г.

Техническое направление программы включает детей в практики создания искусственно-технических объектов, построенных по законам природы. Программа предполагает пропедевтику базовых представлений о конструировании, моделировании и техническом воплощении идей. Программа обеспечивает обучающимся возможность проанализировать контексты, определяющие потребности в том или ином инженерном изобретении, рассмотрения вопросов технического обеспечения современной жизнедеятельности. Основу программы составляет пробно-поисковые исследовательские физико-математические задачи.

Математика и физика всегда были неотъемлемой и существенной составной частью человеческой культуры, она является ключом к познанию окружающего мира, базой научно-технического прогресса и важной компонентой развития личности. Очень часто под основной целью математического и физического образования подразумевают подготовку к будущей профессии, к поступлению в вуз. Но не менее важно воспитать в человеке способность понимать смысл поставленной перед ним задачи, умение правильно, логично рассуждать, усвоить навыки алгоритмического мышления. Каждому необходимо научиться анализировать, отличать гипотезу от факта, критиковать, схематизировать, отчетливо выражать свои мысли, с другой стороны - развить воображение и интуицию (пространственное представление, способность предвидеть результат и предугадать путь решения). Иначе говоря, математика и физика нужны для интеллектуального развития личности, дают широкое поле для исследования.

В условиях дистанционного образования на развитие учащихся, формирование познавательного интереса наиболее успешно влияют самостоятельные работы поискового и исследовательского характера. Такими видами деятельности являются практические работы с элементами исследования. Исследовательская деятельность – самостоятельная деятельность учащихся, но учитель может управлять процессом появления и преодоления затруднений, прогнозировать их появление. При определении задач и конкретных методических приемов осуществления педагогической поддержки следует исходить из индивидуальных особенностей школьников, осознания ими самими проблем и затруднений в исследовательской деятельности.

Под исследовательской задачей понимаются конкретные аспекты поставленной научной проблемы, выяснение которых направлено на ее решение. Такие задачи предполагают решение проблемы, ответ на которую не является очевидным и не может быть получен путем прямого применения известных схем. Решение проблемы является сложным процессом мыслительной деятельности человека, направленной на преобразование предмета, описанного в содержании задачи, разрешение противоречия между условием и требованием задачи, получение познавательного результата. Решение таких задач имеет для учащихся большое развивающее и воспитательное значение. Они способствуют развитию мышления, его определенного стиля, культуры, формируют геометрические, физические представления. Навыки самостоятельной и исследовательской работы, способствуют более глубокому пониманию математики и физики.

Однако в подавляющем большинстве школ под индивидуальной исследовательской работой понимается полуреферативная работа, в которой ученик проявил некоторую самостоятельность в изложении внепрограммного материала. Разумеется, такая работа, сделанная самостоятельно, может быть во многих отношениях полезной. С другой стороны, при массовом и обязательном применении этой формы работы в российских

условиях стоит ожидать потока халтурных компиляций или просто скачанных из интернета работ.

Но, как бы там ни было, внеурочная форма исследовательской работы школьников за последние 20 лет стала заметной частью физико-математического образования в России (со своими плюсами и минусами).

Однако этого нельзя сказать о другой форме применения исследовательских подходов при обучении физике и математике – работе на уроке в массовой школе. Любая нестандартная задача содержит в себе тот или иной элемент исследования, необходимость обобщать, делать предположения, проверять гипотезы и т.д. Но в практике время отводится исключительно на усвоение «теоретического материала» и «прорешивание» необходимого для экзамена набора упражнений. Сложные, нестандартные, олимпиадные задачи «среднему» ученику не по силам, в результате чего большинство учеников не получают на уроках физики, математики опыта удовольствия от самостоятельного открытия, а их общие мыслительные умения развиваются недостаточно. Наконец, заметим, что проведение пошагового исследования на подобных уроках гораздо ближе к привычной ученику деятельности в области физики и математики, чем написание реферата на заданную тему. Реферативная работа часто воспринимается учениками как отдельная форма деятельности, мало связанная с общими задачами физико-математического образования, исследовательские же задачи поддерживают интерес к основным курсам и развивают разнообразные физико-математические умения, необходимые, в частности, и для успешной сдачи экзаменов.

Основными причинами редкого использования исследовательских задач в образовательном процессе в рамках урока в массовой практике можно назвать следующие:

1) Отсутствие необходимого учебного времени

Проведение учениками самостоятельного или группового исследования по теме, входящей в обязательную программу, а тем более по теме, выходящей за пределы программы, требует **дополнительного учебного времени**. Систематический рассказ учителя с грамотно выстроенной системой упражнений и задач по новой теме требует в два-три раза меньше времени на её освоение, чем самостоятельная (групповая или индивидуальная) работа учеников, направленная на исследовательское решение новой проблемы. Современные учебные программы в России содержат **очень большой объём изучаемого материала**, временные затраты на изучение которого рассчитаны авторами программ исходя из традиционных целей и методов преподавания. У учителя практически нет резерва времени, чтобы позволить себе проводить с учениками исследование на уроке. Если это рассуждение и не во всём объективно верно, то воспринимают ситуацию большинство российских учителей именно так.

