

Министерство Просвещения Республики Казахстан
Национальная академия образования им. Ы. Алтынсарина



**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ
ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ С ПРИМЕНЕНИЕМ STEM ПОДХОДА ПО
ФИЗИКЕ (7-11 КЛАССЫ)**

Астана, 2025

Рекомендовано Научно-методическим советом Национальной академии образования им. Ы. Алтынсарина (протокол № 2 от 5 июня 2025 года).

Методические рекомендации по выполнению практических работ с применением STEM подхода по физике (7-11 классы). - Астана: НАО им. И. Алтынсарина, 2025 - 160 с.

Методические рекомендации содержит анализ международного и отечественного опыта применения STEM-подхода в обучении физике «Физика» и методические рекомендации по выполнению практических работ с применением STEM подхода по физике для 7-11 классов.

Методические рекомендации предназначены для руководителей областных, городских (Шымкент, Алматы и Астана) управлений образования, руководителей методических центров, руководителей образовательных организаций и их заместителей, учителей физики.

© НАО им. Ы.Алтынсарина, 2025

ВВЕДЕНИЕ

Наше время характеризуется увеличением темпов изменений. Сегодняшним школьникам предстоит стать специалистами в таких областях как робототехника, программирование, проектирование, кибернетика. Им предстоит, решая различные задачи, использовать технологии, которые еще не созданы. Чтобы наши обучающиеся были успешными завтра, должно быть соответствующее обучение их сегодня.

Современное образование требует не только передачи знаний, но и формирования у обучающихся навыков анализа, критического мышления, решения проблем и работы в команде. В условиях стремительно развивающихся технологий и цифровой трансформации особую актуальность приобретает интегративный подход к обучению, отражённый в концепции STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics).

В будущем появятся профессии, которые сегодня сложно себе представить. Они будут требовать глубоких знаний в новых биотехнологиях, нанотехнологиях, естественных науках и инженерии. Чтобы подготовить таких специалистов, начинать нужно уже со школы. Для этого важно развивать у учащихся навыки вычислительного мышления, формировать интерес к научно-исследовательской, проектной, групповой и парной деятельности, направленной на получение конкретных инженерно-технологических результатов. STEM-образование является мостом между обучением и карьерой. Его концепция готовить детей к жизни в технологически развитом мире.

STEM - это интегрированный подход к обучению. Цель такого подхода - установить прочные связи между школой, обществом, трудовой сферой и всем миром, способствующие развитию STEM-грамотности и конкурентоспособности в мировой экономике. STEM-образование - это объединение наук, основанное на инженерном творчестве, математике, естественных науках и технологиях, связанное с проектной деятельностью и междисциплинарным подходом. STEM формирует новое мышление, ориентированное на инновации и новые технологии.

Преимущества STEM-образования:

- развитие критического мышления;
- применение научно-технических знаний в повседневной жизни;
- активное взаимодействие и командная работа;
- повышение интереса к техническим дисциплинам;
- креативный и инновационный подход к проектам;
- сочетание обучения с будущей карьерой.

STEM - это методика обучения, в основе которой лежит интегрированное изучение науки, технологий, инженерии и математики как наиболее востребованных предметов. STEM-технологии в образовании подразумевают не только теоретическое изучение материала, но и практическое применение. STEM – это аббревиатура от Science, Technology,

Engineering and Mathematics. STEM-образование – это методики и программы обучения, которые ориентированы на глубокое прикладное обучение четырех основополагающих направлений stem. [1]

STEM-образование позволяет выйти за рамки традиционного преподавания предметов, объединяя теоретические знания с практическим применением в реальных или смоделированных ситуациях. Такой подход стимулирует интерес школьников к обучению, способствует формированию устойчивой мотивации к науке и технике, а также развивает навыки, необходимые для жизни и профессиональной реализации в XXI веке.

Методика STEM имеет несколько ключевых особенностей:

1. **Интегративное обучение** -рассмотрение одного вопроса или темы урока с точки зрения разных дисциплин.
2. **Работа в группах** -учащиеся учатся свободно выражать мнение, слушать других и рассматривать разные способы решения задач. Активно участвуя в процессе обучения, обучающиеся приходят к твердому пониманию изучаемого материала.
3. **Гибкая организация пространства** -парты можно перестраивать для индивидуальной, парной, групповой или фронтальной работы.
4. **Использование визуальных средств** (проектор, плакаты, смарт-доски, практические приборы) способствует лучшему усвоению материала, повышает интерес, активность и вовлеченность в учебный процесс.

Программа STEM ориентирована не только на учеников, но и на учителей. Учителя должны научиться не только учить детей теории, еще и учить уметь применять полученные знания в реальной жизни. Для этого создаются условия для работы над реальными проектами. Подобная работа позволит учащимся лучше усвоить учебный материал, отработать практические навыки в процессе подготовки проекта. Работа над реальными проектами также поможет в профориентационной работе, то есть пробудит интерес к инженерным специальностям. Регулярные занятия со STEM-подходом позволят развивать творческие подходы в решении проблем, что будет стимулировать появление инновационных проектов у обучающихся и профессиональный рост педагога.

STEM-образование – это интегрированное обучение четырем профильным дисциплинам. Комплексный подход в изучении этих предметов поможет ученикам качественнее усваивать новые знания. [2]

Чем выше умственная нагрузка на уроках, тем ниже интерес учеников к предмету. Задачи, которые имеют связь с реальными жизненными ситуациями и, которые могут пригодиться в реальной жизни, вызывают у детей интерес и желание решить проблему. Во время уроков физики нужно не только учить формулы и теории, а с их помощью конструировать различные модели (водяной компас, простейший перископ, модель моста, здания и т.п.), проверить свои расчеты в реальной жизни. Тестирование и

проведение экспериментов с моделью способствует формированию инженерных навыков.

Также есть возможности интегрирования двух и более предметов. Например, при изучении оптических приборов, можно провести интегрирование с биологией по изучению строения глаза, с информатикой при конструировании модели простейшего перископа.

Физика, как наука о природе и её законах, занимает центральное место в STEM-образовании. Она позволяет не только понять, как устроен окружающий мир, но и использовать эти знания для создания инженерных решений, прототипов, моделей и цифровых проектов. Практические работы по физике в формате STEM становятся не просто лабораторными упражнениями, а полноценными исследовательскими или инженерными задачами.

Опытные педагоги, используя индивидуальный подход, выстраивают учебный процесс так, чтобы вызвать интерес у ребенка к изучению дисциплины. И в этом очень помогает STEM- технология.

Сегодня при проведении уроков мы учитываем следующие основные факторы:

- повышение эффективности самостоятельной работы учащихся;
- организация работы индивидуально, в парах и группах;
- задачи, развивающие логическое мышление;
- дифференцированные задания по уровню сложности;
- развитие теоретической и практической грамотности.

Благодаря эффективности новых технологий у учащихся формируется глубокая и многогранная система эмоционального отклика, которая становится своеобразным мостом между теоретическими знаниями и живым опытом восприятия. Интерактивные средства обучения -будь то виртуальные лаборатории, моделирующие эксперименты, образовательные игры или мультимедийные презентации -превращают процесс познания из сухого и однообразного усвоения информации в увлекательное путешествие, наполненное открытиями и творчеством.

С нашей точки зрения, именно использование таких инструментов в сочетании с продуманными дидактическими инструкциями радикально меняет природу традиционного обучения. Классический подход, где знания передаются в основном через объяснение учителя и чтение учебника, уступает место более динамичному, гибкому и персонализированному процессу. Ученики не просто получают готовые факты, а активно взаимодействуют с материалом, проводят эксперименты, испытывают гипотезы и наблюдают результаты своими глазами.

Этот переход не просто количественный -это качественный скачок, который поднимает обучение на новый уровень. Важнейший эффект здесь - развитие у школьников внутренней мотивации, интереса и ответственности за собственное образование. Эмоциональный отклик, вызванный успехом в

эксперименте или творческом проекте, укрепляет уверенность в собственных силах и формирует устойчивое стремление к познанию.

Таким образом, интеграция современных технологий и методик в образовательный процесс -это не только путь к более глубокому усвоению знаний, но и способ воспитания творческой личности, готовой решать сложные задачи будущего, идти в ногу с быстро меняющимся миром и сохранять живой интерес к науке и открытиям.

Цель данного методического пособия – предложить учителям физики 7–11-х классов практические рекомендации по разработке и проведению лабораторных и практических работ с применением STEM-подхода. Материалы включают описания методов организации, примеры заданий, инструменты для оценки и рекомендации по оборудованию.

Задачи:

- ✓ Провести анализ международного и отечественного опыта применения STEM образования в школах;
- ✓ Рассмотреть основные подходы к организации STEM образования;
- ✓ Представить методические рекомендации и разработки по выполнению практических работ с применением STEM подхода на уроках физики.

В данных методических рекомендациях подробно рассматриваются содержание, структура, цели, задачи и методика проведения практических работ по физике в рамках STEM-направления. Также предложены задания, соответствующие возрастным особенностям учащихся, и критерии их оценки.

Материал сборника составлен в соответствии с Законом Республики Казахстан «Об образовании»; Стратегическим планом развития Республики Казахстан до 2025 года; «Концепцией развития образования РК на 2022-2026 годы.» и в соответствии с «КОНЦЕПЦИЯ STEM-ОБРАЗОВАНИЯ», рекомендованным Научно-методическим советом Национальной академии образования им. Ы. Алтынсарина (протокол № от 3 ноября 2023 года).

Пособие ориентировано на преподавателей физики, методистов, педагогов дополнительного образования и всех, кто стремится внедрять современные образовательные технологии в школьную практику.

1. АНАЛИЗ МЕЖДУНАРОДНОГО И ОТЕЧЕСТВЕННОГО ОПЫТА ПРИМЕНЕНИЯ STEM ПОДХОДА В ОБУЧЕНИИ ФИЗИКЕ

В последние годы STEM-образование стало важным направлением в образовательной политике многих стран. Этот подход акцентирует внимание на интеграции различных предметов, что способствует развитию у учащихся критического мышления, творческих и практических навыков. Использование STEM-подхода в обучении физике - это инновационный педагогический метод, направленный на глубокое усвоение научно-технических знаний через их связь с реальной жизнью и посредством практических и проектных работ.

Термин STEM-образование появился в 1990-х годах в США. Этот метод основан на идее обучения учащихся с использованием интеграции четырех предметных областей: S – science (наука), T – technology (технология), E – engineering (инженерия), M – mathematics (математика), и направлен на преобразование этого подхода в целостную парадигму обучения, решающую реальные жизненные задачи. [3]

Анализ международного опыта в данной области позволяет выделить успешные практики, которые могут быть адаптированы для **улучшения учебного процесса**. Это исследование будет посвящено рассмотрению особенностей практического и лабораторного обучения в различных странах, что поможет определить лучшие подходы и методы для повышения качества образования в области физики.

Для анализа были выбраны страны **Лидеры PISA** Сингапур, Япония, Финляндия, Эстония, Швеция, Россия, как ведущие страны в области образования.

PISA – это масштабное международное исследование, которое позволяет сравнить уровень знаний и умений 15-летних школьников в разных странах. Результаты PISA дают ценную информацию о состоянии образования и помогают выявить наиболее успешные образовательные практики.

Лидеры PISA и их подход к физическим экспериментам

Страны, стабильно демонстрирующие высокие результаты в PISA по естественным наукам, в том числе по физике, как правило, уделяют особое внимание развитию практических навыков учащихся. Вот некоторые из них:

Страны Восточной Азии: Сингапур, Китай (Шанхай), Япония. Эти страны традиционно лидируют в рейтинге PISA. Их успех во многом связан с:

Сильной математической подготовкой: Математика является основой для понимания многих физических явлений.

Акцент на самостоятельной работе: Учащиеся активно вовлечены в процесс обучения, проводят многочисленные эксперименты и проекты.

Высокая квалификация учителей: Учителя обладают глубокими знаниями предмета и умеют заинтересовать учащихся.

Страны Северной Европы: Финляндия, Эстония. Эти страны также демонстрируют высокие результаты в PISA. Их образовательные системы характеризуются:

Индивидуальным подходом: Учителя уделяют большое внимание потребностям каждого ученика.

Развитием критического мышления: Учащихся приучают анализировать информацию, делать выводы и принимать решения.

Использованием современных технологий: В учебный процесс активно внедряются цифровые инструменты и лабораторное оборудование.

По результатам международного исследования PISA-2022 лидирующие страны можно увидеть на рисунке 1.

№	Страны и территории	Средний балл	Разница баллов между 10-м и 90-м процентилями	Сопоставление со средним результатом ОЭСР
1	Сингапур	561	259	▲
2	Япония	547	242	▲
3	Макао (Китай)	543	225	▲
4	Китайский Тайбэй	537	267	▲
5	Корея	528	270	▲
6	Эстония	526	232	▲
7	Гонконг (Китай)*	520	242	▲
8	Канада*	515	260	▲
9	Финляндия	511	277	▲
10	Австралия*	507	283	▲
11	Новая Зеландия*	504	237	▲
12	Ирландия*	504	281	▲
13	Швейцария	503	261	▲
14	Словения	500	246	▲
15	Великобритания*	500	271	▲
16	США*	499	253	▲
17	Польша	499	282	▲
18	Чехия	498	260	▲
19	Латвия*	494	245	▲
20	Дания*	494	219	▲
21	Швеция	494	283	▲
22	Германия	492	279	▲
23	Австрия	491	266	▲

Рисунок 1. Результаты стран-участниц по естественнонаучной грамотности, балл

Национальный отчет «Результаты Казахстана в PISA-2022» – г. Астана: Министерство просвещения Республики Казахстан, АО

«Национальный центр исследований и оценки образования «Талдау» им. А. Байтұрсынұлы», 2024 г., 169 стр.

При исследовании опыта стран, лидирующих по результатам международного исследования PISA-2022 в области проведения практических и лабораторных работ по физике, особенно в контексте STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics), мы сосредоточились на следующих ключевых аспектах:

Почему опыт этих стран является ценным ориентиром для STEM-образования?

Опыт стран-лидеров PISA-2022 представляет собой ценный ориентир для развития STEM-образования по нескольким причинам:

- **Высокие результаты PISA-2022:** Эти страны демонстрируют стабильно высокие показатели в международном исследовании PISA, что свидетельствует об эффективности их образовательных систем, в том числе в естественнонаучной и математической грамотности. Это позволяет предположить, что их подходы к преподаванию физики, включая **практические и лабораторные работы**, способствуют развитию глубокого понимания предмета и навыков применения знаний, что крайне важно для STEM.

- **Акцент на прикладные знания и решение проблем:** PISA оценивает не только знание фактов, но и умение применять их в реальных жизненных ситуациях и решать комплексные проблемы. Страны-лидеры, вероятно, успешно интегрируют практические и лабораторные работы в учебный процесс для развития этих навыков, которые являются ядром STEM-образования.

- **Инновационные методики и межпредметные связи:** Лидирующие страны часто являются пионерами в разработке и внедрении новых, эффективных методик преподавания, которые активно используют межпредметные связи (физика с технологией, инженерией, математикой), что характерно для STEM-подхода.

- **Подготовка к вызовам современного мира:** Успех этих стран в PISA говорит о том, что их образовательные программы готовят учащихся к вызовам современного мира, требующего не только теоретических знаний, но и **практического опыта в области STEM**, а также навыков критического мышления и инновационного подхода.

Какие методы используются для построения учебных программ по физике в рамках STEM?

В контексте практических и лабораторных работ по физике в рамках STEM-образования, страны-лидеры PISA-2022, вероятно, используют следующие методы для построения учебных программ:

- **Компетентностный подход с акцентом на STEM-навыки:** Учебные программы ориентированы на развитие конкретных компетенций, таких как **научное мышление, технологическая грамотность,**

инженерное проектирование и математическое моделирование. Практические и лабораторные работы становятся средством для формирования навыков критического мышления, решения проблем, анализа данных, работы в команде и использования технологических инструментов.

- **Проектное и исследовательское обучение (PBL):** Учащиеся активно вовлекаются в выполнение долгосрочных **STEM-проектов** и небольших исследований, которые требуют интеграции знаний из разных дисциплин. Это способствует развитию самостоятельности, инициативы и глубокого понимания предмета через активное открытие и конструирование знаний.

- **Интеграция теории и практики с акцентом на реальные задачи:** Практические и лабораторные работы не рассматриваются как отдельный элемент, а глубоко интегрированы в теоретический материал, часто через решение **реальных, междисциплинарных STEM-задач**. Это обеспечивает связь между изучаемыми концепциями и их применением в инженерных, технологических или научных контекстах.

- **Использование современного оборудования и цифровых технологий:** Учебные программы предполагают активное использование актуального лабораторного оборудования, **цифровых измерительных систем, робототехники, 3D-печати, симуляций и виртуальных лабораторий**. Эти инструменты не только расширяют возможности проведения экспериментов, но и развивают **цифровую и технологическую грамотность** учащихся.

- **Междисциплинарные связи и командная работа:** Программы предусматривают активные связи физики с другими STEM-дисциплинами (химией, биологией, математикой, информатикой, инженерией). Часто практические задания выполняются в **командах**, что развивает навыки сотрудничества и коммуникации, необходимые в реальной STEM-среде.

- **Проблемно-ориентированное обучение:** Задачи и эксперименты формулируются как проблемы, которые необходимо решить, используя научные знания и инженерные подходы. Это способствует развитию навыков **формулирования гипотез, планирования экспериментов и интерпретации результатов**.

Изучение этих аспектов поможет нам выявить наиболее эффективные подходы к организации практических и лабораторных работ по физике, которые способствуют улучшению результатов учащихся в международных исследованиях PISA и подготовке их к будущим вызовам в области STEM.

За последнее десятилетие STEM-образование стало приоритетным направлением образовательной политики в ответ на стремительное развитие науки и технологий в развитых странах мира. Особенно активное внедрение содержания STEM-направленного образования происходит в таких странах, как США, Финляндия, Южная Корея, Сингапур, Германия и Канада, где

особое внимание уделяется развитию практических и исследовательских навыков обучающихся.

Известные ученые нашей страны Г. Ахметова и А. Мурзалинова в своих статьях, опубликованных по результатам командировки в США, отмечают следующее: ключевая цель STEM-образования - это демонстрация учащимися своих знаний и умений через изобретательские решения, исследовательскую деятельность и практические форматы. Поэтому в американских школах преподается предмет «Вклад изобретателей США в экономику страны». Ожидаемый результат - функциональная грамотность учащихся, их жизненные и профессиональные перспективы, уверенность в собственных силах. [4]

Ниже приведен анализ международного и отечественного опыта применения STEM-подхода в преподавании физики:

Внедрение STEM-подхода в обучении физики в средних школах *Соединенных Штатах Америки* является ключевым направлением образовательных реформ, направленных на подготовку учащихся к вызовам XXI века. Этот подход способствует формированию у школьников критического мышления, навыков решения проблем, креативности, способности работать в команде и адаптироваться к быстро меняющемуся миру технологий. В рамках STEM-образования особое внимание уделяется междисциплинарным связям, практическим проектам и применению научных знаний в реальных жизненных ситуациях.

Современные учебные программы по физике, разработанные с учетом принципов STEM, активно используются в средних школах США. Среди них можно выделить такие программы, как *Active Physics*, которая представляет собой годичный курс, финансируемый Национальным научным фондом (NSF) и основанный на проектном обучении в соответствии с требованиями Next Generation Science Standards (NGSS). Программа строится вокруг решения реальных задач, вовлекает учеников в инженерный дизайн и развивает их исследовательские навыки. [*Active Physics: A Project-Based Inquiry Approach, Physics for All* (автор: Артур Айзенкрафт)] Другая программа, *Experience Physics*, предлагает обучение через феномены, включая цифровые ресурсы и практические занятия, которые делают процесс изучения физики более увлекательным и эффективным. [*Experience Physics 2022 National Student Handbook*] Важным примером интеграции STEM в школьное образование является программа OpenSciEd, разработанная для соответствия стандартам NGSS. Она охватывает курсы по биологии, химии и физике и акцентирует внимание на исследовательской деятельности и развитии научного мышления. [<https://opensci.ed.org/curriculum/high-school/>] Эти программы помогают учащимся понимать взаимосвязь между научными и инженерными концепциями, развивая навыки, востребованные в современном мире.

Важным элементом успешного внедрения STEM в преподавание физики является повышение квалификации учителей. Недостаток

специалистов, способных преподавать физику на высоком уровне, стал одной из ключевых проблем американского образования. Для решения этой задачи реализуются разнообразные программы профессионального развития. Среди них стоит выделить Mitchell Institute Physics Enhancement Program (MIPEP) -двухнедельный интенсив для учителей, разработанный для обучения современным методикам преподавания физики, повышения предметной компетенции и навыков организации проектного обучения [<https://mitchell.tamu.edu/outreach/mipep/>]. Программа QuarkNet, финансируемая Национальным научным фондом и Министерством энергетики США, предоставляет учителям возможность участвовать в реальных исследованиях в области физики частиц, сотрудничать с учеными и внедрять новейшие достижения в школьный курс [<https://quarknet.org/>]. Институт учителей при Exploratorium предлагает учителям практические занятия и мастер-классы, направленные на освоение методов обучения через исследование, что способствует формированию исследовательской культуры в классе и повышает интерес учеников к науке [<https://www.exploratorium.edu/education/teacher-institute>]. Эти инициативы играют важную роль в поддержке учителей, развитии их профессиональных навыков и формировании нового поколения педагогов, способных эффективно работать в условиях STEM-образования.

Интеграция курсов Advanced Placement (AP) и International Baccalaureate (IB) в школьную программу по физике предоставляет учащимся уникальную возможность изучать предмет на углубленном уровне и получать зачетные баллы для поступления в университеты. Однако исследования показывают, что доступ к этим программам в США не является равномерным: школы, расположенные в социально уязвимых районах, как правило, имеют меньше ресурсов для внедрения таких курсов, что снижает возможности для талантливых учеников из этих сообществ. Для устранения этой проблемы предпринимаются шаги по расширению доступа к AP и IB курсам, включая развитие онлайн-обучения, государственные гранты и партнерство с университетами, направленное на преодоление барьеров между школами с разным уровнем финансирования.

Развитие специализированных STEM-школ в США также играет значительную роль в формировании интереса к физике и подготовке школьников к карьере в научно-технических сферах. Например, Tesla STEM High School в штате Вашингтон предлагает курсы по физике, инженерным наукам и биомедицине, основанные на проектном обучении и междисциплинарных связях [<https://tesla.lwsd.org/academics>]. Gateway STEM High School в штате Миссури ориентирована на интеграцию академического образования с профессиональной подготовкой в таких направлениях, как авиационная инженерия и прикладные науки [<https://www.slps.org/gatewaystem>]. Программа Irvine CubeSat STEM в Калифорнии позволяет школьникам разрабатывать и запускать собственные спутники, применяя знания по физике, программированию и инженерным

дисциплинам. Эти школы служат успешными примерами того, как можно создать образовательную среду, мотивирующую учащихся к освоению сложных научных тем и формирующую навыки, необходимые для будущей карьеры в STEM.

Помимо формального школьного образования, в США активно развиваются внеклассные STEM-программы, летние школы и лагеря, которые играют важную роль в углублении интереса к физике. Например, Texas A&M International University предлагает бесплатные летние лагеря по биоинженерии, 3D-дизайну и математике для школьников, финансируемые Министерством образования США. IMSA STEM Experience дает школьникам возможность изучать физику в контексте автоспорта, включая аэродинамику и инженерные технологии. Программы, такие как Stanford Pre-Collegiate University-Level Online Math & Physics, позволяют мотивированным ученикам осваивать университетские курсы по математике и физике уже в школе. Эти инициативы способствуют формированию у учащихся практических навыков, развитию исследовательских компетенций и пониманию прикладного значения физических знаний.

Опыт внедрения STEM в преподавание физики в средней школе в США демонстрирует комплексный подход, который включает обновление содержания учебных программ, разработку новых образовательных методик, поддержку учителей через программы повышения квалификации, расширение доступа к углубленным курсам и развитие специализированных школ и программ. Такой подход позволяет формировать у школьников глубокие знания по физике, развивать их креативное и аналитическое мышление, а также готовить их к успешной учебе в вузах и последующей профессиональной деятельности в научно-технических областях. Этот опыт может служить ценным ориентиром для других стран, стремящихся к модернизации системы школьного образования и повышению качества подготовки учащихся в области STEM.

В *Германии* интеграция STEM-подхода в обучении физики в средней школе осуществляется через национальные образовательные программы, научно-методические институты и инициативы, направленные на повышение квалификации учителей и развитие интереса учащихся к естественным наукам.

Одной из ключевых инициатив является программа SINUS (Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts), запущенная в 1998 году в ответ на результаты международного исследования TIMSS, выявившего необходимость повышения качества преподавания математики и естественных наук в Германии. Программа была разработана и реализована при участии Института Лейбница по педагогике естественных наук и математики (IPN) в Киле. В рамках SINUS школы объединялись в региональные сети для совместной работы над 11 модулями, охватывающими различные аспекты преподавания, включая

развитие задачной культуры, междисциплинарные подходы и поддержку учащихся с разными образовательными потребностями. Программа способствовала созданию профессиональных сообществ учителей, обмену опытом и внедрению инновационных методик в обучении физики и других STEM-дисциплин.

Институт Лейбница по педагогике естественных наук и математики (IPN) в Киле играет центральную роль в исследовании и развитии STEM-образования в Германии. IPN занимается разработкой учебных программ, проведением исследований в области педагогики и психологии обучения, а также координацией национальных и международных образовательных проектов. Институт активно участвует в подготовке учителей, предоставляя им научно обоснованные методики и ресурсы для эффективного преподавания физики и других естественных наук. [Leibniz Institute for Science and Mathematics Education (IPN): <https://www.leibniz-ipn.de/en/the-ipn/departments/physics-education>]

Science on Stage Germany -это часть европейской инициативы, направленной на обмен лучшими практиками преподавания STEM-дисциплин среди учителей. Организация проводит национальные и международные фестивали, на которых учителя представляют свои инновационные проекты, участвуют в мастер-классах и семинарах. *Science on Stage Germany* также разрабатывает и распространяет учебные материалы, созданные учителями для учителей, способствуя внедрению новых подходов в преподавание физики и других наук. [Science on Stage Germany: <https://www.science-on-stage.eu/germany>]

Современные технологии активно внедряются в преподавание физики в немецких школах. Например, использование смартфонов и приложений позволяет проводить эксперименты и измерения в классе, делая обучение более интерактивным и доступным. Такие подходы способствуют развитию у учащихся навыков научного исследования и критического мышления.

Опыт Германии в интеграции STEM-подхода в преподавание физики в средней школе демонстрирует важность системного подхода, включающего разработку национальных программ, поддержку научно-методических институтов, повышение квалификации учителей и внедрение современных технологий. Такие меры способствуют повышению качества образования, развитию интереса учащихся к науке и подготовке квалифицированных специалистов для инновационной экономики.

Великобритания активно развивает STEM-образование в средней школе. Это обусловлено стремлением подготовить учащихся к современным вызовам и обеспечить экономический рост страны. Внедрение STEM-подхода осуществляется через обновление учебных программ, повышение квалификации учителей, развитие внеклассных мероприятий и сотрудничество с университетами и промышленными партнерами.

Национальная учебная программа Великобритании предусматривает обязательное изучение STEM-дисциплин для учащихся в возрасте от 5 до

16 лет. Программа акцентирует внимание на научном мышлении, креативности и междисциплинарном обучении, связывая STEM с другими академическими областями, включая языки, искусство и гуманитарные науки. Также предусмотрено включение карьерного образования в учебный процесс для повышения осведомленности о различных профессиях в STEM-областях. [Balancing STEM Education Supply and Demand in England. Naomie Djate, Manasi Rajan]

Институт физики (IOP) выступает за преподавание "реальной" физики, чтобы помочь учащимся понять энергию, изменение климата и человеческое существование. IOP предлагает пересмотр учебной программы средней школы в Англии, чтобы сделать обучение физике более актуальным и подготовить студентов к реальным мировым проблемам. [<https://www.thetimes.com/>]

Для улучшения качества преподавания физики в Великобритании реализуются различные инициативы. Сеть "Stimulating Physics Network" предоставляет поддержку учителям физики через профессиональное развитие и ресурсы. [<https://www.stem.org.uk/>]

Университет Оксфорда предлагает разнообразные программы для учащихся средней школы и учителей, включая исследовательские беседы, интерактивные мастер-классы и конкурсы. Эти мероприятия направлены на повышение интереса к физике и расширение доступа к университетскому образованию.

Имперский колледж Лондона реализует программы для учащихся средней школы, такие как "STEM Potential" и "The Maker Challenge", которые помогают учащимся развивать навыки в области STEM и знакомиться с профессиональным оборудованием.

King's Maths School в Лондоне, основанная в 2014 году, предлагает обучение по углубленным программам по математике, дополнительной математике и физике. Школа стремится увеличить участие в STEM среди недостаточно представленных групп и предлагает инновационные проекты, такие как разработка AI-игр и моделей прогнозирования финансовых рынков.

Великобритания использует комплексный подход к внедрению STEM в преподавание физики в средней школе, сочетая обновление учебных программ, поддержку учителей, развитие внеклассных мероприятий и сотрудничество с университетами и промышленными партнерами. Эти усилия направлены на подготовку учащихся к современным вызовам и обеспечение устойчивого экономического роста страны.

Финляндия широко признана за свою передовую систему образования, и внедрение STEM-подхода. Финская модель сочетает в себе интеграцию предметов, феномено-ориентированное обучение, развитие универсальных компетенций и активное участие учащихся в исследовательской деятельности.

С 2016 года в Финляндии внедрена национальная учебная программа, основанная на феномено-ориентированном обучении, где изучение предметов, включая физику, происходит через исследование реальных явлений и проблем. Это способствует развитию у учащихся способности применять знания из различных дисциплин для решения комплексных задач. Такой подход позволяет учащимся видеть взаимосвязи между наукой, технологией, инженерией и математикой, что является основой STEM-образования.

Преподавание физики в финских школах направлено не только на передачу предметных знаний, но и на развитие универсальных компетенций, таких как критическое мышление, умение работать в команде, коммуникационные навыки и ответственность за собственное обучение. Учащиеся активно участвуют в планировании и проведении экспериментов, анализе результатов и представлении своих выводов, что способствует формированию навыков научного исследования и самостоятельного мышления.

Финская система образования активно интегрирует современные технологии в процесс обучения физике. Учащиеся используют цифровые инструменты для сбора и анализа данных, моделирования физических процессов и представления результатов своих исследований. Практическая направленность обучения проявляется в проведении лабораторных работ, участии в научных проектах и сотрудничестве с университетами и научными центрами.

В Финляндии действует сеть LUMA-центров, объединяющая университеты, школы и научные учреждения для поддержки и развития STEM-образования. Эти центры предоставляют учителям ресурсы и обучение, организуют мероприятия для учащихся и способствуют популяризации науки и техники среди молодежи. [Secondary school teachers' interest and self-efficacy in implementing STEM education in the science curriculum. Mirjam Ndaimehafo Asilevi, Sari Havu-Nuutinen, Jingoo Kang]

Финляндия демонстрирует успешную модель интеграции STEM-подхода в преподавание физики в средней школе, сочетая междисциплинарность, практическую направленность, развитие универсальных компетенций и активное использование технологий. Такой подход способствует подготовке учащихся к современным вызовам и формированию у них интереса к науке и технике.

Сингапур демонстрирует успешный опыт интеграции STEM-подхода в преподавание физики в средней школе, акцентируя внимание на практико-ориентированном обучении и сотрудничестве с промышленными партнёрами. Ключевым элементом этой стратегии является программа Applied Learning Programme (ALP), разработанная Министерством образования Сингапура (MOE), которая способствует применению академических знаний в реальных жизненных ситуациях.

Программа ALP направлена на развитие у учащихся навыков критического мышления, решения проблем и инновационного подхода через проектно-ориентированное обучение. Например, в средней школе Compassvale реализуется программа ALP-ACES, в рамках которой учащиеся применяют знания по физике, математике и дизайну для создания проектов, связанных с устойчивым развитием, таких как моторизованные игрушечные автомобили и настольные органайзеры с растениями и светодиодными панелями . [compassvalesec.moe.edu.sg]

Сотрудничество с промышленными партнёрами играет важную роль в обогащении образовательного опыта учащихся. Программа Industrial Partnership Programme (IPP), реализуемая Science Centre Singapore, предоставляет учащимся возможность взаимодействовать с представителями различных отраслей, участвовать в мастер-классах и получать представление о реальных карьерных путях в STEM-областях . [About our Industrial Partnership Programme. <https://www.science.edu.sg/>]

В рамках программы ALP учащиеся также вовлекаются в проекты, направленные на решение актуальных проблем общества. Например, в школе Yusof Ishak реализуется программа S4TEM@YI, где учащиеся разрабатывают решения для устойчивых и умных городов, участвуя в проектах по городскому сельскому хозяйству, программированию и аэрокосмическим технологиям.

Применение цифровых инструментов, таких как Tracker -бесплатное программное обеспечение для видеоанализа и моделирования, способствует развитию у учащихся научного мышления и навыков исследования. Использование таких инструментов позволяет учащимся анализировать физические явления и проводить собственные исследования, что способствует более глубокому пониманию предмета. [Video Analysis and Modeling Performance Task to promote becoming like scientists in classrooms. Loo Kang Wee, Tze Kwang Leong]

Таким образом, сингапурский опыт внедрения STEM в преподавание физики в средней школе демонстрирует эффективность интеграции практико-ориентированного обучения, сотрудничества с промышленными партнёрами и использования современных технологий для подготовки учащихся к вызовам XXI века.

В Канаде внедрение STEM-подхода в преподавание физики в средней школе стало ключевым направлением образовательных реформ. Особое внимание уделяется проектно-ориентированному обучению и интеграции инженерных и технологических компонентов в школьную программу.

Одним из ярких примеров является программа «Bringing STEM to Life» академии k2i при Lassonde School of Engineering Йоркского университета. Эта программа предлагает учащимся оплачиваемый опыт работы, интегрированный с курсом физики, что позволяет им изучать основы физики через практическое обучение, включая инженерный дизайн и программирование. Программа направлена на устранение системных

барьеров для молодежи из недостаточно представленных сообществ в STEM-областях . [Work-Integrated Learning: An Alternative Pathway for High School Physics V. Ironside, L. Cole, M. Tsui-Woods Lassonde School of Engineering, York University]

Интеграция инженерных компонентов в школьную программу также активно поддерживается различными инициативами. Однако, как отмечается в отчете Engineers Canada, инженерия часто недостаточно представлена в школьных программах, и существует необходимость в более четком включении инженерных концепций в STEM-образование . [Where is The 'E' in STEM? A critical review of K-12 STEM. Engineers Canada]

Проектно-ориентированное обучение (Project-Based Learning, PBL) доказало свою эффективность в преподавании физики. Исследования показывают, что использование PBL в STEM-образовании положительно влияет на когнитивные, практические и эмоциональные аспекты обучения, способствуя развитию навыков решения проблем и инженерного мышления . [R. Rusli, A. Samsudin, W. Liliawatti. Effectiveness of Project Based Learning Integrated STEM in Physics Education (STEM-PJBL): Systematic Literature Review (SLR)]

Кроме того, в Канаде существуют специализированные STEM-школы, такие как Vancouver Independent School for Science and Technology (VISST), которые предлагают углубленное обучение в области науки и технологий с акцентом на проектно-ориентированное обучение.