2) Отсутствие опыта исследовательской работы у самих учителей

Учителя ни в своём школьном детстве, ни при обучении в институте, как правило, не имели опыта исследовательской работы. Многие исследовательские задачи школьного уровня трудны даже для сильных учителей, так как непривычны своей постановкой. Требуются специальные курсы по обучению учителей как решению таких задач, так и организации исследовательской работы в классе. Наш опыт показывает, что

заинтересованные учителя овладевают этими умениями и приобретают вкус к решению таких задач достаточно быстро.

3) Отсутствие хорошего набора исследовательских задач, посильных обычным школьникам

Набор хорошо подобранных учебных задач – главный инструмент качественного обучения математике. В отличие от создания упражнений для отработки навыка или технического приёма, создание новой учебной задачи (интересной, красивой, глубокой и т.д.) – процесс творческий и потому непредсказуемый. Невозможно сесть и за два часа придумать хороший набор исследовательских задач по данной теме. Не очень сложных исследовательских задач пока накоплено явно недостаточно (см. некоторый набор таких задач в книге Сгибнева, 2015). Можно надеяться, что через 20–30 лет совместные усилия педагогов разных стран приведут к тому, что собрание таких задач станет богаче, но на данный момент ни в одном российском учебнике или учебном пособии **нет достаточного набора исследовательских задач**, которые учитель мог бы регулярно применять при работе в массовой школе.

4) Сложность в планировании и управлении уроком, построенным по модели исследования

Опытный учитель легко создаёт план урока, построенного по традиционным моделям. В классических формах работы легче оценить необходимое время, синхронизировать работу сильных и слабых учеников, давая сильным ученикам дополнительные, более трудные задачи, добиться выполнения поставленных задач. При решении классической задачи опытный учитель может легко подтолкнуть ученика, указав ему следующий шаг решения, при решении же исследовательской задачи это часто сделать гораздо сложнее, и поэтому есть риск, что ученики будут длительное время «буксовать». Одним словом, урок, на котором школьники проводят самостоятельное исследование, требует от учителя **больших импровизационных и организационных умений, большей гибкости в определении учебных целей и оценивания их достижения**. При современной перегруженности учителей для регулярной подготовки более сложного по форме проведения урока у большинства учителей просто нет ресурсов.

5) Сложность в оценивании исследовательской работы по математике

Часто результатом проведённого на уроке исследования является не полное решение поставленной проблемы, а некоторые частичные продвижения в понимании ситуации. Например, одним из результатов может быть опровержение выдвинутой самим учеником неверной гипотезы. В исследовательской задаче в большей мере **важен процесс решения**, а не достигнутый результат. Фиксация этого процесса, а тем более оценивание его по некоторым заранее созданным критериям часто вызывает большие трудности. Оценить стандартную самостоятельную (контрольную) работу, проверяющую конкретные умения и навыки по данной теме, гораздо проще, чем исследовательскую работу, в которой отражён индивидуальный ход мысли ученика. Так как система оценивания (система обратной связи с учеником) в целом является проблемной зоной российской школы, учителя опасаются, что **без привычного оценивания школьники не будут достаточно**

серьёзно относиться к такой форме работы. Таким образом, исследовательские задачи причисляют к «полуигровым» приёмам обучения, иногда необходимым для психологической разгрузки, но далёким от основных задач и методов обучения.

б) Влияние заданий итоговой аттестации на формы учебной деятельности на уроке

Какие бы прекрасные задачи физико-математического образования ни были прописаны в концепции развития российского образования или в преамбуле учебной программы, реальные формы работы, типы задач, акценты при изучении той или иной темы во многом **определяются типами заданий, предлагаемых на итоговой аттестации.** Так, в вариантах Единого государственного экзамена, например, по математике только две последние задачи (задача с параметром и задача о свойствах некоторого класса чисел) с большой натяжкой можно назвать задачами на исследование: чтобы справиться с этими задачами при крайне малом количестве времени на экзамене, ученик должен владеть многими нестандартными, хотя формально и не выходящими за рамки программы методами. Однако эти задачи предназначены для учеников самого высокого уровня и на ситуацию с массовым школьным образованием совершенно не влияют. Так как в целом массовое и математическое, и физическое образование в России находится в довольно плачевном состоянии (согласно отчетам ФИПИ около половины выпускников не усваивают программу 10–11 классов), ожидать введения в итоговую аттестацию большего числа задач с элементами исследования не приходится. Таким образом, **форма современного экзамена никак не стимулирует учителя и учеников массовой школы решать задачи исследовательского характера.**

Поэтому данная программа есть попытка пока через сегмент «дополнительного образования» дать возможность учащимся 8-9-х классов погрузиться в мир исследовательских задач через организацию своих пробно-поисковых действий. А для этого необходимо было подобрать, найти «хорошие» исследовательские, поисковые задачи. В замечательной книге А. И. Сгибнева «Исследовательские задачи для начинающих» (см. Сгибнев, 2015) дается следующая характеристика хорошей исследовательской задачи: «хорошая задача для начинающих – та, в которой есть естественный параметр, по которому можно двигаться в исследовании, т.е. легко выделяемая последовательность частных случаев, так что в каждый момент ученик сам понимает, что можно делать дальше». Добавим, что для работы с разными по уровню физико-математической подготовки особенно полезно, когда в решении задачи может быть непривычным для учеников образом использован известный им программный материал. Кроме того, важным критерием при работе с неоднородной группой подростков является возможность движения как небольшими, так и более крупными шагами, а также наличие у задачи естественных обобщений.