Как показывает анализ, канадский опыт внедрения STEM в преподавание физики в средней школе демонстрирует важность комплексного подхода, включающего проектно-ориентированное обучение, интеграцию инженерных и технологических компонентов и развитие специализированных образовательных учреждений. Эти меры способствуют подготовке учащихся к успешной карьере в научно-технических областях и формированию конкурентоспособной экономики.

В России доминирующим направлением внедрения STEM -подхода является проектное обучение. Примеры проектных работ: создание моделей физических явлений (например, моделирование движения тел); разработка технических решений для решения практических проблем (например, создание простых механизмов или устройств). STEM -подход предполагает:

- интеграцию различных предметов, что позволяет увидеть взаимосвязь между физикой и другими науками: математические модели физических процессов;
- использование программирования для моделирования физических явлений;
- проектирование и создание технических устройств с учетом физических принципов.

Современные технологии играют важную роль в реализации STEM -подхода: компьютерное моделирование, робототехника, интерактивные лаборатории. Программы для симуляции физических процессов помогают

учащимся визуализировать сложные концепции. Участие в робототехнических конкурсах развивает навыки программирования и инженерного мышления. Использование визуальных лабораторий позволяет проводить эксперименты без необходимости наличия дорогостоящего оборудования.

В последние годы *Казахстан* активно развивает STEM-обучение, ориентируя свою систему образования на подготовку учеников к вызовам 21 века. В стране постепенно внедряются современные методы обучения, которые включают интеграцию науки, технологий, инженерии и математики (STEM) на всех уровнях образования. Рассмотрим подробнее, как STEM-образование применяется в Казахстане и какие достижения были достигнуты в этой области.

В Казахстане STEM-образование активно развивается с 2014 года.

- Стратегия "Цифровой Казахстан": Программа, запущенная в 2017 году, направлена на развитие цифровых технологий в стране. Одной из важнейших целей является повышение качества образования, в том числе через внедрение современных образовательных технологий и развитие навыков в области STEM.

- Типовая учебная программа по обновленному содержанию: Программа, которая предполагает модернизацию образовательного процесса в Казахстане, включая внедрение STEM-образования в школьные программы. Эта программа ориентирована на создание условий для и школьников, чтобы они могли овладеть необходимыми навыками для работы в высокотехнологичных и научных областях.

- Республиканская научно-практическая конференция по STEM-образованию: В Казахстане регулярно проходят конференции, на которых обсуждаются актуальные проблемы STEM-образования, обмен опытом и презентация новых методов обучения. Это помогает создать сеть единомышленников среди педагогов и специалистов в области образования.

Примеры реализации STEM – подхода:

1. Проект «STEM –лаборатории»: в ряде школ страны были созданы STEM – лаборатории, где учащиеся могут проводить эксперименты по физике, используя современное оборудование.

2. Конкурсы и олимпиады: участие казахстанских школ в международных конкурсах по STEM –дисциплинам способствует повышению интереса к физике.

3. Центры дополнительного образования: в таких центрах проводятся курсы по робототехнике и программированию с акцентом на физические аспекты.

4. Экспериментальные школы, в которых разрабатывают и испытывают новые методы обучения.

5. Форумы и конкурсы для школьников: Казахстан проводит множество конкурсов и форумов, в которых школьники могут продемонстрировать свои научные и инженерные проекты. Например,

Казахстанская олимпиада по физике и Республиканский конкурс инженерных проектов позволяют учащимся продемонстрировать свои знания и творческий подход в решении научных задач.

6. Проект "Жас ғалым": в рамках этого проекта школьники могут участвовать в научных исследованиях, разрабатывать проекты в области экологии, робототехники, инженерии и других наук. Этот проект способствует развитию инновационного мышления у молодёжи и укреплению научно-образовательных связей между школами и университетами.

В Казахстане Национальные школы инновационного направления (НИШ) являются пионерами в области внедрения современных образовательных технологий, включая STEM-образование. Эти школы, расположенные в разных регионах страны, акцентируют внимание на подготовке учащихся к высоким требованиям будущего рынка труда, обеспечивая обучение на основе интеграции науки, технологий, инженерии и математики.

Образование в школах НИШ: Основные принципы

Школы НИШ Казахстана ориентированы на создание инновационной образовательной среды, которая поддерживает учащихся в освоении фундаментальных наук и технологий через практическую деятельность и проектную работу. Одним из главных принципов этих школ является интеграция различных дисциплин, что является основой STEM-подхода.

- Тематическая интеграция: В НИШ учебный процесс построен таким образом, что предметы не преподаются в изоляции, а соединяются через междисциплинарные проекты. Например, на уроках физики и математики ученики могут одновременно изучать основы механики, а также проектировать инженерные устройства с применением математических методов.

- Проектная деятельность: В школах НИШ учащиеся активно участвуют в различных проектах, которые позволяют им применять теоретические знания на практике. Это может быть как индивидуальная работа, так и работа в группах, направленная на решение реальных задач.

- Креативность и инновации: В НИШ большое внимание уделяется созданию условий для творческого и инновационного подхода к решению задач. Учебная программа включает не только традиционные дисциплины, но и курсы, связанные с разработкой новых технологий, робототехникой и программированием.

Структура STEM-образования в НИШ Казахстана

Школы НИШ активно используют STEM-подход в своей образовательной программе, начиная с младших классов и до старших. Это создаёт фундамент для глубокой подготовки учащихся в области инженерии, математики, науки и технологий.

- Робототехника и программирование: В НИШ существуют курсы и кружки по робототехнике, где учащиеся на практике осваивают работу с

современными роботами, а также изучают основы программирования. Кроме того, в старших классах школьники могут участвовать в робототехнических соревнованиях и проектах, которые развивают их аналитическое и инженерное мышление.

- **Инженерные и научные проекты:** Учебные программы включают проектные работы, которые ставят перед учащимися задачи, требующие знаний в области науки и техники. Например, обучающиеся могут разрабатывать проекты в области альтернативной энергетики, систем автоматизации или создавать свои собственные научные исследования по выбранной тематике.

- **STEM-лаборатории и научные центры:** Во многих школах НИШ созданы специализированные лаборатории и научно-образовательные центры, где учащиеся могут работать с реальными научными инструментами, проводить эксперименты и разрабатывать модели и прототипы. Это помогает школьникам не только осваивать теоретические знания, но и непосредственно применять их на практике.

- **Математика и физика через проекты:** В учебной программе школы НИШ большое внимание уделяется математическим и физическим проектам, которые развивают у учащихся навыки решения реальных инженерных задач. Например, учащиеся могут создавать модели механизмов, изучать движение тел, а также разрабатывать математические модели для решения проблем в реальной жизни.

Программы и инициативы для учащихся НИШ

Школы НИШ активно участвуют в различных образовательных инициативах и конкурсах, что помогает школьникам развивать навыки STEM-образования и участвовать в научных и инженерных проектах.

- **Республиканские и международные конкурсы:** Учащиеся НИШ активно участвуют в различных республиканских и международных конкурсах, таких как Intel ISEF, FIRST Robotics Competition, World Robot Olympiad и других. Эти конкурсы дают возможность школьникам представить свои проекты на международном уровне и обменяться опытом с учащимися других стран.

- **Международные партнёрства:** НИШ активно сотрудничают с зарубежными образовательными учреждениями и научными центрами, что позволяет расширить кругозор учащихся и создать возможности для участия в международных научных проектах.

- **Инновационные исследования и стартапы:** в рамках программ НИШ учащиеся могут разрабатывать собственные исследовательские проекты и стартапы. Это помогает развивать у школьников навыки предпринимательского мышления и научной работы, а также способствует внедрению их идей в реальную жизнь.

Роль преподавателей в STEM-образовании НИШ

Ключевую роль в успешной реализации STEM-образования в НИШ играют преподаватели, которые активно развивают инновационные методы преподавания и вовлекают учащихся в исследовательскую деятельность.

- Подготовка учителей: В НИШ большое внимание уделяется повышению квалификации преподавателей, включая участие в международных образовательных программах, обучении по новым методам STEM-подхода и освоении современных технологий. Преподаватели активно используют мультимедийные ресурсы и инновационные подходы в обучении, что делает процесс усвоения материала более увлекательным и эффективным.

- Интерактивное обучение: Учителя НИШ применяют методы интерактивного обучения, включая использование симуляторов, виртуальных лабораторий и других технологий, которые позволяют учащимся моделировать физические процессы, решать инженерные задачи и программировать.

- Менторство и наставничество: Преподаватели также играют роль менторов для учащихся, помогая им в реализации научных и технических проектов, направляя их в правильное русло и способствуя развитию лидерских и командных навыков.

Достижения НИШ в области STEM

Школы НИШ Казахстана уже достигли значительных успехов в области STEM-образования. Некоторые из наиболее ярких достижений:

- Международные победы и награды: Учащиеся НИШ регулярно занимают призовые места на международных олимпиадах и конкурсах в области науки, технологий и инженерии. Например, школьники из НИШ Казахстана стали победителями Intel ISEF и других престижных международных конкурсов.

- Инновационные проекты и стартапы: Многие школьники НИШ участвуют в создании собственных стартапов и научных проектов, которые имеют реальное применение в промышленности и технологии. Например, ученики разрабатывают прототипы экологически чистых энергетических систем и устройства для умных домов.

- Научные и исследовательские работы: Учащиеся НИШ проводят научные исследования в области экологии, робототехники, космических технологий и других актуальных областей. Их работы часто публикуются в научных журналах и представляют собой ценность для дальнейших исследований.

Школы НИШ Казахстана занимают лидирующие позиции в области STEM-образования, внедряя инновационные подходы в обучении и активно вовлекая учащихся в проекты и исследования, которые развивают их научные, технические и инженерные компетенции. Эти школы создают образовательную среду, способствующую развитию у школьников критического мышления, креативности и способности решать реальные проблемы с использованием современных технологий.

Развитие STEM-образования в НИШ является важным шагом к подготовке будущих специалистов, которые смогут активно участвовать в создании новых технологий и научных достижений в Казахстане и за рубежом.

Важным компонентом успешной реализации данных программ является партнёрство между школами, университетами и промышленными предприятиями, которое позволяет создавать реальные условия для научной и инженерной деятельности и активно вовлекать учащихся в решение актуальных задач. Это партнёрство помогает показать, что физика -не просто набор формул и законов, а ключ к пониманию природы, технологий и окружающего мира. Ученик, осознавший это, становится новатором завтрашнего дня.

Анализ международного и отечественного опыта убедительно показывает, что применение STEM-подхода в преподавании физики обладает значительным потенциалом для повышения качества образования. Этот подход направлен не только на передачу знаний, но и на всестороннее развитие личности учащегося. Интеграция различных предметов, практико-ориентированное и проектное обучение, а также тесное сотрудничество с производственной средой помогают формировать у школьников необходимые навыки для успешной профессиональной деятельности в будущем.

Современный мир -это эпоха стремительных перемен и высоких технологий. Чтобы соответствовать её вызовам, необходимо активно внедрять лучшие международные практики и адаптировать их с учётом национальных особенностей образовательной системы. Только так мы сможем развивать у учащихся критическое мышление, творческие способности, навыки командной работы и практическую ориентированность на результат.

Успешная реализация STEM-подхода в преподавании физики -это путь к превращению ученика в исследователя, это способ глубокого постижения законов природы и техники, это воспитание искреннего интереса к наукам о природе. Работа в этом направлении -это мост в будущее, важный шаг к повышению интеллектуального потенциала нации.

Анализ международного и отечественного опыта показывает, что внедрение STEM-образования становится одним из приоритетных направлений в системе подготовки учащихся к вызовам современного мира. Ведущие страны мира (США, Финляндия, Сингапур, Южная Корея, Германия и др.) активно развивают STEM-подход как стратегическую основу для формирования конкурентоспособного, технически грамотного и творчески мыслящего молодого поколения.

Международный опыт демонстрирует разнообразные формы и методы реализации STEM-обучения:

- В Финляндии особое внимание уделяется интеграции предметов и созданию открытых образовательных пространств. Здесь учащиеся

обучаются через практическую деятельность в STEM-лабораториях, участвуют в исследовательских и инженерных проектах. Главное внимание уделяется самостоятельности учащихся и развитию у них навыков анализа и решения реальных задач.

- В Сингапуре STEM-образование рассматривается как основа для экономического роста и технологического лидерства. В школьную практику активно внедряются робототехника, инженерное моделирование, математический анализ физических процессов. Системная подготовка педагогов и обновление содержания курсов позволяет добиться высокого уровня вовлеченности и успеваемости учащихся.

Отечественный опыт также демонстрирует прогрессивные тенденции. В Казахстане в последние годы STEM-подход активно внедряется в школьную практику. В рамках обновлённого содержания образования всё большее внимание уделяется междисциплинарности, практико-ориентированному обучению и развитию исследовательских умений учащихся. Кроме того, на национальном уровне разработаны концептуальные документы и методические рекомендации по внедрению STEM-образования. Учителя физики, математики, информатики и технологии проходят повышение квалификации, разрабатываются учебные и проектные задания с учётом STEM-принципов.

Сравнительный анализ показывает, что:

- Зарубежные страны имеют более широкую практику сотрудничества между школами, университетами и индустрией, что обеспечивает реальную инженерную и исследовательскую направленность обучения.

- В Казахстане STEM-обучение активно развивается, однако требует дальнейшей систематизации, поддержки инфраструктуры и профессионального роста педагогов.

Таким образом, опыт развитых стран может быть адаптирован к условиям отечественной системы образования, с учётом национальных традиций и ресурсов. Это позволит формировать у школьников не только знания, но и ключевые компетенции XXI века – критическое мышление, инновационность, коммуникацию и командную работу.

Таблица 1. Сравнительный анализ международного и отечественного STEM-опыта

Критерий	Международный опыт	Казахстанский опыт
Инфраструктура	Развита на высоком уровне. Широко используются специализированные STEM-лаборатории и цифровые технологии.	Существуют различия между регионами. В некоторых школах наблюдается нехватка оборудования.
Учебная программа	Интегрированная и гибкая. Учитываются межпредметные	Содержит обновлённое содержание, но сохраняются

	связи, адаптируется под потребности учащихся.	традиционные подходы и предметная изоляция.
Подготовка учителей	Предусмотрены постоянные курсы повышения квалификации. Есть специальная подготовка STEM-педагогов.	Курсов для учителей недостаточно. Адаптация к STEM-подходу вызывает трудности.
Проектная/лабораторная работа	Используется как основной метод обучения. Особое внимание уделяется практической и проектной деятельности.	Систематически проводится лишь в отдельных школах, в большинстве случаев преобладает теория.
Активность учащихся	Высокая. Ученики самостоятельно проводят исследования и разрабатывают проекты. Развита система мотивации.	Средняя. Существуют методы, направленные на активность, но применяются не всегда

В международной практике STEM-подход реализуется на всех уровнях образования системно и комплексно. В Казахстане это направление только начинает развиваться, однако имеются определённые ограничения в инфраструктуре, подготовке учителей и гибкости учебных программ. Адаптация международного опыта может значительно повысить эффективность преподавания физики в Казахстане. [9]

Выбор опыта таких стран, как США, Германия, Великобритания, Канада, Япония, Корея, Россия, Финляндия и Сингапур в применении STEM-подхода -это научно обоснованное решение. Каждая из этих стран использует уникальные стратегии развития STEM-образования и добилась конкретных результатов на мировом уровне. Ниже представлены научные обоснования данного выбора:

1. Высокий уровень технологического развития и ориентация на инновации

- США, Япония, Корея, Германия -ведущие технологические державы мира.

- В этих странах STEM рассматривается как основа экономического роста, национальной безопасности и глобальной конкурентоспособности.

- Например, в США STEM-сфера считается одной из стратегических отраслей, вопросы финансирования и подготовки кадров решаются на государственном уровне.

2. Качество образования и достижения в международных оценках

- Финляндия, Канада, Сингапур, Великобритания стабильно демонстрируют высокие результаты в международных исследованиях PISA, TIMSS, PIRLS.

- В этих странах внедрение STEM-подхода является основным инструментом повышения функциональной грамотности учащихся.

3. Программы, основанные на интеграции и практическом обучении

- Германия сочетает STEM-образование с профессиональным обучением через дуальную систему.

- Сингапур реализует структурированные STEM-программы с начальной школы.

- Финляндия делает упор на межпредметные связи и самостоятельное исследование учащимися.

4. Государственная поддержка подготовки научных и технических кадров

- Канада, Великобритания, Россия подняли подготовку специалистов в области инженерии, ИТ и естественных наук на стратегический уровень.

- В этих странах широко развиты грантовые программы, исследовательские центры и университетские курсы, направленные на развитие STEM-сферы.

5. Возможность сравнительного анализа благодаря культурному, экономическому и географическому разнообразию

- Выбранные страны расположены на разных континентах и придерживаются различных социально-экономических моделей.

- Япония и Корея демонстрируют сочетание восточных образовательных традиций со STEM-подходом.

- США и Канада делают акцент на гибкость и креативность в рамках западной модели.

- Финляндия и Сингапур смогли эффективно совместить высокое качество образования и дисциплину.

6. Примеры, пригодные для адаптации в Казахстане

- Опыт этих стран может быть адаптирован к условиям Казахстана:

- Инфраструктурные модели

- Система подготовки учителей

- Формирование навыков лабораторной и проектной работы

- Поддержка научно-технического творчества учащихся

США, Япония, Корея и Германия — одни из самых развитых технологически стран мира. В этих государствах области STEM (наука, технология, инженерия и математика) рассматриваются как основа экономического развития и обеспечения национальной безопасности. Государство уделяет большое внимание финансированию этой сферы и подготовке кадров на государственном уровне.