Итак, предлагаемая программа сориентирована на формирование активной личности, мотивированной к самообразованию, обладающей достаточными навыками и психологическими установками к самостоятельному поиску, отбору, анализу и использованию информации. Особое внимание уделяется познавательной активности учащихся, их мотивированности к самостоятельной учебной работе. В связи с этим при организации учебно-познавательной деятельности предполагается самостоятельный выбор учащимся определенной исследовательской задачи с последующей защитой готового продукта в виде презентации, проекта, модели и т.д.

Программа соответствует требованиям приказа Министерства просвещения Российской Федерации от 09.11.2018 г. № 196 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам» и основных положений Методических рекомендаций по проектированию дополнительных общеразвивающих программ (включая разноуровневые программы), рекомендованных Министерством образования и науки Российской Федерации (письмо от 18.11.2015 № 09-3242)

Программа подразделяется на пять блоков: 1 блок – парадоксы моделирования; 2 блок – пробно-поисковые действия на выбор подростков; 3 блок – интерактивная математика и исследовательские физические задачи; 4-5 блок – проектная физико-математическая проектная задача

Каждый блок включает в себя различные образовательные формы: экспертные лекции, проектно-аналитические сессии, работу в группах и др. Образовательная задача каждого блока оформляется в логике актуальных проблем профессиональной, социальной, экзистенциальной жизни участников. Организация учебной деятельности представляет собой «движение» от моделирования к пробно-поисковым действиям в рамках исследовательских задач и далее — к оценке, взаимооценке и рефлексии. В целях корректной реализации данного процесса в программе предусмотрена организация тьюторского сопровождения участников. Также данная программа выступает в качестве региональной стажировочной площадки для педагогов дополнительного образования по освоению технологий индивидуального сопровождения и интенсификации обучения, которые они смогут применить на муниципальном уровне в рамках собственной практики.

В связи с тем, что программа реализуется полностью в удаленном формате с применением дистанционных технологий образовательный процесс строится с применением педагогов в разных позициях (педагог-модератор, педагог-тьютор, педагог-консультант, педагог-эксперт, педагог-организатор). Поэтому в рамках данной программы происходит разносторонняя система повышения квалификации педагогов.

Направленность программы: техническая.

Цель данной программы – обеспечение возможности учащимся попробовать себя в решении серии исследовательских задач по физике и математике через организации пробно-поисковых действий в малой группе сверстников с использованием сетевых и дистанционных технологий.

Для достижения этой цели в ходе программы необходимо будет решить следующие задачи:

- исключение формального подхода при изучении природных явлений, физических законов, математических описаний физических процессов;
- использование для познания окружающего мира различных методов (наблюдение, измерение, опыт, эксперимент, моделирование и др.);
- определение структуры объекта познания, поиск и выделение значимых функциональных связей и отношений между частями целого;
- умение разделять процессы на этапы, звенья, выделять характерные причинно-следственные связи;
- сравнение, сопоставление, классификация, ранжирование объектов по одному или нескольким предположениям, основаниям, критериям;
- умение различать факт, мнение, доказательство, гипотезу, аксиому;
- исследование несложных практических ситуаций, выдвижение предположений, описание результатов этих работ;

- использование для решения познавательных задач различных источников информации, включая энциклопедии, словари, Интернет ресурсы и другие базы данных;
- приобретение знаний по физике и математике в результате самостоятельной умственной деятельности. Овладение умениями применять полученные знания для объяснения процессов и явлений природы, использовать знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни.

Помимо задач для подростков, для педагогов важны две задачи:

- организация индивидуального тьюторского сопровождения участников программы для обеспечения процесса построения индивидуальных образовательных стратегий.
- организация региональной стажировочной площадки для педагогов дополнительного образования в рамках программы.

Планируемые образовательные результаты

В результате освоения данной программы подростки смогут:

продолжить формирование **базовыми компетенциями**, т.е. умением использовать приобретенные знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни:

- для объяснения физических явлений, происходящих в природе, быту и на производстве;
- для безопасной работы с оборудованием, электронной техникой дома;
- рационального применения простых измерительных приборов.

продолжить формирование **специальными компетенциями**:

- **давать** сущностную характеристику изучаемым законам, явлениям.
- **выявлять** связи и зависимости между изучаемыми явлениями.

продемонстрировать **ключевые компетенции**:

Информационно-технологические:

- **умение** при помощи реальных объектов и информационных технологий самостоятельно искать, отбирать, анализировать и сохранять информацию по заданной теме;
- **умение** представлять материал с помощью средств презентации, проектов.
- **способность** задавать и отвечать на вопросы по изучаемым темам с пониманием и по существу.

Коммуникативные:

- **умение** работать в группе: слушать и слышать других, считаться с чужим мнением, и аргументировано отстаивать свое, организовывать совместную работу на основе взаимопомощи и уважения;
- **умение** обмениваться информацией по темам курса, фиксировать ее в процессе коммуникации.

Учебно-познавательные:

- **умения и навыки** планирования учебной деятельности: самостоятельно и мотивированно организовывать свою познавательную деятельность: ставить цель, определять задачи для ее достижения, выбирать оптимальные пути решения этих задач;
- **умения и навыки** организации учебной деятельности: организация рабочего места, режима работы, порядка и способов умственной деятельности;
- **умения и навыки** мыслительной деятельности: выделение главного, анализ и синтез, индукция и дедукция, классификация, обобщение, построение ответа, речи, формулирование выводов, решение задач;
- **умения и навыки** оценки и осмысливания результатов своих действий: организация само- и взаимоконтроля, рефлексивный анализ.