Ученики Финляндии, Канады, Сингапура и Великобритании показывают высокие результаты в международных исследованиях PISA, TIMSS, PIRLS. В этих странах методы STEM направлены на повышение практической грамотности учащихся и развитие их функциональных навыков.

В Германии через дуальную систему образования школьники одновременно получают профессиональные навыки и STEM-знания. В Сингапуре в школах реализуются чётко структурированные STEM-программы. В Финляндии обучение строится на усилении междисциплинарных связей и поощрении самостоятельных исследований учащихся.

В Канаде, Великобритании и России подготовка специалистов в инженерии, информационных технологиях и естественных науках развивается на стратегическом уровне. В этих странах широко развиты грантовые программы, исследовательские центры и университетские курсы, ориентированные на развитие STEM.

Выбранные страны расположены на разных континентах и отличаются своими социально-экономическими моделями. Их подходы к образованию и культурные традиции демонстрируют разные направления развития STEM-сферы. Эти страны внедрили STEM-образование на системной основе, что позволило повысить качество образования и вывести свои экономики на новый уровень. Изучение их опыта даст Казахстану возможность эффективно и научно обоснованно внедрить STEM-подход. Во многих странах STEM-образование является приоритетом по следующим причинам:

- В ближайшем будущем как в мире, так и, разумеется, в Казахстане будет наблюдаться дефицит IT-специалистов, программистов, инженеров и кадров для высокотехнологичных производств.

- В будущем появятся новые профессии, которые сегодня трудно себе представить, но они будут тесно связаны с естественными науками, технологиями и высокотехнологичным производством, особенно с био- и нанотехнологиями.

- Будущим специалистам потребуются всесторонняя подготовка в различных областях естественных наук, инженерии и технологий. [10]

STEM-образование становится приоритетом во многих странах и по следующим причинам -преимущества STEM-подхода:

1. STEM-образование получает усиленное финансирование: различные некоммерческие организации предоставляют школам гранты на реализацию технологических проектов.

2. Учащиеся получают доступ к технологиям. В условиях стремительного развития компьютерных сетей дети создают цифровой контент, обмениваются им и потребляют его. Они запускают веб-сайты, снимают фильмы на телефоны и создают собственные игры.

3. STEM создает учебную среду, в которой учащиеся активно вовлечены в процесс. Это способствует лучшему усвоению знаний, так как ученик становится не пассивным наблюдателем, а активным участником процесса.

4. STEM требует от учащихся критического мышления, способности работать как в команде, так и самостоятельно.

5. Учитывая возрастные и индивидуальные особенности детей, STEM стимулирует техническое творчество через разнообразные виды деятельности.

Как отметил Президент: «В современную эпоху молодежи крайне важно получать образование, соответствующее мировым стандартам и связанным с информационными технологиями». В этом контексте оптимизация и повышение эффективности использования информационных технологий в образовательном процессе имеет особое значение.

Инновационные методы и использование ИКТ способствуют развитию личности ребенка и формированию его знаний, умений и навыков. В условиях стремительного развития цифровых технологий и цифровизации всех сфер человеческой деятельности STEM-образование становится актуальной задачей, требующей особого внимания на всех уровнях образовательной системы.

Примеры применения STEM-подхода на уроках физики из международного опыта:

Эти примеры основаны на передовом опыте образовательных систем США, Финляндии, Германии, Сингапура и других стран.

1. Интегрированные проекты по робототехнике и кодированию (США, Германия)

Цель: Интеграция механики, электрических цепей, логики программирования и навыков решения проблем.

Используемые предметы: Физика (Механика, Электричество), Технология (Робототехника, Программирование), Инженерия (Проектирование, Прототипирование), Математика (Геометрия, Алгоритмы).

Пример проекта: Учащимся предлагается "Сконструировать мини-робота, который объезжает препятствия или распознает объекты".

Физика: Изучение движения робота (кинематика, динамика), принципов работы датчиков (например, определение расстояния с помощью звуковых волн ультразвуковых датчиков), преобразования электрической энергии в механическую двигателями.

Технология/Инженерия: Проектирование и сборка робота с использованием микроконтроллеров, таких как Arduino или Raspberry Pi, различных датчиков (расстояния, света), двигателей и других электронных компонентов.

Математика: Расчет траектории движения робота, применение математических моделей для анализа данных датчиков, логические операции в программировании. **Результат:** Учащиеся решают реальную инженерную задачу, применяя физические принципы, развивают навыки программирования и учатся работать в команде.

2. Исследование и моделирование возобновляемых источников энергии (Финляндия, Сингапур)

Цель: Дать глубокое понимание типов энергии, закона сохранения энергии и энергоэффективности, повысить экологическую осведомленность.

Используемые предметы: Физика (Энергия, Тепло, Электричество), Технология (Батареи, Солнечные панели), Инженерия (Проектирование, Энергетические системы), Математика (Анализ данных, Графики).

Пример проекта: Учащимся предлагается "Спроектировать мини-солнечную электростанцию и исследовать её эффективность".

Физика: Изучение принципа преобразования солнечной энергии в электрическую с помощью фотоэлектрического эффекта, законов сохранения и превращения энергии, мощности и силы тока в электрических цепях.

Технология/Инженерия: Сборка работающей системы с использованием небольших солнечных панелей, аккумулятора, контроллера и потребителей (например, маленький вентилятор или лампа). Изучение оптимального угла установки солнечной панели для определения её эффективности.

Математика: Измерение мощности, получаемой от солнечной панели, расчет эффективности накопления энергии, построение графиков, показывающих зависимость между интенсивностью солнечного света и вырабатываемой энергией.

Результат: Учащиеся ищут решения реальных экологических проблем, применяя физические законы, получают представление об управлении энергией и развивают навыки сбора и анализа данных.

3. Физические эксперименты с использованием виртуальной и дополненной реальности (VR/AR) (США, Германия)

Цель: Проведение сложных или опасных физических экспериментов в безопасной среде, улучшение визуального обучения.

Используемые предметы: Физика (любой раздел), Технология (использование платформ VR/AR), Инженерия (проектирование виртуальной среды), Математика (визуализация данных).

Пример проекта: "Изучение ядерного распада или движения космических тел в VR-лаборатории".

Физика: Учащиеся с помощью VR-очков моделируют процессы внутри ядерного реактора или движение планет в Солнечной системе. Они проводят виртуальные эксперименты, изменяют параметры и наблюдают за результатами.

Технология/Инженерия: Использование VR/AR приложений, работа с виртуальным оборудованием, визуализация данных в виртуальной среде.

Математика: Анализ данных, полученных из виртуальных экспериментов, проведение статистических расчетов.

Результат: Учащиеся осваивают абстрактные понятия физики в визуальной и интерактивной форме, исследуют сложные явления в

безопасных условиях и формируют навыки использования новых технологий.

4. Проблемно-ориентированное обучение (Challenge-based learning) (США, Австралия)

Цель: Поиск научно-инженерных решений для реальных мировых проблем.

Используемые предметы: Физика, Технология, Инженерия, Математика, Естественные науки, Общественные науки.

Пример проекта: "Разработка акустических решений для снижения уровня шума в городах".

Физика: Изучение распространения звуковых волн, их отражения и поглощения, методов измерения уровня шума (децибелы).

Технология/Инженерия: Проектирование различных материалов (например, акустических панелей) или конструкций (шумозащитные барьеры) для снижения шума. Возможно использование программ акустического моделирования.

Математика: Анализ данных измерения уровня звука, применение математических формул для моделирования распространения шума.

Результат: Учащиеся применяют физическую акустику для решения реальной социальной проблемы, развивают инженерное мышление и совершенствуют навыки коммуникации через групповой проект.

Эти примеры демонстрируют, как **STEM-подход в преподавании физики** реализуется через междисциплинарную интеграцию, проектно-исследовательскую работу, прикладной характер и использование современных технологий. Международный опыт отдает приоритет развитию у учащихся не только физических знаний, но и **навыков XXI века**, таких как критическое мышление, решение проблем, креативность и командная работа. Этот подход способствует ориентации учащихся на научные и инженерные специальности, подготавливая их к будущим технологическим требованиям.

Применение **STEM-подхода** в преподавании физики является одним из актуальных направлений современного образования. Этот подход направлен на развитие научного и инженерного мышления учащихся, навыков решения проблем, критического мышления и творчества. Кроме того, интеграция технологий **искусственного интеллекта (ИИ)** позволяет повысить эффективность STEM-подхода в обучении физике и вывести учебный процесс на новый уровень.

На международном уровне STEM-образование активно внедряется и развивается во многих развитых странах, включая США, Германию, Финляндию, Южную Корею, Сингапур и Великобританию. Основные характеристики и передовой опыт применения STEM-подхода в преподавании физики включают:

Междисциплинарная интеграция: Физика преподается не как отдельный предмет, а в тесной связи с технологией, инженерией и

математикой. Например, использование математических моделей для понимания физических явлений или создание инженерных проектов с применением законов физики.

Проектное и исследовательское обучение: Учащимся предлагаются проекты и исследовательские работы, направленные на решение реальных мировых проблем. Это позволяет учащимся глубже усваивать знания, развивать практические навыки и творчески подходить к решению проблем. Например, сборка и программирование роботов с использованием законов физики в робототехнических клубах.

Прикладная направленность: Теоретические знания связываются с их реальным применением в жизни. Интерес учащихся к предмету возрастает, когда они видят, как физические явления применяются в повседневной жизни, промышленности или новых технологиях.

Развитие навыков "4К": STEM-образование направлено на формирование у учащихся навыков XXI века: **креативность (Creative thinking)**, **критическое мышление (Critical thinking)**, **коммуникация (Communication)** и **коллаборация (Collaboration)**. Эти навыки развиваются на уроках физики через групповые проекты и совместное решение проблем.

Инновационное оборудование и технологии: Использование современного лабораторного оборудования, 3D-принтеров, программируемых контроллеров, технологий виртуальной и дополненной реальности. Например, проведение физических экспериментов с использованием беспроводных датчиков Pasco для сбора и анализа данных.

Профессиональное развитие учителей: Для эффективного применения STEM-подхода важно, чтобы учителя проходили специальную подготовку и непрерывное профессиональное развитие. Во многих странах проводятся образовательные программы и семинары для учителей STEM-направлений.

В Казахстане также уделяется особое внимание внедрению STEM-образования в рамках модернизации системы образования. Можно выделить следующие направления и практики применения STEM-подхода в преподавании физики:

- **Поддержка на государственном уровне:** В образовательной системе Казахстана принимаются государственные программы и инициативы по развитию STEM-направления. В школах открываются кабинеты робототехники и создаются STEM-лаборатории.

- **Опыт Назарбаев Университета и НИШ:** Назарбаев Университет и Назарбаев Интеллектуальные школы (НИШ) являются локомотивами STEM-образования в Казахстане. В этих школах уроки физики преподаются с учетом междисциплинарных связей, особое внимание уделяется проектным работам. Учащиеся участвуют в международных конкурсах и показывают высокие результаты в области STEM.

- **Внедрение проектного обучения:** В казахстанских школах все чаще используются элементы проектного обучения на уроках физики. Например, выполнение учащимися небольших проектов, направленных на решение проблем из повседневной жизни, исследование физических явлений путем создания моделей и макетов.

- **Обновление содержания образования:** Обновленные образовательные программы основаны на принципах STEM и направлены на усиление междисциплинарных связей. Это позволяет интегрировать физику с другими естественно-математическими предметами.

- **Повышение квалификации учителей:** В Казахстане организуются курсы повышения квалификации и семинары по STEM-образованию для учителей физики. Эти курсы обучают учителей методологии STEM-подхода, управлению проектами и использованию современных технологий.

- **Международное сотрудничество:** Казахстан развивает сотрудничество с международными организациями и развитыми странами в области STEM-образования. Участие в международных сообществах учителей, таких как "Science on Stage Europe", также дает возможность для обмена опытом.

- **Проблемы и трудности:** Внедрение STEM-образования в полной мере сопряжено с рядом трудностей. К ним относятся недостаточность материально-технической базы, дефицит квалифицированных STEM-учителей во всех школах, необходимость повышения интереса учащихся к STEM-специальностям.

Включение искусственного интеллекта в программу по физике

Включение элементов **искусственного интеллекта (ИИ)** в программу по физике углубляет STEM-подход и дает учащимся навыки работы с современными технологиями.

Обработка информации и анализ данных:

Раздел "Механика": Использование программ видеоанализа на основе ИИ для определения траекторий движения, скорости и ускорения. Например, сбор и анализ данных движущихся объектов с помощью библиотеки OpenCV на Python.

Раздел "Электричество и магнетизм": Применение алгоритмов машинного обучения для прогнозирования значений напряжения, тока и сопротивления в электрических цепях. Учащиеся могут строить модели на основе собранных данных и проверять их точность.

Раздел "Оптика": Использование систем распознавания изображений на основе ИИ для анализа характеристик изображений (увеличение, расположение), полученных с помощью линз и зеркал.

Моделирование и симуляция:

- **Раздел "Термодинамика":** Моделирование движения молекул газа и их связи с давлением и температурой с использованием алгоритмов

ИИ. Учащиеся могут изменять различные параметры и наблюдать, как меняется система.

- **Квантовая физика:** Визуальное представление поведения элементарных частиц или структуры атома с помощью ИИ, что упрощает понимание сложных понятий для учащихся.

Автоматизированные лабораторные работы:

- **Лабораторные работы:** Объединение микроконтроллеров, таких как Arduino или Raspberry Pi, с датчиками на основе ИИ для автоматического измерения физических параметров (температура, давление, интенсивность света) и сбора данных. Это облегчает процесс проведения эксперимента для учащихся, позволяя им уделять больше времени анализу.

- **Робототехника:** Сборка и программирование роботов, управляемых ИИ, с использованием законов физики (механика, кинематика). Например, создание роботов, которые объезжают препятствия или распознают объекты.

Персонализированное обучение и обратная связь:

- **Решение задач:** Учебные платформы на основе ИИ могут анализировать уровень знаний учащихся и предлагать им задания и объяснения, соответствующие их индивидуальным потребностям.

- **Контрольные работы:** ИИ может автоматически выявлять ошибки учащихся и давать обратную связь, что помогает им понять свои слабые стороны и закрепить знания.

Подготовка к будущим технологиям и профессиям:

- **Новые технологии:** Исследование применения ИИ в энергетике, медицине, аэрокосмической отрасли и других областях на уроках физики. Это ориентирует учащихся на будущие профессии, связанные с ИИ.

- **Основы Data Science (Науки о данных):** Формирование навыков сбора, очистки, обработки и визуализации физических данных, что является основами науки о данных.

Применение **STEM-подхода** в преподавании физики как на международном, так и на отечественном уровне играет важную роль в формировании у учащихся навыков, необходимых для успешной жизни в XXI веке. Внедрение **искусственного интеллекта** в программу по физике значительно повышает эффективность этого подхода, открывая учащимся путь к получению более глубоких знаний, творческому развитию и становлению востребованными специалистами будущего. В Казахстане проводится значительная работа по развитию STEM-образования, однако необходимо дальнейшее активизирование усилий в этом направлении, укрепление материально-технической базы и совершенствование профессиональной подготовки учителей.

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ С ПРИМЕНЕНИЕМ STEM - ПОДХОДА ПО ФИЗИКЕ (7-11 классы)

STEM-образование представляет собой интегративный подход к обучению, в основе которого лежит соединение четырёх ключевых дисциплин: науки (Science), технологий (Technology), инженерии (Engineering) и математики (Mathematics). Основная идея STEM -развитие у обучающихся способности применять знания из разных областей для решения практико-ориентированных задач.

Ключевые принципы STEM-обучения:

- **Межпредметная интеграция:** Знания из физики, математики и других наук используются совместно в рамках одного проекта или задания.
- **Проектная и исследовательская деятельность:** Ученики самостоятельно или в группе реализуют проекты, направленные на решение конкретной задачи.
- **Практико-ориентированный подход:** Задания имеют прикладной характер, приближены к реальным жизненным или профессиональным ситуациям.
- **Развитие метапредметных компетенций:** Командная работа, критическое мышление, креативность, коммуникация и управление временем.

Межпредметные связи: физика, математика, технология и инженерия

Физика в рамках STEM-образования играет связующую роль. Практически каждый проект включает физические принципы:

- **С математикой:** математическое моделирование, расчёты, графики.
- **С технологией:** работа с цифровыми лабораториями, измерительным оборудованием, программным обеспечением.
- **С инженерией:** проектирование и сборка устройств, моделирование процессов, 3D-печать, робототехника.

Пример: при создании модели солнечной печи учащиеся используют знания о теплопередаче (физика), рассчитывают параметры (математика), конструируют устройство (инженерия), применяют технологические навыки (работа с материалами и инструментами).

Формирование навыков XXI века

STEM-образование не только расширяет предметные знания, но и способствует формированию так называемых «**навыков XXI века**», к которым относятся:

- **Критическое и системное мышление** -способность анализировать ситуацию, выделять ключевые проблемы и находить пути их решения.
- **Командная работа** -сотрудничество, распределение ролей, ответственность за общий результат.

- **Креативность и инновационное мышление** -поиск нестандартных подходов, создание новых решений.

- **Цифровая грамотность** -уверенное использование цифровых инструментов и технологий в учебной и проектной деятельности.

- **Коммуникация и презентация результатов** -умение представить свою работу, аргументировать позицию, воспринимать обратную связь.

Таким образом, STEM-подход делает процесс изучения физики более осмысленным, вовлекающим и приближённым к реальным условиям научной и инженерной деятельности. Это особенно важно в старших классах, когда учащиеся начинают осознанно выбирать направление будущего образования и карьеры.