Формы оценивания

Для оценивания индивидуальных результатов обучения и аттестации учащихся предлагается балльная система оценки каждого этапа модуля.

На всех этапах программы оцениваются четыре типа работ: индивидуальная работа (до 7 баллов); работа в малой группе (до 10 баллов); рефлексивно-оценочная деятельность (до 10 баллов), участие в обсуждениях и дискуссиях (до 5 баллов)

Индивидуальная работа по выбору и решению исследовательских задач: оценивается процесс и результат решения задачи (до 4 баллов), при фиксации процесса решения задачи с помощью видеозаписи своих пробно-поисковых действий (max еще 3 балла). Результат решения и ссылки на видеозапись процесса решения задачи размещается на цифровой платформе «Движение».

Работа в исследовательской группе (max— 10 баллов).

В данном типе работ оценке могут подвергаться: содержательный вклад ученика в работу группы, мыследеятельностная активность, качество выполнения отдельных функций в коллективно-распределенной работе, в отдельных случаях, лидерские способности.

Рефлексивно-оценочная деятельность (max -10 баллов)

В данном типе работ оценке могут подвергаться оценочные суждения участников программы на всех этапах работы.

Общая дискуссия (max— 10 баллов).

Во-первых, педагог оценивает содержательное качество доклада, т.е. работу всей группы. Доклад оценивается на полноту аналитического видения, способность фиксировать в модельных формах решение исследовательской задачи. При оценке очень важны характеристики, показатели, индексы, на основании которых строится презентация результатов работы, а так же те аналитические матрицы и схемы, которые были положены в основу. Эту работу учитель оценивает от 0 до 5 баллов, соответственно, все члены группы получают одинаковые баллы за данный тип работы.

Во-вторых, на общей дискуссии, оценивается работа выступающих или презентующих учеников. Здесь педагог ставит баллы от 0 до 5 за ораторские способности, уровень понимания того, о чем говорит выступающий, а также за ответы на вопросы, как от самого учителя, так и от аудитории.

В связи с тем, что далеко не всегда презентировать разработанный проект может вся группа, остальные участники группы получают баллы (от 0 до 5) за дополнения к докладу, помощь выступающему в ответах на вопросы, а также за вопросы другим группам. Причем баллы должны набираться не только количеством, но и качеством вопросов. Например, кто-то получит «5» баллов за три вопроса, а кто за один и т.д.

Также на понятийном, аналитическом и сценарном этапах предлагается ставить дополнительные баллы за вопросы во время экспертных выступлений.

Ведение рейтинга команд в рамках реализации программы

Методика составления рейтинга на протяжении игры строится на следующих принципах: — в рейтинговании команд участвуют все участники программы;

— в рейтинге отражается любое действие или бездействие как всей команды, так и отдельных ее членов.

Действия в образовательном пространстве оцениваются по системе двух или трех голосований, в зависимости от условий в которых реализуется программа. После проведения общего заседания всем находящимся в зале предлагается выбрать 3 (возможно 2 или 4, в зависимости от общего количества) команды, которые, по их мнению, решили образовательную задачу, поставленную перед командами, оптимально, обязательно называются критерии оценки (например, подробность и правильность карты, соотношение социальной и экономической систем и возможность их совместного существования в одном пространстве и т.д.). После подсчета голосов выводятся 3 рейтинга по системе трех голосований — общественное (учащиеся), экспертное (ведущий, игротехники, эксперты) и педагогическое (педагоги, консультанты, тьюторы), по каждому из рейтингов выставляются баллы с определенным шагом. Итоговой за этап является сумма этих баллов по трем рейтингам.

Общая структура таблицы баллов:

Команда	Общественность			Эксперты			Тьюторы		
	Голосов	Место		Голосов	Место		Место		
Команда 1	
Команда 2	
...	

Такая система оценки команд позволяет за счет одинакового веса трех оценок снизить влияние различных сговоров на рейтинг и удерживать динамику игры, при которой у каждой команды всегда есть шанс вырваться вперед. Такая динамика, в том числе достигается и за счет того, что на каждом следующем шаге вес оценок увеличивается постепенно количество и шаг между баллами возрастают.

Образовательные форматы

Все занятия проводятся в интерактивном режиме, в формате групповых и общих коммуникаций, тренинговых и пробно-поисковых режимах, экспертных лекциях.

Экспертные лекции носят более теоретический характер и направлены на формирование у участников комплексного представления о моделировании в технических науках

Работа исследовательских групп. Как правило, в группах должно быть от 5 до 7 человек, объединенных лидером, которые выбрали для решения определенную исследовательскую задачу. В ходе работы группа оформляет свой доклад. Педагоги, сопровождающие и координирующие работу исследовательских групп, помогают ученикам сорганизоваться и сформировать наиболее рациональную и результативную логику рассуждений и конструирования, а также консультируют ребят в плане рациональной организации поиска дополнительной информации.

Во время **общего заседания** группы последовательно высказывают свои версии поясняют их, демонстрируя презентационные материалы. В ходе общего обсуждения у участников складывается хотя и вероятностная, но, тем не менее, целостная и обоснованная карта функционирования тех или иных систем и объектов, принципов их действия, особенностях и различиях различных их типов.

В рамках каждого блока программы предусмотрено тьюторское сопровождение участников по построению индивидуальных образовательных стратегий. В свою очередь индивидуальная образовательная стратегия посвящена подбору, решению, оценке исследовательских задач.

Описание содержания программы

Общие положения

Предлагаемый цикл модулей по физике и математике выстроен в следующей логике:
 - модули направлены на актуализацию знаний учащихся по математике и физике за 7 и 8 класс и пропедевтику изучения некоторых разделов в этих предметах в 9 классе. В физике: атмосферное давление, закон Паскаля для жидкостей и газов, закон Архимеда, калориметрия (уравнение теплового баланса и количество теплоты), закон Ома для участка цепи и закон Ленца (мощность тока, преобразование различных видов энергии), движение тела, брошенного под углом к горизонту. В математике: линейная, квадратичная и показательная функции и их свойства, алгебраические преобразования. Физические знания, с одной стороны, являются материалом,—отражающим прикладной аспект математических понятий, с другой стороны, математические модели – инструмент изучения физики. Одно из назначений модулей – введение в математическое моделирование в физике, освоение основных принципов математического моделирования.

Названия и краткое описание модулей в хронологическом порядке.

Модуль 1. «Исследовательская задача и парадоксы моделирования»

Специфика понятийной работы: что такое исследовательская задача. Классификация исследовательских задач по требованию, содержанию, способу задания, решения. Этапы решения исследовательских задач. Моделирование как ключевое действие по решению исследовательских задач. Индивидуальная проба решение задачи на моделирование с использованием цифровой платформы «Движение». Знакомство с перечнем исследовательских задач. Формирование исследовательских групп с помощью цифровой платформы «Движение»

Образовательная задача:

Научиться видеть проблему как основное свойство, характеризующее мышление и переводить ее в задачу. Использовать моделирование как пробно-поисковое действие в ходе решения исследовательской задачи. Соотнести и оценить собственные возможности и интерес к исследовательским задачам.

Учебные задачи:

1. Определить ключевые характеристики исследовательских задач и провести классификацию такого типа задач;
2. Установить роль моделирования при решении исследовательских задач. Продемонстрировать исходные возможности подростков в моделировании при решении физических и математических задач.
3. Выбрать исследовательскую задачу из предложенных и определить формат ее решения (индивидуально или в малой группе).

№ п/п	Наименование разделов (модулей) и тем	Всего часов	В том числе:		Формы промежуточного контроля
			Количество часов на		
			Теор. занятия	Практические занятия	

1	Блок 1. «Исследовательская задача и парадоксы моделирования»	4	1	3	Проверка решения задач на моделирование
1.1	Что такое исследовательская задача (ИЗ), классификация. Моделирование как средство решения ИС		1		
1.2.	Знакомство с цифровой платформой «Движение», регистрация в ней.		-	0,5	
1.3	Проба решения задачи с использованием моделирования		-	1	
1.4	Работа со списком исследовательских задач. Определение формата работы над задачей. Формирование групп по необходимости. Работа на платформе.		1	1,5	

Модуль 2. «Решение исследовательских задач» (по выбору)

Практический модуль дети решают исследовательские задачи в малых группах и представляют доклады от групп или выкладывают их в цифровой платформе «Движения» для того, чтобы можно было бы задать вопросы, оставить свои комментарии и оценку.

Образовательная задача:

Освоение культуры исследования, взаимодействие в группе при решении исследовательской задачи, умение фиксировать процесс решения задачи, использование математических моделей при решении физических задач, умение относиться к итогам решения задач других, оценивая их работу, а также умение отвечать на вопросы тех, кто относиться к решению той или иной задачи.

В данном модуле предлагается набор из пяти задач (на выбор). Минимально можно решить две задачи. Максимально четыре

2.1. Задача «Картезианский водолаз»

В ходе решения задачи учащиеся актуализируют следующие разделы физики 7 класса: закон Архимеда, плотность вещества (тела), атмосферное давление, закон Паскаля для жидкостей и газов.

Постановка учебной задачи: объяснить это физическое явление.

2.2. Задача «Калориметрия в домашних условиях»

В ходе решения задачи учащиеся актуализируют знания по физике 8 класса: количество теплоты, уравнение теплового баланса, удельная теплота плавления, теплоёмкость, погрешность измерения. По математике: составление и решение линейных уравнений, линейная функция.

Постановка задачи:

1 этап. Рассчитать температуру, которая установится в калориметре (термокружке), если смешать 200 г льда из холодильника, взятого при температуре -5°C и 100г воды, взятой при температуре $+30^{\circ}\text{C}$.

2 этап. Провести эксперимент с соблюдением описанных условий. Построить график зависимости температуры от времени.

3 этап. Объяснить полученный график. Сравнить установившуюся в калориметре (термокружке) температуру с расчётной и объяснить их расхождение. Оценить

абсолютную погрешность измерений. Ответить на вопрос: как, за счет чего можно уменьшить погрешность при проведении эксперимента в домашних условиях.

2.3. Задача «*Мощность электрической плиты*».

В ходе проведения модуля учащиеся актуализируют знания по физике 8 класса: количество теплоты, закон Джоуля-Ленца, мощность тока, уравнение теплового баланса, удельная теплота плавления, теплоёмкость, погрешность измерения. По математике: составление и решение линейных уравнений, линейная функция.

Постановка задачи:

1 этап. Измерить время, за которое 300г льда, взятого при температуре -5° растают и превратятся в воду при температуре $+100^{\circ}$ С. Построить график зависимости температуры смеси в кастрюльке от времени. По полученным данным рассчитать мощность электроплиты, на которой происходило нагревание.