В контексте физики применение STEM-подхода позволяет учащимся развивать критическое мышление, навыки решения проблем и творческий подход к изучению физических явлений. Эффективная реализация STEM-подхода в школьной практике требует переосмысления традиционной организации практических занятий. Практические работы по физике в STEM-формате приобретают черты мини-проектов: они направлены не только на закрепление теоретических знаний, но и на решение конкретных инженерно-технических задач с использованием научных методов.

Основная цель практических работ по физике с применением STEM-метода для 7–11 классов повышение интереса учащихся к предмету физики через формирование научного и инженерного мышления, развитие лабораторных навыков, понимание межпредметных связей, а также освоение технологических знаний, направленных на решение реальных жизненных задач.

Задачи:

1. Формировать у учащихся навыки проведения лабораторных и практических исследований, умение собирать и анализировать данные.

2. Развивать научное и инженерное мышление через выполнение экспериментальных и проектных работ.

3. Обеспечить интеграцию знаний из различных предметных областей (физика, математика, информатика, технологии).

4. Способствовать применению теоретических знаний для решения практических и реальных жизненных задач.

5. Развивать коммуникативные навыки и умение работать в команде.

6. Формировать критическое мышление и способность делать обоснованные выводы на основе анализа результатов экспериментов.

STEM (наука, технология, инженерия и математика) – это метод, направленный на развитие у учащихся научных, технических, инженерных и математических навыков. Предмет физики особенно подходит для системного формирования этих навыков. Применение STEM-подхода в ходе проведения практических работ способствует повышению

практической компетентности учащихся и укреплению их способностей к решению различных задач.

Методические рекомендации

1. Выбор темы практической работы

Темы должны быть актуальными и интересными для учащихся. Примеры тем: Изучение законов движения (например, закон сохранения энергии); Исследование свойств материалов (например, теплопроводность различных веществ); Изучение электрических цепей (например, создание простых электрических схем).

2. Подготовка к эксперименту

- ✓ Формулирование гипотезы перед началом эксперимента;
- ✓ планирование эксперимента,
- ✓ разработка пошагового плана выполнения работы;
- ✓ сбор необходимых материалов,
- ✓ подготовка всех необходимых инструментов и материалов.

3. Проведение эксперимента

- ✓ Разделение учащихся на группы для выполнения эксперимента;
- ✓ сбор данных,
- ✓ фиксация результатов наблюдений и измерений;
- ✓ применение современных технологий (например, датчиков, программного обеспечения для анализа данных).

4. Анализ результатов

- ✓ Обработка собранных данных (справки, графики, таблицы),
- ✓ сравнение с гипотезой, т.е. анализ полученных результатов в контексте первоначальной гипотезы.

5. Презентация результатов

- ✓ Подготовка отчета о проведенной работе с описанием методов, результатов, выводов;
- ✓ презентация перед классом.

Рекомендации по организации работы учащихся

- **Работа в малых группах** (3–5 человек) позволяет распределить обязанности и учесть сильные стороны каждого участника.
- **Ротация ролей** в проектной группе формирует универсальные навыки и даёт каждому возможность попробовать себя в разных функциях.
- **Поддержка со стороны учителя** заключается в координации, консультировании и оценке процесса, а не в прямом управлении каждым этапом работы.
- **Использование методик дизайн-мышления и agile** (например, работа по спринтам) может быть адаптировано для школьных проектов.

Использование оборудования и цифровых инструментов

Для реализации STEM-подхода важно наличие (или доступ) к:

- **Цифровым лабораториям и датчикам** (Arduino, PASCO, LabQuest, Vernier и др.)
- **Конструкторам и наборам для моделирования** (Lego

Education, Fischertechnik, 3D-ручки, лазерные резак

- **Программному обеспечению** для моделирования и визуализации (PhET, Algodoo, GeoGebra, Tinkercad)

- **Инструментам для совместной работы и презентаций** (Padlet, Canva, Google Docs, презентации, видео)

Даже при ограниченных ресурсах учитель может адаптировать работу под доступные средства, используя подручные материалы, онлайн-моделирование или мобильные приложения.

Виды практических работ с применением STEM-подхода

1. Создание физических моделей и проведение экспериментов

- **Механика:** создание моделей, связанных с законами динамики.

Например, проекты по исследованию скорости движения грузовика, силы тяги или действия силы упругости. Ученики собственноручно изготавливают простые модели, проводят испытания и анализируют результаты.

- **Энергия и мощность:** моделирование преобразования энергии с использованием различных источников. Ученики изучают принцип действия ветрогенератора или солнечной панели и создают собственные прототипы.

- **Электрические цепи:** сборка электрических цепей и изучение работы резисторов и конденсаторов. Эти работы можно интегрировать с проектами по робототехнике.

2. Инженерное проектирование

- **Исследование строительных материалов и конструкций:** ученики проверяют прочность собственноручно созданных конструкций и проводят испытания с использованием инженерных методов. Например, создание модели моста и тестирование его устойчивости.

- **Робототехника:** предложить ученикам проект по созданию робота, что позволяет им понять физические принципы и развивать инженерные навыки на практике.

3. Математическое моделирование

- **Кинематика:** выполнение заданий, связанных с движением. Например, расчет скорости автомобиля и его траектории, построение графиков.

- **Динамика:** исследование взаимосвязи между нагрузкой и скоростью. Например, измерение силы с помощью пружины и отображение результатов на графике.

4. Использование интерактивных методов

- **Виртуальные лаборатории:** современные технологии позволяют использовать виртуальные лаборатории. Ученики моделируют различные физические процессы в цифровой среде и анализируют результаты. Например, исследование силы трения или законов движения с помощью специализированных программ.

- **Мультимедийные ресурсы:** использование анимаций и

видеоматериалов для объяснения физических законов, что способствует укреплению теоретических знаний через практическое восприятие.

5. Прикладные исследования и проекты
Применяя STEM-подход, учащиеся получают возможность реализовать собственные научно-технические проекты:

- **Экологические проекты:** исследование возобновляемых источников энергии, оценка их эффективности. Например, сборка ветрогенератора и составление отчета о его работе.
- **Технологические проекты:** выполнение заданий по созданию физических устройств и систем с применением конкретных технологий, что способствует развитию инженерного мышления.

6. Формирование критического мышления
В процессе применения STEM-подхода важно развивать критическое мышление у учащихся:

- **Анализ данных:** сбор, обработка и интерпретация результатов экспериментов и исследований с использованием математических методов.
- **Групповая работа:** организация работы в группах с индивидуальными заданиями для каждой, что развивает лидерские качества и умение работать в команде.

7. Оценивание и обратная связь
После выполнения практических работ возможно использовать разные методы оценки достижений учащихся:

- **Оценка по результатам выполнения заданий:** оценка уровня выполнения заданий с акцентом на креативность и новизну.
- **Проектные работы:** применение критериального оценивания, учитывающее физические знания, технические навыки и умение работать в команде.
- **Рефлексия:** побуждение учащихся к размышлению о результатах своей работы и обсуждению возможных путей её улучшения.

Методические рекомендации для 7 класса

1. Особенности возраста и программы

В 7 классе учащиеся только начинают изучение физики как отдельной дисциплины. Это возраст активного интереса к окружающему миру, а также развития наглядно-действенного и образного мышления. Важно сформировать у школьников устойчивую мотивацию к обучению и продемонстрировать, как физика «работает» в реальной жизни.

Основные темы курса:

- Механика: движение, сила, равновесие тел.
- Простые механизмы.
- Давление твёрдых тел, жидкостей и газов.
- Работа и мощность.
- Энергия и её превращения.

Эти темы дают богатые возможности для практико-ориентированных проектов в STEM-формате.

2. Рекомендации по организации STEM-работ

Формат заданий:

- Мини-проекты с конкретным результатом (модель, измерения, презентация).
- Работа в парах или малых группах.
- Применение подручных средств и простых технических решений.
- Использование таблиц наблюдений, фото/видеофиксации экспериментов, элементарного анализа данных.

Ожидаемые результаты:

- Умение ставить проблему и выдвигать гипотезу.
- Проведение простейших измерений и экспериментов.
- Презентация результатов работы (устно или в виде постера/видео).
- Формирование интереса к исследовательской и инженерной деятельности.

Методические рекомендации для 8 класса

Особенности возраста и содержания курса

В 8 классе учащиеся осваивают такие разделы физики, как:

- Тепловые явления;
- Строение вещества;
- Внутренняя энергия и способы её изменения;
- Электрические явления и цепи постоянного тока.
- Электромагнитные явления
- Световые явления

Формируется понимание микромира, тепловых процессов и основ электричества, что создаёт основу для технически более сложных и содержательных STEM-проектов. Учащиеся становятся более самостоятельными, начинают владеть базовыми экспериментальными и исследовательскими навыками.

Подходы к реализации STEM-работ

Особенности заданий:

- Увеличение уровня сложности задач и глубины анализа.
- Введение элементарного проектирования, планирования ресурсов, материалов и времени.
- Построение графиков, анализ данных, расчёты.
- Возможность использовать простейшие электрические схемы и датчики.

Развитие навыков:

- Исследовательская культура (выдвижение гипотез, проверка, корректировка).
- Базовая инженерная логика (подбор материалов, сборка устройств).
- Презентация работы в виде пояснительной записки,

презентации или видео.

Методические рекомендации для 9 класса

Особенности возраста и содержания курса

К 9 классу у учащихся формируется более чёткое понимание физических процессов, они способны выполнять расчёты, строить логические схемы и работать с электротехническим оборудованием. Это идеальное время для вовлечения в инженерные и прикладные проекты с элементами автоматизации и логики.

Основные темы курса:

- Механика
- Законы сохранения
- Колебания и волны
- Строение атома, атомные явления
- Атомное ядро
- Основы астрономии

Эти темы открывают широкие возможности для внедрения STEM-технологий в проектную и практическую деятельность.

Подход к организации STEM-работ

Особенности заданий:

- Моделирование физических явлений.
- Использование цифровых лабораторий, сенсоров, симуляторов.
- Исследовательские проекты с аналитической частью.
- Представление результатов с графиками, схемами, видеоматериалами.

Подход:

- Групповые и индивидуальные работы с отчётами научного типа.
- Введение в цифровую обработку данных (Excel, онлайн-графики).
- Расширение инженерной составляющей: точные измерения, прототипы, управление.

Методические рекомендации для 10 класса

Особенности содержания курса

Основные темы курса 10 класса:

- Механика;
- Статика, гидростатика и гидродинамика;
- Законы сохранения;
- Молекулярная физика и основы термодинамики;
- Газовые законы;
- Электростатика и постоянный ток;
- Электрический ток в различных средах;
- Магнитное поле и электромагнитная индукция.

Фокус:

- Проекты, включающие работу с электрическими схемами и простыми микроконтроллерами (при наличии).

- Основы автоматизации, светозвуковые сигналы, управление нагрузками.

- Исследовательская постановка задач -переход от наблюдения к объяснению и улучшению модели.

Требования к работе:

- Использование простых программируемых платформ (по возможности) -например, Arduino, micro:bit.

- Чертежи, схемы, объяснения, презентации.

- Работа в группах с чётким разделением инженерных и презентационных ролей.

Формируемые умения:

- Анализ и моделирование волновых процессов;

- Работа с оптическими приборами;

- Проведение экспериментов с цифровыми средствами;

- Построение научных гипотез, проведение расчётов и интерпретация результатов.

Подход:

- Групповые и индивидуальные работы с отчётами научного типа.

- Введение в цифровую обработку данных (Excel, онлайн-графики).

- Расширение инженерной составляющей: точные измерения, прототипы, управление.

Методические рекомендации для 11 класса

Особенности содержания курса

В 11 классе изучаются ключевые современные разделы физики, включая:

- Электромагнитные колебания и волны;

- Фотоэффект и квантовая физика;

- Атомная и ядерная физика;

- Основы теории относительности;

- Законы сохранения и современная картина мира.

Это время для развития исследовательской культуры, критического мышления и подготовки к поступлению в технические и естественнонаучные вузы. STEM-подход помогает старшеклассникам не только глубже понять учебный материал, но и применять его в реальных инженерных задачах, участвовать в конкурсах, научных форумах и стартап-проектах.

Формат STEM-проектов в 11 классе

Ключевые черты:

- Исследовательский и проектный формат (с постановкой научной проблемы).

- Моделирование физических процессов (численное и компьютерное).

- Использование цифровых лабораторий, датчиков,

программируемых систем.

- Формирование научного отчёта (структура: цель, гипотеза, методы, результаты, выводы).
- Поддержка презентационных и коммуникационных навыков (питч, стенд, видеодоклад).

Создание проектов по физике с использованием STEM-подхода позволяет учащимся не только глубже изучать физические законы, но и развивать навыки решения практических задач, работать с современными технологиями, анализировать данные и эффективно взаимодействовать в командной работе. Проектная деятельность активизирует творческий подход и дает возможность применять теоретические знания на практике.

Организация проектной деятельности по физике с применением STEM-подхода предоставляет учащимся возможность не только глубоко овладеть физическими законами, но и сформировать навыки практического решения задач, работы с современными технологиями, анализа информации, а также сотрудничества в группе. Такая деятельность раскрывает творческий потенциал школьников и открывает путь к применению теоретических знаний в реальных условиях.

Преимущества данного подхода:

- Понимание физических явлений через практический опыт;
- Установление межпредметных связей с естественно-научными и математическими дисциплинами;
- Развитие инженерного мышления;
- Привитие исследовательского интереса;
- Связь обучения с реальными жизненными ситуациями.

Таблица 2. Темы STEM-проектов и их связь с формируемыми компетенциями

Название проекта	Тема / Физическое явление	Формируемые компетенции
Давление и сила	Исследование давления, оказываемого телом на опору, в разных ситуациях (например, в разных типах обуви).	Исследовательская деятельность, измерительные навыки, практическое применение теории.
Катапульта	Построение модели катапульты и оптимизация её дальности полета с анализом параметров.	Конструкторские навыки, моделирование, математический анализ, командная работа.
Водяная ракета	Законы Ньютона	Технологическое мышление, понимание сил и движения, работа в команде
Создание простого маятника	Колебания	Анализ, проведение эксперимента, измерение времени
Теплопередача	Исследование теплопроводности различных материалов.	Анализ физических процессов, работа с экспериментальными

		данными, критическое мышление.
Электрическая схема	Создание электрической цепи с переключателем для освещения, исследование энергоэффективности.	Навыки работы с электрическими схемами, использование различных источников энергии.
Испытание тележки (законы Ньютона)	Законы движения, $F = ma$	Экспериментальные расчёты, причинно-следственные связи
Модель радиосвязи	Электромагнитные волны	Принципы передачи информации, инженерное проектирование
Изучение колебаний маятника	Гармонические колебания	Математическое моделирование, работа с графиками
Магнитное поле	Исследование действия магнитного поля на проводник с током.	Развитие навыков работы с магнитными полями, практическое использование теории.
Автоматический светильник	Разработка схемы с фоторезистором, реагирующей на изменение освещённости.	Работа с датчиками, автоматизация процессов, анализ поведения света.
Анализ энергопотребления дома	Электрическая мощность, энергосбережение	Ответственность, экологическое мышление, обработка данных
Электромагнитный подъёмный кран	Магнитное поле, работа тока	Прикладная физика, создание конструкции, проведение эксперимента
Умный дом: автоматизация освещения	Постоянный ток, датчики, управление	Основы автоматизации, работа с микроконтроллерами (если есть возможность)
Маятник и его колебания	Изучение зависимости периода колебаний маятника от его длины и массы.	Навыки проведения измерений, использование физических формул, аналитическое мышление.
Голограмма	Создание голограммы с помощью смартфона и прозрачной плёнки.	Развитие творческих и инженерных навыков, работа с оптическими эффектами.
Создание простого электромагнита	Электрический ток и магнитное поле	Инженерное проектирование, проведение эксперимента
Измерение скорости света	Фотоэффект, распространение света	Проведение исследований, анализ сигналов, связь с квантовой теорией

Сборка и настройка генератора Теслы	Электромагнитные колебания, резонанс	Понимание ВЧ-процессов, работа с моделированием, техника безопасности
Моделирование радиоактивного распада	Статистическая физика, ядерные процессы	Компьютерное моделирование (Excel, Python), создание графиков
Голограмма своими руками	Интерференция, отражение и преломление света	Работа с оптикой, визуализация, техническое творчество
Изучение фотоэффекта (симуляция)	Квантовая физика, закон Эйнштейна	Работа с цифровыми симуляциями, анализ закономерностей, построение графиков
Изучение механики на примере модели лифта	Сила, трение, равновесие, ускорение	Инженерное мышление, сопоставление эксперимента и теории
Создание и исследование солнечной батареи	Фотоэффект, преобразование энергии	Экологическое мышление, командная работа, экспериментальные навыки
Проектирование парашюта	Сопротивление воздуха, свободное падение	Безопасность, равновесие сил, инженерная креативность
Солнечная печь	Теплопередача, солнечная энергия	Энергоэффективность, возобновляемые ресурсы, практическое применение физики
Фотоэффект	Исследование фотоэффекта и зависимости энергии электронов от частоты света.	Работа с экспериментами, глубинное понимание квантовой физики, использование лабораторного оборудования.
Генератор Теслы	Конструирование маломощного генератора Теслы для демонстрации электромагнитных колебаний.	Развитие инженерных и технических навыков, работа с высокочастотными явлениями.
Энергопотребление	Моделирование и оптимизация энергопотребления в домашних условиях (энергоэффективность).	Разработка проектных решений, использование энергетических расчётов, улучшение экологии.

В Таблице 2 приведена взаимосвязь тем STEM-проектов и формируемых компетенций.

Эта таблица поможет **выстроить последовательность обучения**, а также даст возможность выделить и четко обозначить, какие важные **компетенции** развиваются в каждом проекте.

Эти проекты направлены на развитие устойчивого интереса к прикладной физике, инженерии, энергетике и экологическому мышлению.