2 этап. Объяснить полученный график. Найти в интернете (или в паспорте плиты, если он сохранился дома) значение мощности для данной модели плиты. Сравнить значения мощностей. Рассчитать абсолютную погрешность измерений. Ответить на вопрос: как, за счет чего можно уменьшить погрешность при проведении эксперимента в домашних условиях.

3 этап. По полученным данным, используя закон Джоуля – Ленца рассчитать примерное значение сопротивления спирали (для того режима, в котором проводился эксперимент).

2.4. Задача «*Движение мячика в поле Земли*»

В ходе проведения модуля учащиеся получают постановку учебной задачи по разделу физики 9 класса: движение под углом к горизонту, равноускоренное движение, свободное падение. По математике: квадратичная функция, построение графика квадратичной функции, парабола.

Постановка задачи:

1 этап. Собрать пусковую установку из подручных материалов (можно использовать канцелярские резинки), которая позволяла бы запускать мячики в горизонтальном направлении с разной скоростью. При этом дальность полета не должна превышать 2-2,5 метра, высота, на которой находится установка должна быть не меньше 1 м.

2 этап. Снять на видео полёт мячиков, выпущенных с разной скоростью. Максимально точно измерить время, за которое мячики, выпущенные с разной скоростью, достигнут земли. Сравнить это время и сделать выводы. Объяснить наблюдаемое явление.

3 этап. Написать в общем виде формулу, описывающую траектории полета мячика (зависимости положения мячика над землей от удаления от места старта).

4 этап. Подготовить презентацию с использованием снятого видео, которая бы объясняла наблюдаемое явление.

2.5. Задача «*Полоскание белья*»

В ходе решения задачи учащиеся получают представления о показательной функции, о принципах математического моделирования.

Постановка задачи:

«У вас есть тряпка, в которой после отжима всегда содержится 1 л мыльного раствора (примите «мыльность» этого раствора за 1). И есть 10 л чистой воды («мыльность» которой равна 0). Необходимо использовать 10 литров чистой воды максимально эффективно для полоскания тряпки, чтобы минимизировать количество мыла в ней. Предложите свой алгоритм использования чистой воды. Ответ обоснуйте математически».

- 1 этап. Придумайте алгоритм использования чистой воды для полоскания тряпки.
2 этап. Постройте график зависимости количества мыла в тряпке от времени для разработанного вами алгоритма.

№ п/п	Наименование разделов (модулей) и тем	Всего часов	В том числе:		Формы промежуточного контроля
			Количество часов на		
			Теор. занятия	Практические занятия	
1	Блок 2. «Решение исследовательских задач» (по выбору)	4	0,5	3,5	Доклады от групп, размещение докладов на цифровой платформе «Движение»
1.1	Решение исследовательских задач (от 2-х до 4-х) за определенное время		-	2,0	
1.2.	Представление результатов решения задач		-	1,0	
1.3	Рефлексивное выступление экспертов		-	0,5	

Организационные требования

В проектировании и проведении участвуют следующие специалисты: разработчики модулей (списки прилагаются в Приложении 1) – математики и физики (5 человек), ведущие модулей (2-3 человека) ведущие потоков (5-6 человек), групповоды (желательно) – 30-40 человек из числа старшеклассников или педагогов, организаторы модулей.

Общий формат взаимодействия с учащимися таков:

- ведущий модуля ставит учебную задачу;
- учащиеся, предварительно распределенные по группам, расходятся по отдельным «кабинетам» (в Zoom или Teams). 5-8 человек в группе. По возможности работу групп курируют групповоды;
- учащиеся в группе выполняют действия в рамках поставленной учебной задачи. Список материалов сообщен организаторам заранее и учащиеся обеспечены материалами заранее (один ученик из группы, групповод или каждый учащийся – в зависимости от обстоятельств каждой группы);
- учащиеся могут делать совместные презентации, писать тексты в Google-формах или иных программах, позволяющих организовать совместную работу, обмениваться файлами, снимать и монтировать видео и т.п.;
- после выполнения задачи учащиеся делают доклады о проделанной работе в потоках (5 потоков по 50 человек – 7-8 групп в потоке), которые ведут руководители потоков;
- при необходимости, учащиеся собираются вместе (250 человек) для общего обсуждения.

Техническое обеспечение модуля

- общий список материалов необходимых для решения задач дан в приложении 2;
- рекомендуемые варианты обеспечения учащихся материалами:
- с учащимися предварительно обсуждают список необходимых материалов и решают, кто для какого модуля готовит необходимые материалы, которые подобраны так, что большинство из них есть в каждом доме. Во время проведения модуля именно этот учащийся проводит эксперимент, а остальные наблюдают за ним через веб-камеру; возможен вариант, когда все учащиеся в группе проводят эксперимент самостоятельно;

- учащиеся одной группы собираются в школе (если эпидемическое положение позволяет) в отдельном помещении и используют для проведения эксперимента материалы, приборы и инструменты, которые находятся в школе, предварительно подготовленные организаторами;

- групповод (педагог или старшеклассник) готовит все материалы сам и дети наблюдают за его действиями через веб-камеры.

Модуль 3. «Придумай и реши свою исследовательскую задачу»

Предлагается участникам придумать свою физико-математическую, математическую или физическую исследовательскую задачу. При составлении исследовательской задачи должны соблюдаться определенные правила:

- 1) задача должна содержать противоречие, но иметь достаточное условия для его решения;
- 2) в тексте задачи, исходя из необходимости, может быть указана литература, которой можно воспользоваться, а также даны ссылки на возможность использования помощи при возникновении затруднений в его выполнении;
- 3) задача должна предусматривать различные формы работы, в том числе сотрудничество с другими участниками поиска.
- 4) в комментариях к задаче должны быть предусмотрены этапы рефлексии (осознания поиска);
- 5) выполнение задания может происходить с использованием не только теоретических, но и экспериментальных методов исследования;
- 6) задача может иметь неполное условие в случае, если имеется доступ в процессе его решения к носителям информации в электронном и печатном виде.
- 7) задача может иметь многовариантное решение.

Образовательная задача:

Разработка исследовательских задач самими подростками, с одной стороны, создает реальный банк исследовательских задач, которые могут быть использованы в реальной образовательной практике не только дополнительного, но и основного образования. С другой стороны, позволяет через рефлексию понять уровень освоения учащимися понятия «исследовательская задача» и «моделирования» как реального средства решения подобного типа задач.

Учебные задачи:

- 1) отрефлексировать понятие «исследовательская задача» и определиться с темой и видом исследовательской задачи. Найти себе единомышленников для ее составления и ее решения;
- 2) отработать алгоритм (методику) составления исследовательских задач с использованием различные методы исследования (теоретического анализа и синтеза, экспериментального, моделирования и т.д.);
- 3) находить несколько вариантов решения, выбирать и обосновывать наиболее рациональный;
- 4) рецензировать и оценивать собственную работу исследовательского характера, а также работы товарищей

№ п/п	Наименование разделов (модулей) и тем	Всего часов	В том числе:		Формы промежуточ ного контроля
			Количество часов на		
			Теор.	Практически	

			занятия	е занятия	
1	Модуль 3. «Придумай и реши свою исследовательскую задачу»	4	0,5	3,5	Доклады от групп, размещение докладов на цифровой платформе «Движение»
1.1	Разработка и решение своей исследовательской задачи		-	2,0	
1.2.	Публикация текстов исследовательских задач и их решения		-	1,0	
1.3	Рефлексивное выступление экспертов		-	0,5	

Модуль 4. Решение проектной задачи

Роль проектных задач для переноса физико-математических учебных знаний, умений и навыков в практическую жизнь. Отличие проектных задач от исследовательских. Структура проектной задачи. Отличие проектной задачи от проекта. Решение проектных задач на физико-математическом материале с использованием дистанционных технологий, в том числе цифровую платформу «Движение»

Образовательная задача

Используя физико-математические знания и умения, необходимо решить проектную задачу (по выбору группы), направленную на поиск нового способа решения предлагаемой задачи в составе малой группы.

Пример проектной задачи:

«Мы живем на дне воздушного океана. Атмосфера и атмосферное давление играет огромную роль в жизни человека, растений и животных. Мы дышим и обогащаем организм кислородом, в растениях происходит фотосинтез, в результате которого углекислый газ превращается в кислород. Звуки передаются на расстояния именно благодаря наличию атмосферы. Воздух не видим, но проявление его существования ощущается постоянно и повсеместно. А много ли у нас воздуха, например в комнате? Как определить его массу? На весы не положишь, поэтому непосредственно взвешиванием это не сделать. Значит, нужно использовать физические законы и с помощью физических формул и математических преобразований получить конечный результат. **Задача: определить массу воздуха в твоей (вашей) комнате»**

Порядок работы (выполнение последовательно ряд заданий):

- 1.Оцените массу воздуха в комнате хотя бы примерно, чтобы сравнить ваше предположение с полученным в ходе работы результатом.
- 2.Подумайте, от чего зависит масса воздуха.
- 3.Предложите способы определения массы. Оцените, какой из предложенных способов более точный.
- 4.Выполните краткую запись задачи, используя необходимые формулы и выполнив соответствующие преобразования.
- 5.Подумайте, какие приборы вам нужны для работы.
- 6.Продумайте оформление задачи
- 7.Проведите эксперимент и необходимые вычисления. Сравните полученный результат с вашим предположением.
- 8.Оцените погрешности, допущенные в работе.
- 9.Одинакова ли масса воздуха в комнате зимой и летом?

10. Выясните, из каких газов состоит атмосферный воздух и каково их процентное соотношение.

11. Подготовьте защиту работы внутри группы и составьте вопросы, которые могут быть заданы выступающим.

№ п/п	Наименование разделов (модулей) и тем	Всего часов	В том числе:		Формы промежуточного контроля
			Количество часов на		
			Теор. занятия	Практические занятия	
1	Модуль 4. «Придумай и реши свою исследовательскую задачу»	8	2	6	Доклады от групп, размещение докладов на цифровой платформе «Движение»
1.1	Выбор и решение проектной задачи внутри малой группы		-	2,0	
1.2.	Публикация текстов решения проектных задач на цифровой платформе		-	1,0	
1.3.	Обсуждение результатов взаимной оценки решения проектных задач		-	1,0	
1.4	Рефлексивное выступление экспертов, подведение итогов, рефлексия участников		-	2,0	

Техническая платформа (Материально-технические условия реализации программы)

- Вебплатформа ZOOM для организации удаленного формата взаимодействия всех участников образовательного процесса: 4 часа – на работу с детьми и педагогами; 2 – часа, на онлайн консультации детьми и педагогами. Необходимо секционные залы для работы малых групп (группа до 10 человек). Необходимо 25 секционных залов.