Они могут стать основой для итоговых работ, конкурсов или олимпиад технической направленности. Проекты предоставляют учащимся возможность не только применить теоретические знания, но и развить инициативность, креативность, а также сформировать инженерный взгляд на вещи. Учащиеся получают шанс развивать аналитическое мышление, навыки проектирования и инженерные знания. Использование цифровых лабораторий, датчиков и симуляторов помогает не только в освоении теоретического материала, но и в обучении его практическому применению.

Ниже приведены примеры проектов по физике для учащихся 7–11 классов. Они распределены по шести разделам физики: **механика, тепловая физика, электричество и магнетизм, оптика, основы квантовой физики, основы астрономии.**

Обобщение особенностей и различий STEM-проектов и задач по шести основным разделам физики помогут различать подходы и цели в рамках каждого направления при разработке учебных материалов и заданий:

1. Механика

Особенности:

- Описывает движение и взаимодействие тел.
- Часто используется при создании моделей (маятники, мосты, машины).
- Подходит для расчётов и макетов, где можно наблюдать движение и силу.

STEM-проекты:

- Постройка катапульты или мостика.
- Анализ движения автомобиля на скате.
- Расчёт траектории и дальности броска.

Задачи:

- Вычисление ускорения, работы, мощности.
- Закон Ньютона, Гука, момент силы, равновесие рычага.

Отличие: акцент на точных измерениях и визуализации движения.

2. Тепловая физика

Особенности:

- Связана с теплопередачей, внутренней энергией, фазовыми переходами.
- Проекты часто включают нагрев, плавление, теплоизоляцию.

STEM-проекты:

- Модель теплового двигателя.
- Изучение плавления веществ.
- Теплоизоляционные испытания различных материалов.

Задачи:

- Расчёт количества теплоты, температуры, теплообмена.
- Изучение ПЭК тепловых процессов.

Отличие: возможность визуального наблюдения изменений агрегатного состояния.

3. Электричество и магнетизм

Особенности:

- Работа с электрическими цепями, током, напряжением, сопротивлением.

- Безопасность -важный аспект при проектировании.

STEM-проекты:

- Создание простой цепи с лампочкой.
- Постройка электромагнита или генератора.
- Сравнение энергопотребления разных ламп.

Задачи:

- Законы Ома и Джоуля–Ленца.
- Расчёт мощности, ЭДС, сопротивления.

Отличие: применимость в быту (энергосбережение, домашние устройства).

4. Оптика

Особенности:

- Исследует распространение и отражение света, линзы и зеркала.
- Проекты зрелищны и понятны ученикам.

STEM-проекты:

- Лабиринт с зеркалами.
- Модель перископа.
- Изучение преломления в воде и линзах.

Задачи:

- Закон отражения и преломления.
- Фокусное расстояние, построение изображений.

Отличие: проекты часто зрелищные, легко визуализируемые, мотивирующие.

5. Основы квантовой физики

Особенности:

- Абстрактный уровень (фотоэффект, корпускулярно-волновой дуализм).

- Прямые эксперименты сложны, чаще используются модели и визуализации.

STEM-проекты:

- Моделирование фотоэффекта.
- Виртуальные лаборатории, симуляции.
- Анализ энергий фотонов, квантовых переходов.

Задачи:

- Расчёт энергии кванта.
- Связь частоты, длины волны и энергии.

Отличие: теоретическая направленность, требует моделирования и мультимедиа.

6. Основы астрономии

Особенности:

- Пространственные и временные масштабы, связь с наблюдением природных явлений.

- Хорошо подходят для интеграции с ИКТ.

STEM-проекты:

- Модель Солнечной системы или фаз Луны.

- Исследование орбит спутников.

- Планетарий из подручных материалов.

Задачи:

- Определение угловых размеров, расстояний, периодов вращения.

- Расчёты, связанные с законами Кеплера.

Отличие: вдохновляющие темы, широкое поле для фантазии и межпредметных связей (география, история, культура).

Таблица 3. Обобщение особенностей и различий STEM-проектов и задач по шестиосновным разделам физики

Раздел	Фокус проектов	Особенности задач	Характер STEM-подхода
Механика	Модели движения, сила, равновесие	Расчёты по законам Ньютона и Гука	Видимые, осязаемые опыты
Тепловая физика	Измерения тепла, плавление, изоляция	Кол-во теплоты, температурные зависимости	Опыты с наблюдаемыми изменениями
Электричество	Электронцепи, ЭДС, генераторы	Законы Ома, мощность, энергия	Практические навыки и бытовая применимость
Оптика	Зеркала, линзы, преломления	Геометрическая оптика	Визуальные, эффектные эксперименты
Квантовая физика	Модели фотоэффекта, энергии фотонов	Фотоны, длина волны, энергия	Моделирование, абстрактные понятия
Астрономия	Орбиты, вращения, масштабные модели	Расстояния, периоды, углы	Проектно-исследовательская направленность

1. Механика

Для 7–11 классов приведена примерная таблица STEM-заданий по разделу «Механика». Эти задания составлены с учетом возрастных особенностей каждого класса и учебных целей, связаны с реальной жизнью и ориентированы на исследование и проектирование.

Таблица 4. STEM-задания по разделу «Механика» (7–11 классы)

Тема	Название STEM-задания	Описание задания	Межпредметные связи	Используемые материалы
Масса и сила	«Создай грузоподъёмную систему»	Создание простого подъёмного механизма с блоками и грузами, расчёт выигрыша в силе	Технология, математика	Блоки, динамометр, верёвка
Виды движения	«Собери мини-ракету»	Создание модели реактивного движения с бутылкой, водой и давлением, расчёт скорости	Химия, информатика	Пластиковая бутылка, насос, секундомер
Законы Ньютона	«Безопасность автомобиля»	Изучение импульса при столкновении и с помощью бумажной машины и яйца, моделирование подушки безопасности	Биология, математика	Бумага, яйцо, ватман, хронометр
Виды энергии	«Автомобиль на энергии»	Модель автомобиля, движущегося за счёт пружины или резинки, сравнение потенциальной и кинетической энергии	Технология, математика	Пружина, резинка, линейка, секундомер
Механические колебания и волны	«Смоделируй землетрясение»	Моделирование землетрясения и проверка	География, инженерия	Макеты, вибрационное устройство, песок

		прочности зданий с использо- ван ием механически х колебаний		
Физические величины	«Мастер измерений»	Работа с измерительн ыми приборами: длина, масса, время. Сравнение массы и объёма различных тел	Математика	Линейка, весы, секундомер
Плотность вещества	«Найди плотность!»	Вычисление плотности разных тел путём погружения в воду	Математика, химия	Мензурка, вода, весы, различные тела
Сила	«Исследуй прочность моста»	Создание макета моста из бумаги или макарон, исследовани е нагрузки	Технология	Бумага, верёвка, грузы, линейка
Сила тяжести	«Фруктовые весы»	Определени е массы фруктов и расчёт силы тяжести	Биология, математика	Фрукты, весы, калькулятор
Динамометр	«Динамометр своими руками»	Создание самодельног о динамометр а из резинки или пружины	Технология	Пружина, линейка, крючок
Давление	«Почувствуй давление!»	Опыт по выявлению влияния площади и силы на давление	География	Книги, пластилин, линейка
Работа	«Подними коробку»	Вычисление работы при подъёме	Математика	Коробка, линейка, грузы

		коробки на разные высоты		
Мощность	«Кто быстрее?»	Сравнение мощности учеников при выполнении одной и той же работы за разное время	Физкультура	Часы, грузы
Равновесие	«Равновесие рычага»	Проверка условий равновесия с помощью простого рычага	Математика	Доска, опора, грузы
Движение	«Измерь, сравни, приведи в движение»	Наблюдение за движением игрушечной тележки и расчёт её скорости при равномерно м движении	Информатика	Игрушечная тележка, секундомер, измерительная лента
Виды движения	«Измерь скорость»	Исследовани е равномерног о и неравномерн ого движения, построение графиков	Математика, информатика	Секундомер, измерительная лента, тележка
Средняя скорость	«Время до школы»	Измерение расстояния и времени пути до школы, расчёт средней скорости	География	Часы, карта, линейка
Свободное падение	«Сконструируй парашют»	Создание парашюта из бумаги, исследовани е времени падения, оценка	Технология	Бумага, верёвка, пластилин, секундомер

		сопротивлен ия воздуха		
Ускорение	«Изучение ускорения тележки»	Изменяя массу тележки, исследовать связь между ускорением и силой	Математика	Тележка, груз, верёвка, таймер
Законы Ньютона	«Движение ракеты»	Демонстрац ия третьего закона Ньютона с помощью бутылки, соды и уксуса	Химия, технология	Пластиковая бутылка, сода, уксус
Сила трения	«Скользкая дорога?»	Сравнение силы трения на разных поверхности х	Биология	Динамометр, доска, ткани
Центростремит ельная сила	«Разольётся ли вода?»	Демонстрац ия причины удержания воды в движущемся по окружности ведре	География	Ведро, вода, верёвка
Импульс	«Сохрани яйцо!»	Построение устройства, снижающего силу удара при падении яйца, применение понятия импульса	Инженерия	Яйцо, вата, коробка, лента
Механическая работа	«Толкни коробку»	Перемещени е коробки по разным поверхности м, оценка работы и влияния трения	Математика	Коробка, грузы, измерительная лента
Мощность и энергия	«Сколько энергии я трачу?»	Выполнение одной работы несколькими учениками,	Физкультура	Секундомер, мешок, линейка

		сравнение их мощности		
--	--	-----------------------------	--	--

Каждое задание направлено на развитие практического мышления учащихся, их исследовательских способностей и естественно-научной грамотности. Учитель может адаптировать задания для проектного урока, групповой работы или в качестве домашнего задания. Все задания соответствуют требованиям обновлённого содержания образования (УСО) и действующей учебной программы.

Дополнительные

рекомендации:

- Каждое задание может быть использовано как проектный урок, групповая работа или лабораторная практика.
- Задания можно адаптировать для развития творческого подхода учащихся, логического мышления и глубокого понимания физических понятий.

Таблица STEM-заданий по разделу «Механика» содержит расширенные задачи и дополнительные вопросы к каждому заданию. Эти элементы способствуют формированию у учащихся навыков глубокого анализа, научного и математического мышления.

Таблица 5. STEM-задания по разделу «Механика»

Тема	Название STEM-задания	Описание задания	Межпредметные связи	Инструменты и материалы	Углублённые задачи и вопросы
Движение и скорость	«Формируем гипотезу: кто быстрее?»	Изучение движения пешком, на велосипеде и на машине с расчётом скорости.	Математика, география	Секундомер, карта, велосипед, машина	Доп. вопрос: если ваша скорость 10 км/ч, сколько вы пройдёте за 3 часа? Углублённая задача: Как учесть препятствия на пути при расчёте времени?
Законы Ньютона	«Сила удара»	Определение сил при столкновении объектов из разных материалов.	Химия, биология	Линейка, игрушки, различные материалы	Доп. вопрос: Если масса объекта 5 кг, а скорость 2 м/с, какая сила может возникнуть

					при столкновении? Углублённая задача: Какие факторы увеличивают силу удара (скорость, масса, поверхность)?
Механическая работа	«Проверка силы рук»	Расчёт работы при подъёме предметов разной массы.	Математика	Коробки, грузы, весы	Доп. вопрос: Какие способы увеличения рабочей силы существуют? Углублённая задача: Сколько работы нужно, чтобы поднять 10 кг на 5 м? ($g=9.8 \text{ м/с}^2$)
Энергия и её виды	«Источник энергии: пружина»	Изучение потенциальной энергии пружины и её превращение в кинетическую.	Технология, химия	Пружина, зажим, измерительные приборы	Доп. вопрос: Используя формулу, вычислите потенциальную энергию пружины. Углублённая задача: Если жёсткость пружины 100 Н/м, а длина сжатия 0.2 м, сколько энергии она выделяет?

Трение и его влияние	«Влияние дорожного покрытия»	Сравнение скорости движения тел по разным поверхностям (асфальт, доска, ковёр).	География, химия	Тележка, доска, материалы	Доп. вопрос: Как можно уменьшить силу трения? Углублённая задача: При коэффициенте трения 0.3 и массе 20 кг, какая сила нужна для движения по горизонтали?
Механические колебания	«Давление и колебания»	Создание колебательной системы (маятник или пружина) и исследование частоты.	Инженерия, физика	Пружина, маятник, измерительные приборы	Доп. вопрос: Какие факторы влияют на частоту колебаний? Углублённая задача: Если длина маятника 1 м, а период колебаний 2 с, вычислите частоту.
Ускорение и инерция	«Изменение скорости»	Изучение ускорения тел разной массы и объяснение инерции.	Математика, химия	Тележка, грузы, секундомер	Доп. вопрос: Как масса влияет на ускорение? Углублённая задача: Если масса тела 10 кг, а сила 20 Н, чему равно ускорение? ($F=ma$)
Сохранение механической	«Сохранение энергии»	Создание модели с роликом для	Технология, математика	Ролик, пружина, грузы	Доп. вопрос: Что такое сохранение

кой энергии		исследования сохранения энергии.			механической энергии? Углублённая задача: Если потенциальная энергия пружины 50 Дж, какова кинетическая энергия ролика?
Импульс и столкновение	«Модели столкновений»	Изучение столкновений с разной массой и проверка закона сохранения импульса.	Инженерия, математика	Линейка, мячи, модели транспорта	Доп. вопрос: В каких условиях выполняется закон сохранения импульса? Углублённая задача: Если тела массами 10 и 20 кг движутся навстречу, вычислите изменение импульса.
Вращательное движение	«Насколько быстро вращается?»	Создание устройства вращения и расчёт угловой скорости.	Математика, технология	Ротор, мотор, линейка	Доп. вопрос: Как вычислить угловую скорость ротора? Углублённая задача: При угловой скорости 5 рад/с найдите период вращения.
Движение и скорость	«Измерение скорости»	Измерение времени движения, расчёт скорости, построение графика.	Математика, география	Секундомер, линейка, объекты	Доп. вопрос: При скорости 10 м/с за 20 с какое расстояние пройдено?

					Углублённая задача: Как вычислить среднюю скорость при изменяющейся скорости?
Второй закон Ньютона	«Связь силы и ускорения»	Воздействие силы на объект и измерение ускорения по второму закону Ньютона.	Математика, физика	Тележка, груз, весы, секундомер	Доп. вопрос: При массе 10 кг и силе 20 Н чему равно ускорение? Углублённая задача: Сравните силу трения на разных поверхностях с учётом второго закона Ньютона.
Механическая работа	«Рабочая сила»	Измерение работы при применении различных сил.	Математика	Коробка, груз, весы, линейка	Доп. вопрос: Какая работа совершается при силе 50 Н и перемещении на 2 м? Углублённая задача: В каких случаях работа увеличится в 2 раза?
Потенциальная и кинетическая энергия	«Преобразование энергии»	Изучение перехода потенциальной энергии в кинетическую (пример: падение шара).	Химия, биология	Шар, линейка, секундомер, весы	Доп. вопрос: Какая энергия может теряться при преобразованиях? Углублённая

					я задача: Масса тела 5 кг, высота 10 м - найдите изменение кинетическ ой энергии.
Сила трения	«Исследова ние силы трения»	Измерение силы трения на разных поверхност ях.	География, химия	Доска, тележка, грузы, динамометр	Доп. вопрос: Как уменьшить силу трения? Углублённа я задача: При коэффицие нте 0.3 и массе 15 кг, рассчитайте необходиму ю силу.
Механиче ские колебания	«Колебания маятника»	Изучение зависимост и частоты маятника от его длины.	Инженерия, физика	Маятник, линейка, секундомер	Доп. вопрос: Как длина маятника влияет на частоту? Углублённа я задача: Длина 2 м - какой период колебаний?
Инерция и законы движения	«Движение и инерция»	Исследован ие инерции объектов разной массы.	Математика, химия	Тележка, грузы, ленты, секундомер	Доп. вопрос: Почему телу с большей инерцией нужно больше силы? Углублённа я задача: При ускорении 2 м/с ² , какая масса соответству ет движению?