- Цифровая платформа «Движение» для организации решения исследовательских и проектных задач индивидуально и в малых группах, а также публичной оценки результатов решения задач.

Качественная характеристика педагогического состава

Требования в предметной области:

- навыки работы в межпредметном и метапредметном тематических пространствах.
- профессиональные навыки решения исследовательских и проектных задач;
- навыки организации продуктивных форм коллективного мышления, коммуникации и деятельности. Навыки проблематизации. Навыки управленческой рефлексии.
- навыки ситуативной самоорганизации.

Требования в области владения ИКТ:

- навыки работы с универсальными информационными инструментами.
- знакомство и навыки работы с аналитическими интернет-ресурсами.
- знакомство и навыки работы с базами данных (в тех программах, где используются базы данных).
- навыки работы или способность овладеть методами работы с информационными и справочными системами.

Позиционная структура педагогического состава.

Для проведения модуля необходимы следующие позиции (содержательно они обоснованы во введении):

Ведущий— отвечает за реализацию образовательной программы модуля в ее полноте; является ведущим на общих заседаниях.

Ведущий должен:

- ориентироваться в предмете;
- иметь опыт проведения интенсивных образовательных мероприятий;
- обладать навыками организации коллективной коммуникации;
- обладать мыследеятельностными и коммуникативными навыками.

Эксперт— отвечает за поддержание достаточного знания уровня в модуле: проводит консультации, активно участвует в обсуждениях во время общей работы (это может быть учитель физики или математики). Эксперт должен:

- хорошо ориентироваться в теме каждого модуля;
- уметь формулировать аналитические суждения
- задавать вопросы, продвигающие участников в понимании темы модуля.

Тьюторы— группотехники, модераторы в группах (соответственно количеству групп; это могут быть студенты-практиканты или молодые учителя). Тьюторы должны:

- знать теории педагогики самоопределения;
- владеть навыками организации групповой работы;
- уметь соотносить содержание учебного материала с индивидуальными образовательными стратегиями учеников.

Технический персонал

Системный администратор —отвечает за все технические вопросы, организует работу в Сети во время трансляции общих мероприятий. Он должен:

- владеть навыками работы со всем техническим оборудованием, используемым в процессе обучения;
- быть организационно мобильным.

Требования к администрации.

— придание модулям статус особенного события («аналитическая игра», «тренинг», и т.п.);

— создание всех необходимых организационных условий для проведения модулей;

— проведение предварительного собрания с родителями, на котором будет объяснено, что данное мероприятие носит важный образовательный характер и т.п.

— организация предварительного знакомства учеников с программным обеспечением, необходимым для полноценного прохождения образовательной программы (по необходимости);

— участие в реализации образовательного процесса лишь при формулировании технических заданий и общего ознакомления с ходом работ.

Требования к начальной подготовке обучаемых

— учащиеся должны владеть хотя бы начальными навыками самоорганизации, организации коллективной и индивидуальной работы.

— учащиеся должны владеть основами компьютерной грамотности и работы с образовательными ресурсами Интернет.

Литература для учащихся

1. В.Н Ланге: «Экспериментальные задачи на смекалку». Москва. Просвещение.
2. Я.И. Перельман: «Занимательная физика. Часть №1 и №2». Домодедово. ВАП. 1994 г.
3. CD-ROM: «Лабораторные работы по физике. Виртуальная физическая лаборатория». Дрофа.
4. Пинский А.А. Задачи по физике. — М.: Физматлит, 2003.
5. Толпыго А.К. Тысяча задач Международного математического Турнира городов. — М.: МЦНМО, 2009.

6. Сгибнев А.И. Исследовательские задачи для начинающих. 2-е изд., испр. и доп. — М.: МЦНМО, 2015. — 136 с.
7. Фридман Л.М. и др. Как научиться решать задачи. М.: «Просвещение», 1979.
8. Шарыгин И.Ф. Уроки дедушки Гаврилы, или Развивающие каникулы. М.: Дрофа, 2003
9. Калимуллина А.М. Математические модели в теории и в жизни. Электронный ресурс, <https://nsportal.ru/ap/library/drugoe/2012/04/13/matematicheskie-modeli-v-teorii-i-v-zhizni>
10. Щедровицкий П.Г. Формула развития. Сборник статей. — М.: «Архитектура», 2005.

Литература для учителей

1. Давыдов В.В. Теория развивающего обучения. М.: «ИНТОР», 1996. 544 с.
2. Проектные задачи в начальной школе. Пособие для учителей общеобразовательных учреждений / под ред. А. Б. Воронцова – М.: Просвещение, 2011 –
3. Сборник междисциплинарных исследовательских задач// Библиотека МЭШ, 2020 электронный ресурс <https://uchebnik.mos.ru/composer3/document/24371813/view>
4. Григорьева И.С. Математика и жизнь, или парадоксы моделирования Электронный ресурс,
5. Григорьева И.С. Измеряем и усредняем // Математика для школьников. – 2010, – № 1. – С. 52-64.
6. Открытая модель дополнительного образования региона. // Коллективная монография / под научной редакцией Попова А.А., Прокуровской И Д - М.: ООО «ДОД», 2008г. - 240с.