Сохранение энергии	«Закон сохранения энергии»	Проверка сохранения механической энергии на опыте.	Математика, химия	Шар, палка, линейка, секундомер	Доп. вопрос: Как работает закон сохранения энергии? Углублённая задача: Если кинетическая энергия 50 Дж, а затем становится 100 Дж - какая потенциальная энергия?
Импульс и столкновение	«Сохранение импульса»	Моделирование столкновений и проверка закона сохранения импульса.	Инженерия, физика	Мячи, тележка, линейка, секундомер	Доп. вопрос: Почему важен закон сохранения импульса? Углублённая задача: Масса 10 кг, скорость 3 м/с - найдите импульс.
Вращательное движение	«Ротор и скорость вращения»	Изучение угловой и линейной скорости ротора.	Математика, технология	Ротор, мотор, линейка, секундомер	Доп. вопрос: От чего зависит угловая скорость? Углублённая задача: При угловой скорости 4 рад/с - найдите период вращения.
Движение по наклонной плоскости	«Сила и наклон»	Исследование силы, необходимой для подъёма	Геометрия, математика	Доска, груз, динамометр, транспортировочная лента	Доп. вопрос: Как угол наклона влияет на

		груза по наклонной плоскости.			необходимую силу? Углублённая задача: При угле наклона 30° и массе 10 кг, найдите необходимую силу подъёма.
Энергия при движении	«Преобразование энергии в движении»	Наблюдение за преобразованием потенциальной энергии в кинетическую при скатывании предметов.	Химия, технология	Рампа, шарик, линейка, секундомер	Доп. вопрос: Какую форму энергии принимает шарик при движении вниз? Углублённая задача: Сравните скорости шарика с разных высот.
Законы движения Ньютона	«Второй закон Ньютона в действии»	Демонстрация связи между силой, массой и ускорением.	Математика, химия	Грузы, тележка, весы, секундомер	Доп. вопрос: Что произойдёт с ускорением, если увеличить массу? Углублённая задача: $F = ma$: найдите силу при $m = 3$ кг, $a = 4$ м/с ² .
Механическая работа	«Мини-подъёмник»	Проектирование простого подъёмника и расчёт работы.	Технология, геометрия	Верёвка, шкивы, грузы, линейка	Доп. вопрос: Как можно уменьшить работу при подъёме? Углублённая задача: Сравните работу подъёма с

					разной высотой и массой.
Энергия и её сохранение	«Исследование с маятником»	Изучение превращения потенциальной энергии маятника в кинетическую и обратно.	Биология, инженерия	Маятник, линейка, секундомер	Доп. вопрос: Как изменяется энергия маятника в движении? Углублённая задача: Найдите общую механическую энергию при движении.
Сила трения и движение	«Остановим движение»	Исследование влияния разных поверхностей на торможение объекта.	Химия, география	Разные покрытия, тележка, динамометр	Доп. вопрос: Какие покрытия создают наибольшее трение? Углублённая задача: При массе 5 кг и коэффициенте трения 0.4 найдите силу трения.
Колебания и энергия	«Колебательная система»	Создание колебательной системы с пружиной или маятником, анализ амплитуды.	Физика, математика	Пружина, груз, линейка, секундомер	Доп. вопрос: Как масса влияет на амплитуду? Углублённая задача: Найдите частоту колебаний пружины при жёсткости 200 Н/м и массе 0.5 кг.
Инерция и равномерное движение	«Сопротивление движению»	Изучение инерции тел с разной массой при	Химия, физика	Тележка, грузы, нити, блоки	Доп. вопрос: Как инерция зависит от

		равномерно м движении.			массы? Углублённая задача: Почему тележка с большой массой труднее начинает движение?
Закон сохранения импульса	«Импульс в игре»	Игровая симуляция столкновения тел с сохранением импульса.	Информатика, физика	Модели тел, линейка, секундомер	Доп. вопрос: Что происходит с импульсом при упругом столкновении? Углублённая задача: При массах 2 и 4 кг и скоростях 3 и -2 м/с, найдите итоговую скорость.
Вращение и момент инерции	«Момент и скорость»	Изучение зависимости и угловой скорости от момента инерции.	Технология, математика	Ротор, груз, ось, линейка	Доп. вопрос: Что такое момент инерции? Углублённая задача: При массе 2 кг и радиусе 0.5 м найдите момент инерции ($I = mr^2$).

Примечание

- **Дополнительные вопросы** направлены на углубление теоретических знаний учащихся. Эти вопросы помогают глубже понять физические понятия и связать их с реальными явлениями окружающего мира.
- **Усложнённые задачи** основаны на реальных физических явлениях и предполагают их объяснение с помощью математических

моделей. Такие задания развивают логическое мышление учащихся и раскрывают взаимосвязь между физикой и математикой.

- Каждое STEM-задание способствует развитию **аналитических и исследовательских навыков**, а также обучает **применению научной методологии**.

- Задания могут выполняться в формате **проектной работы** или **лабораторного эксперимента**, формируя у учащихся умения проводить опыт, собирать данные и делать выводы.

- **Теоретическая и практическая части** заданий основываются на **междисциплинарных связях** и включают **прикладные знания**, что позволяет учащимся увидеть, как полученные знания применимы в реальной жизни.

- Все задания направлены на развитие умений **проводить научные исследования, анализировать данные, формулировать выводы и решать прикладные задачи**.

STEM-проект: «Безопасность автомобиля»

Цель проекта: исследовать физические принципы, лежащие в основе автомобильной безопасности, и разработать макет или модель, демонстрирующую работу одной или нескольких систем пассивной и активной безопасности.

Задачи проекта:

- Изучить виды автомобильных систем безопасности (пассивные и активные).

- Понять, как работают подушки безопасности, ремни, тормозные системы, зоны деформации.

- Изучить законы физики, связанные с движением, инерцией, импульсом и силой удара.

- Разработать и представить прототип или модель, демонстрирующую выбранную систему.

- Развить навыки командной работы, критического мышления и инженерного мышления.

Этапы проекта:

1. Исследование:

- Изучение информации о современных автомобильных системах безопасности.

- Анализ дорожных происшествий и причин травматизма.

- Изучение законов Ньютона, импульса, энергии и силы удара.

2. Проектирование:

- Определение, какую систему безопасности будет демонстрировать модель (например, зона деформации, подушка безопасности, ремень, АБС).

- Эскизы, чертежи, выбор материалов.

- Расчёты (например, сила удара при столкновении, энергия торможения и т.п.).

3. Изготовление модели:

- Работа в команде над созданием макета автомобиля (можно из картона, пластика, LEGO и т.п.).
- Интеграция элементов, имитирующих подушку безопасности (например, с воздушным шаром), ремень, или пружины в зону деформации.

4. Эксперимент:

- Проведение испытаний модели (например, скатывание с наклонной поверхности и удар о препятствие).
- Съёмка эксперимента на видео.
- Анализ результатов.

5. Презентация проекта:

- Защита проекта с демонстрацией модели.
- Обоснование инженерных решений.
- Выводы о значении системы безопасности и её физическом объяснении.

Формат представления проекта:

- Прототип (модель) автомобиля с системой безопасности.
- Постер с описанием проекта.
- Видео-демонстрация эксперимента.
- Презентация PowerPoint или Google Slides.
- Отчёт по исследованию и расчётам.

Оценивание проекта (критерии):

Критерий	Баллы
Понимание физической сути проекта	10
Качество и оригинальность модели	10
Чёткость и логика презентации	10
Проведение эксперимента и анализ	10
Работа в команде и вовлечённость	10
Максимум	50

Проект «Безопасность автомобиля» позволяет учащимся интегрировать знания из физики, технологии, инженерии и математики, а также развивает ответственность и интерес к реальным проблемам. Он показывает, как научные знания могут спасти жизни и улучшить качество современной техники.

Проект: «Собери мини-ракету»

Цель проекта: создать модель мини-ракеты, изучить законы механики, аэродинамики и силы реакции, развить исследовательские и практические навыки учащихся.

Материалы и инструменты

- Пластиковая бутылка (лучше 0.5 л)
- Пробка, подходящая по размеру для горлышка бутылки
- Воздушный насос с иглой или насос для мяча
- Лист плотной бумаги или лёгкого картона для создания стабилизаторов (перо ракеты)

- Скотч или клей
- Ножницы
- Маркер (для разметки)
- Линейка или измерительная лента
- Защитные очки (для безопасности)

Ход работы

1. **Подготовка корпуса ракеты:** Возьмите пластиковую бутылку -она станет основой вашего творения, словно корпус космического корабля, хранящий внутри энергию.

2. **Изготовление стабилизаторов:** Из плотной бумаги вырежьте 3-4 треугольных «плавника», аккуратно прикрепите их к нижней части бутылки для устойчивости в полёте. Эти перья, подобно перьям стрелы, направят ракету точно в цель.

3. **Подготовка «двигателя»:** Используйте пробку, чтобы плотно закрыть горлышко бутылки. Через пробку аккуратно проденьте иглу от насоса, которая будет подкачивать воздух.

4. **Заправка ракеты:** аккуратно наполните бутылку небольшим количеством воды (примерно треть объёма). Вода -источник мощи и движущая сила, та самая стихия, что поможет взмыть ввысь.

5. **Запуск:** закрепите ракету на ровной поверхности горлышком вниз. Наденьте защитные очки, подсоедините насос к игле, начните нагнетать воздух. Давление будет нарастать, словно растёт ваше желание покорить небо.

6. **Полет и наблюдение:** когда давление достигнет критической точки, пробка вылетит, и вода с воздухом устремится вниз, а бутылка -вверх, подчиняясь третьему закону Ньютона: действие равно противодействию.

Дополнительные вопросы и задания

- Почему вода необходима для запуска ракеты? Что будет, если использовать только воздух?
- Как меняется высота полёта, если изменить количество воды?
- Как влияют форма и размер стабилизаторов на стабильность полёта?
- Рассчитайте силу реакции, используя измерения давления и массы воды.

Этот проект -живое воплощение классических физических законов, в которых прошлое и настоящее соединяются в момент творческого поиска. Вы исследуете взаимодействие сил, давление и движение, открывая дверь в мир аэродинамики и ракетостроения.

Тема: Простые механизмы.

Проект: «Модель рычага из подручных материалов»

Проблема: как облегчить подъём тяжёлого груза, не применяя силу напрямую?

Цель: собрать и испытать модель рычага из подручных средств.

Этапы работы:

1. Формулирование гипотезы: изменение длины плеча рычага влияет на усилие.
2. Построение модели из линейки, карандаша, груза и т.д.
3. Измерения: как меняется усилие при разных соотношениях плеч.
4. Анализ данных, график зависимости.
5. Подготовка постера или видеоотчёта.

Эксперимент № 1

Необходимое оборудование: твердая линейка (или другой длинный, твердый, плоский предмет), ручка или карандаш, стопка книг.

Выполнение работы:

1. Поднимите стопку книг на 5 см обеими руками и ответьте на вопрос: сможешь ли поднять книги только двумя пальцами?
2. Вставьте около 5 см линейки под стопку книг.
3. Поместите карандаш под линейку и перпендикулярно ей, рядом со стопкой книг, но не под нее.
4. Удерживайте карандаш на месте и нажмите на линейку сначала двумя руками, потом двумя пальцами и, наконец, одним пальцем.
5. Ответьте на вопросы: сколько рук или пальцев нужно, чтобы поднять стопку книг, используя линейку и карандаш в качестве рычага? Легче или тяжелее поднимать стопку книг, используя линейку в качестве рычага, вместо того чтобы поднимать их прямо вверх?

Эксперимент № 2

Оборудование: длинная веревка, камень, книга или другой тяжелый предмет, перила или балясины.

Выполнение работы:

1. Обвяжите тяжелый предмет веревкой.
2. Постарайтесь поднять предмет строго вверх веревкой. Вам легко или тяжело его поднимать?
3. Намотайте свободный конец веревки, не привязанный к предмету, вокруг перила или балясины.
4. Потяните за свободный конец веревки, чтобы поднять предмет вверх.
5. Вам легче или сложнее поднять предмет на веревке, когда вы ее обмотали вокруг перила, как блок помог вам выполнить работу?

Эксперимент № 3

Оборудование: стопка книг высотой 10-15 см, твердая линейка или другой длинный, твердый и плоский предмет, круглый, тяжелый предмет, например, апельсин, пресс-папье или мяч.

Выполнение работы:

1. Разместите линейку на книгах так, чтобы один ее конец лежал на книгах, а другой - на полу.
2. Возьмите предмет двумя пальцами и поднимите его на верх книжной стопки.

3. Прокатите или проскользите предмет вверх по наклонной плоскости двумя пальцами.

4. Что легче: поднять предмет или прокатить его вверх по наклонной плоскости?

Для того, чтобы прокатить предмет вверх по плоскости, требуется меньше силы на большем расстоянии. Однако некоторые дети могут сазать, что проще поднять предмет. Поинтересуйтесь, передумают ли они, если предмет будет очень тяжелым, а высота, на которую они его поднимают, очень большой.

Эксперимент № 4

Оборудование: нож для масла или вилка (выберите предмет, который можете доверить ребенку), хлеб, глина или яблоко (предмет, который ребенок может разрезать).

Выполнение работы:

1. Попробуйте расколоть или разрезать предмет пополам без применения клина.

2. Определите, какая часть прибора является клином.

3. Используйте клин, чтобы расколоть или разрезать предмет пополам.

4. Удалось ли вам разрезать или расколоть предмет без клина? Было ли сложно сделать? Почему? Как бы вы использовали различные клинья для различных задач? Стали бы вы использовать вилку, чтобы что-то разрезать и нож, чтобы что-то наколоть? Почему?

Проект: «Почему велосипед не тонет в песке?» (Давление на поверхность)

Тема: Давление твёрдых тел.

Проблема: почему широкие шины лучше подходят для езды по песку?

Цель: исследовать, как площадь опоры влияет на давление.

Этапы:

1. Сравнение давления при одинаковом весе, но разной площади опоры.

2. Проведение опытов с кубиками, пластилином, песком.

3. Фотографирование/съёмка результата.

4. Обсуждение применения в технике (гусеничный транспорт, снегоходы).

5. Подготовка презентации проекта.

Проект: «Построй свою катапульти»

Тема: Работа и энергия, превращение энергии.

Проблема: как превратить потенциальную энергию в кинетическую?

Цель: сконструировать и испытать мини-катапульти.

Этапы:

1. Изучение принципа действия катапульти.

2. Построение устройства из палочек, резинок, ложек и пр.

3. Измерение дальности полёта лёгких предметов.

4. Анализ влияния силы натяжения и угла запуска.
5. Выводы, фото/видеоотчёт, демонстрация в классе.

Практическая работа: «Определение давления, оказываемого телом на опору»

Цель: исследовать зависимость давления от массы и площади опоры.

Оборудование: Грузы, доски разной ширины, пластилин или песок.

STEM-компонент: Анализ реальных ситуаций (обувь, транспорт), проектирование эффективной опоры.

Самодельный измеритель уровня воды (манометр)

Тема: Давление

Цель: показать изменение давления в зависимости от высоты

Инструменты и материалы: Пластиковый шланг, вода, линейка, скотч

Физические понятия: давление в жидкости, высота и плотность

Раздел: Плотность

Тема: Плотность вещества и единицы измерения плотности

Цели обучения: 7.2.2.14 - экспериментально определять плотности жидкостей и твердых тел



Определение плотности мыла.

Материалы: кусок мыла, весы, линейка

Выполнение работы:

1. При помощи весов определите массу мыла.
2. Линейкой измерьте длину, ширину и высоту куска мыла и вычислите объем.
3. Используя полученные данные, вычислите

плотность мыла.

Раздел: Энергия

Тема: Закон превращения и сохранения энергии

Цели обучения: 7.2.3.6 - применять закон сохранения механической энергии при решении задач

Изучение закона сохранения энергии

Цель: Проверить закон сохранения механической энергии на примере свободного падения тела.

Оборудование: мяч, измерительная лента, таймер, калькулятор.

Выполнение работы:

1. Измерьте высоту падения мяча.
2. Запустите таймер при отпускании мяча и остановите его при ударе мяча о землю.
3. Запишите время падения и высоту.
4. Рассчитайте потенциальную и кинетическую энергии мяча.

Ожидаемые результаты: Сравнение рассчитанных значений энергии до и после падения должно подтвердить закон сохранения энергии.

Тема: Что такое инерция?

Оборудование: посуда (стакан), немного больше объемом, чем открытая часть стакана, жесткая бумага (картон), металлическая монета.

Порядок выполнения:

Положите жесткую бумагу на поверхность стакана. Поместите монету точно по центру бумаги. Осторожно надавите пальцем на край бумаги. В результате бумага (картон) быстро соскользнет вперед, и монета упадет в стакан. Бумага и поверхность стакана остаются неподвижными благодаря инерции. Инерция – это свойство тела сохранять состояние покоя или равномерного движения. Когда мы касаемся бумаги пальцем, она скользит под неподвижной монетой, которая под действием силы тяжести падает в стакан.

Водяная ракета

Тема: Законы Ньютона

Цель: сделать простую ракету, летающую за счёт давления воды

Инструменты и материалы: Пластиковая бутылка, вода, пробка, насос

Физические понятия: третий закон Ньютона, импульс, реактивное движение

Испытание тележки (законы Ньютона)

Тема: Законы движения

Цель: наблюдать влияние массы и силы

Инструменты и материалы: Игрушечная тележка, груз (камень или книга), резинка

Физические понятия: $F = ma$ (второй закон Ньютона)

Практическая работа: Исследование зависимости скорости движения тела от силы трения.

Цель работы: Изучить влияние силы трения на скорость движения тела и применить инженерные и математические методы для анализа результатов.

Этап 1. Теоретическая часть

1. Ознакомиться с понятием силы трения, ее видами (скольжения, качения).
2. Рассмотреть формулу силы трения: $F_{\text{тр}} = \mu N$, где μ – коэффициент трения, N – нормальная сила.
3. Понять зависимость скорости тела от силы трения.

Этап 2. Оборудование и материалы: линейка или измерительная лента; трениевый блок или тележка; скользкая поверхность (например, гладкий стол или гладкий деревянный брусок); весы для измерения массы тела; грузики для изменения массы тела; таймер или секундомер; мензурка или измерительный стакан (для заливки воды, если потребуется); компьютер с программой для обработки данных (Excel).

Этап 3. Проведение эксперимента.

1. Подготовка:

1. поместите тележку на скользкую поверхность;
2. измерьте массу тележки и грузиков.
2. Измерение скорости без дополнительных грузов:
 1. оттолкните тележку с одинаковой силой (можно использовать пружинный датчик или просто равномерно толкать вручную);
 2. зафиксируйте время прохождения определенного расстояния (например, 1 м)
3. Изменение силы трения:
 1. добавляйте грузики на тележку для увеличения ее массы;
 2. повторите измерения для каждой массы.
4. Запись данных: для каждого варианта запишите массу, время прохождения расстояния и вычислите скорость ($v = \frac{s}{t}$).

Этап 4. Анализ данных.

1. Постройте график зависимости скорости от массы или силы нормальной реакции.
2. Используйте математические модели для определения коэффициента трения.
3. Проанализируйте влияние увеличения силы трения на скорость движения.

Этап 5. Инженерное решение.

1. Предложите способ уменьшить силу трения (например, использование смазки).
2. Рассчитайте ожидаемое увеличение скорости при применении этого метода.
3. Обсудите возможные инженерные применения: транспортные средства, механизмы.

Итоги и выводы:

1. Сделайте вывод о зависимости скорости от силы трения.
2. Обоснуйте важность учета сил трения в инженерных конструкциях.
3. Предложите идеи по оптимизации систем с низким сопротивлением движению.

Дополнительное задание:

Разработайте простую модель системы с использованием программирования (например, моделирование движения тела с учетом силы трения) и сравните результаты с экспериментальными данными.

Проект: «Изучение колебаний маятника и математическое моделирование»

Тема: Гармонические колебания, период, зависимость от длины.

Проблема: как предсказать, с какой частотой колеблется маятник?

Цель: Проведение эксперимента с маятником и построение математической модели.

Оборудование: груз, нить, секундомер, линейка или датчик времени.

Этапы:

1. Измерения периода при разных длинах нити.
2. Построение графика зависимости периода колебаний от длины маятника, выявление зависимости.
3. Использование формулы периода колебаний математического маятника.
4. Сравнение с теоретическим значением g (возможность оценить погрешность).

Возможные надстройки

- Использование симуляторов (PhET, Algodoo, Tinkercad Circuits) для визуализации и проверки гипотез.
- Проведение опытов в домашних условиях с видеопрезентацией.
- Подготовка к участию в конкурсах исследовательских и инженерных проектов.

Создание простого маятника

Тема: Колебания, маятник

Цель: исследовать, как масса груза и длина нити влияют на период колебаний маятника

Инструменты и материалы: Нить, чайная ложка или гайка, секундомер, линейка

Физические понятия: период колебаний, амплитуда, время колебания

Тема: Как можно заметить распространение звука?

Необходимые инструменты: целлофановый мешок, резинка, пластмассовая тарелка (углубленная посуда), кастрюля, деревянная ложка, крупная молотая соль.

Порядок выполнения:

1. Накройте поверхность пластмассовой тарелки кусочком целлофана и закрепите резинкой (получится барабан).
2. На натянутый целлофан положите соль.
3. Поднесите кастрюлю близко к тарелке, но не касаясь ее, и постучите по кастрюле деревянной ложкой.
4. Опишите наблюдаемое явление.

Постройка моста (инженерный проект)

Тема: Сила и равновесие

Цель: построить мост из макарон или деревянных палочек, способный выдерживать груз

Инструменты и материалы: Макароны, термоклей или клей, линейка, груз (например, бутылка с водой)

Физические понятия: сила, изгиб, равновесие, точка опоры

Проектирование парашюта

Тема: Соппротивление воздуха и свободное падение

Цель: сделать парашют, чтобы яйцо не разбилось при падении с высоты

Инструменты и материалы: Пакет, нитки, яйцо, скотч, вата, пенопласт

Физические понятия: сила тяжести, сопротивление воздуха, замедление

Практическая работа: «Исследование зависимости периода колебаний маятника от длины»

Цель: подтвердить формулу периода математического маятника.

STEM-расширение: разработать маятник, который можно использовать как таймер.

Проект "Изучение механики через создание модели лифта"

Цель: изучить принципы работы лифта, а также законы механики (например, силы, ускорение, сила трения, равновесие).

Описание: Учащиеся разрабатывают и строят модель лифта, используя простые материалы (пластиковые или деревянные элементы, веревки, моторчики). Они рассчитывают силы, которые действуют на лифт, определяют необходимую силу для подъема груза, исследуют механизмы, влияющие на движение лифта, и проверяют теоретические вычисления на практике.

Задачи:

- Вычисление силы трения и ее влияние на движение лифта.
- Оценка затрат энергии для подъема груза.
- Применение законов Ньютона для анализа движения.

Проект "Исследование принципов работы инерционного тормоза"

Цель: понять законы инерции и их использование в реальных приложениях, таких как тормоза на автомобилях.

Описание: Ученики создают модель тормоза, который использует принципы инерции для замедления движения. Для этого можно использовать разные материалы и методы, чтобы продемонстрировать, как инерция влияет на скорость и остановку объектов.

Задачи:

- Исследование силы инерции, действующей на движущиеся объекты.
- Оценка эффективности различных типов тормозных систем (например, на основе трения или инерции).
- Проектирование и тестирование различных вариантов тормозных систем.

Проект "Исследование качелей и их колебания"

Цель: изучить принципы колебаний и гармонического движения.

Описание: Учащиеся строят модель качелей или пружинного маятника и исследуют их колебания. Они проводят эксперименты, изменяя длину, массу или амплитуду колебаний, чтобы наблюдать изменения в периоде и частоте.

Задачи:

- Изучение гармонических колебаний и силы упругости.
- Вычисление периодов колебаний при разных условиях.
- Применение полученных знаний к реальной жизни (например, для анализа работы маятников в часах).

Проект "Определение плотности различных жидкостей"

Цель: изучить физическое свойство плотности и методы ее определения.

Описание: Учащиеся измеряют плотность различных жидкостей (вода, масло, спирт и т.д.), используя простое оборудование: мерный стакан, весы, шприцы. После измерений они могут построить графики зависимости плотности от температуры и других факторов.

Задачи:

- Определение плотности жидкостей с помощью измерения массы и объема.
- Оценка влияния температуры на плотность жидкостей.
- Применение знаний о плотности в химических и физических процессах.

Тема: Колебательное движение

Цель: исследовать влияние длины нити на период колебаний маятника

Оборудование:

- Нить (50 см)
- Гайка или металлическая шайба (в качестве груза)
- Секундомер или часы
- Линейка
- Стол, скотч

Ход работы:

1. Один конец нити закрепите на столе, к другому прикрепите груз.
2. Отклоните маятник на 10 см и отпустите.
3. Засеките время 10 полных колебаний с помощью секундомера.
4. Повторите опыт с длинами нити 20 см, 30 см и 40 см.
5. Сравните результаты.

Физическое объяснение:

Период колебаний маятника зависит от длины нити. Масса груза не влияет.

Критерии оценки:

- Правильная сборка устройства – 2 балла
- Точность измерений – 3 балла
- Таблица и вывод – 3 балла
- Объяснение физического закона – 2 балла

Измеритель уровня воды (манометр)

Тема: Давление в жидкости

Цель: наблюдать изменение давления в зависимости от высоты

Оборудование:

- Гибкий пластиковый шланг (1 м)
- Вода
- Линейка
- Лента или скотч
- Бумага, ручка

Ход работы:

1. Согните шланг в форме буквы "U", концы держите вверх.
2. Налейте воду до середины.
3. Поднимите один конец, опустите другой – уровни воды изменятся.
4. Измерьте разницу в высоте и уровне воды с помощью линейки.
5. Повторите несколько раз, запишите данные.

Физическое объяснение:

Давление в жидкости увеличивается с глубиной.

Критерии оценки:

- Изготовление устройства – 2 балла
- Проведение эксперимента – 3 балла
- Запись результатов – 2 балла
- Написание вывода – 3 балла

Исследование силы с помощью игрушечной тележки

Тема: Второй закон Ньютона

Цель: показать зависимость между силой и массой

Оборудование:

- Игрушечная тележка
- Груз (книги, камни)
- Эластичная резинка
- Линейка, секундомер

Ход работы:

1. Положите на тележку одну книгу, натяните резинку и отпустите.
2. Измерьте пройденное расстояние.
3. Увеличивайте массу груза и повторяйте эксперимент.
4. Наблюдайте, как расстояние сокращается при увеличении массы.

Физическое объяснение:

При увеличении массы ускорение уменьшается ($F = ma$).

Критерии оценки:

- Правильное выполнение эксперимента – 3 балла
- Точное измерение расстояния – 3 балла
- Таблица и вывод – 2 балла
- Объяснение закона – 2 балла

Тема: "Измерение плотности твёрдых тел. Создание макета спасательного круга"

Цель: изучить методику измерения массы и объёма тел; определить плотность; применить полученные знания для проектирования спасательного круга.

Деятельность учителя: объясняет методику измерений, консультирует при проектировании, организует обсуждение.

Деятельность учащихся: измеряют массу и объём тел, рассчитывают плотность, разрабатывают модель круга, представляют её.

Оценивание: практическая работа (точность измерений), проект (оригинальность и обоснованность решения), групповая самооценка.

Материалы: мензурки, весы, тела разных форм, картон, фольга, пластиковые бутылки.

Дополнительно: лист наблюдений, таблица расчётов, шаблон проектного описания.

Тема: *"Исследование движения тела, брошенного под углом к горизонту. Моделирование траектории в Python"*

Цель: измерить параметры движения, сравнить с результатами моделирования.

Деятельность учителя: проводит вводный инструктаж, помогает интерпретировать данные.

Деятельность учащихся: проводят опыт, записывают результаты, создают компьютерную модель.

Оценивание: точность расчетов, работа программы, анализ различий.

Материалы: видеокамера, секундомер, рулетка, ПК с Python.

Дополнительно: кодовый шаблон, таблица результатов, рубрика оценивания.

2. Тепловая физика

Для 7–11 классов представлен пример таблицы STEM-заданий по разделу «Тепловая физика». Эти задания направлены на развитие у учащихся исследовательских умений, навыков наблюдения и самостоятельного вывода заключений. Особое место уделяется объяснению связи тепловых явлений с повседневной жизнью.

Таблица 6. STEM-задания по разделу «Тепловая физика»

Тема	Название STEM-задания	Описание задания	Межпредметные связи	Используемые инструменты
Теплопроводность	«Какой металл лучше проводит тепло?»	Сравнение теплопроводности разных металлических палочек. Определение, в каком металле тепло	Физика, Химия, Технология	Палочки из алюминия, меди, стали, воск, гвоздь, спиртовая лампа

		распространяется быстрее с помощью опыта.		
Количество теплоты	«Время нагрева воды»	Нагрев воды разных объёмов одинаковым источником тепла и расчет необходимого количества теплоты.	Физика, Математика, Биология	Мензурка, термометр, вода, спиртовая лампа, секундомер
Тепловое движение	«Теплоизоляционные материалы»	Сравнение способности разных материалов сохранять тепло. Изучение внутреннего устройства термоса и создание собственной модели теплоизоляции.	Физика, География, Экология	Стакан, термос, вата, фольга, войлок, термометр
Удельная теплоёмкость	«Определение удельной теплоёмкости»	Нагрев тел до одинаковой температуры, расчет удельной теплоёмкости по количеству теплоты.	Физика, Химия, Математика	Образцы железа, алюминия, вода, калориметр, термометр, весы
Тепловые машины, цикл Карно	«Эффективность тепловой машины»	Понимание принципа работы тепловой машины на примере небольшой модели и сравнение теоретической и экспериментальной эффективности.	Физика, Инженерия, Математика	Модель тепловой машины (например, двигатель Стирлинга), термометры, хронометры

Таблица 7. Краткое описание заданий и критерии оценки

Задание	Краткое описание	Основные этапы работы	Критерии оценки
1. Нагревание и кипение воды	Понимание понятий тепла и температуры	- Налить воду - Нагреть	Последовательность выполнения (2

		- Записывать температуру	балла) Правила безопасности (2 балла) Написание вывода (3 балла) Правильное использование приборов (3 балла)
2. Сравнение теплопроводности	Сравнение свойств разных материалов	- 3 разных палочки - Опыт с воском - Запись результата	Чёткое описание приборов (2 балла) Наблюдение и ведение записей (4 балла) Объяснение результата (4 балла)
3. Расчет тепловой энергии ($Q = cm\Delta T$)	Решение задач с использованием формулы	- Использование m , c , ΔT - Вычисление Q	Запись формулы (2 балла) Правильное подставление значений (3 балла) Точность расчетов (3 балла) Единицы измерения (2 балла)
4. Сравнение теплоизоляционных материалов	Понимание принципа термоса	- Одинаковая горячая вода - Разные теплоизоляции - Измерение температуры	Составление таблицы (3 балла) Построение графика (2 балла) Выводы (3 балла) Соблюдение безопасности (2 балла)
5. Определение удельной теплоёмкости	Использование калориметра	- Нагретое металлическое тело - Погружение в воду и определение конечной температуры - Расчет	Знание структуры эксперимента (3 балла) Запись данных (3 балла) Корректные расчёты (4 балла)
6. Связь объема и температуры газа	Моделирование закона Шарля	- Шарик и бутылка - Тёплая/холодная вода - Наблюдение и объяснение	Наблюдение явления (3 балла) Понимание газового закона (4 балла) Вывод (3 балла)
7. Моделирование работы теплового двигателя	Превращение тепловой энергии в механическую	- Создание модели (например,	Работа модели (4 балла) Объяснение

		воздушный двигатель) - Объяснение механизма работы	механизма (3 балла) Креативность (3 балла)
8. Создание солнечного теплоаккумулятора	Эффективное использование солнечной энергии	- Чёрная банка + прозрачная крышка - Измерение температуры - Построение графика	Изготовление устройства (3 балла) Наблюдение изменения температуры (3 балла) Формулировка вывода (4 балла)
9. Проектирование системы сохранения тепла	Изучение теплоизоляционных свойств материалов	- Ёмкость с горячей водой - Изоляция (вата, шерсть и др.) - Наблюдение в течение 1 часа	Идея проекта (3 балла) Точность измерений (3 балла) Вывод по эффективности (4 балла)
10. Сублимация и практическое применение	Наблюдение фазовых переходов веществ	- Сухой лёд (если есть) - Наблюдение и описание	Меры безопасности (3 балла) Объяснение явления (4 балла) Приведение примеров (3 балла)

Через этот раздел учащиеся не только овладевают законами физики, но и постигают гармонию и эффективность, царящие в природе.

Проект: «Солнечная печь своими руками»

Тема: Поглощение тепла, теплопередача.

Проблема: как можно использовать солнечную энергию в быту?

Цель: построить и испытать модель солнечной печи из подручных материалов.

Этапы:

1. Изучение принципа работы солнечной печи (отражение, поглощение, теплопередача).

2. Построение устройства из фольги, картона, чёрной бумаги, стекла и пр.

3. Измерение температуры внутри печи (можно использовать цифровой термометр).

4. Подготовка постера/презентации о результатах.

5. Обсуждение, где и как можно использовать подобные решения.

Проект: «Как утеплить дом?» (Теплоизоляция)

Тема: Теплопередача, теплопроводность материалов.

Проблема: как минимизировать потери тепла в помещении?

Цель: провести эксперимент с разными теплоизоляционными материалами.

Этапы:

1. Построение двух или более «домиков» из картона с разной

внутренней изоляцией.

2. Помещение в них нагревателей (лампочка, грелка, горячая вода в банке).

3. Измерение температуры в течение времени.

4. Анализ эффективности разных материалов (вата, фольга, бумага и др.).

5. Обсуждение, как применимо к реальному строительству и экологии.

Эти проекты позволяют ученикам 8 класса не только применять теоретические знания, но и проявлять инициативу, творчество и развивать инженерные подходы.

Практическая работа: «Изучение теплопередачи»

Цель: сравнить теплопроводность различных материалов.

Оборудование: Металлические, пластиковые, деревянные пластины, источник тепла, термометр.

Проектное задание: разработать теплоизолирующий «термос» из подручных материалов.

Тема: Невидимое движение

Оборудование: высокая банка с водой, черная или коричневая краска для ткани.

Порядок выполнения:

В банку с водой капните две капли краски и наблюдайте за процессом. Поставьте банку в недоступное место и через сутки посмотрите. Только попав в воду, краска оставила след и опустилась на дно стакана. Через сутки мы увидим, что вода полностью равномерно окрасилась. Это явление называется – диффузия.

Раздел: Тепловые явления

Тема: Теплопередача в природе и технике

Цели обучения: 8.3.2.9 - применять уравнение теплового баланса при решении задач

Исследование теплопроводности различных материалов.

Цель: Определить теплопроводность различных материалов (металл, дерево, пластик)

Оборудование: нагревательный элемент, термометры, образцы материалов, часы.

Выполнение работы:

1. Нагрейте один конец образца материала.

2. Измерьте температуру на другом конце через определенные интервалы времени.

3. Запишите данные для каждого материала.

Ожидаемые результаты: Сравнение температурных изменений позволит определить теплопроводность каждого материала.

Проект "Построение и испытание паровой машины"

Цель: изучить принцип работы паровых машин и теплотехники,

понять работу термодинамических процессов.

Описание: Учащиеся создают модель паровой машины, которая может работать на основе простого нагрева воды (например, с использованием спиртовки и стеклянной банки). В процессе работы проектируются элементы, которые будут генерировать пар и создавать механическое движение.

Задачи:

- Изучение термодинамики и процессов преобразования тепла в механическую работу.
- Оценка эффективности паровой машины в зависимости от температуры и объема.
- Применение знаний о теплотехнике в различных областях промышленности.

Проект "Исследование теплопроводности различных материалов"

Цель: изучить свойства различных материалов и их способность проводить тепло.

Описание: Учащиеся проводят эксперименты с разными материалами (металл, дерево, пластик, стекло), чтобы измерить их теплопроводность. Для этого используется термометр и тепловые источники, например, спиртовка.

Задачи:

- Исследование зависимости теплопроводности от материала.
- Оценка скорости распространения тепла через разные материалы.
- Применение знаний о теплопроводности для оценки эффективности изоляционных материалов в строительстве.

Тема: Теплопроводность

Цель: сравнить теплопроводность различных материалов

Оборудование:

- Палочки из металла, дерева, пластика
- Сливочное масло
- Булавки
- Горячая вода
- Стеклянная ёмкость

Ход работы:

1. На конец каждой палочки нанесите немного масла и прикрепите булавку.
2. Погрузите палочки в горячую воду на одинаковую глубину.
3. Материал, с которого первой упадёт булавка, проводит тепло лучше.

Физическое объяснение:

Материал с высокой теплопроводностью быстрее расплавляет масло

и булавка падает.

Критерии оценки:

- Правильный выбор материалов – 2 балла
- Точность измерений – 3 балла
- Объяснение результатов – 3 балла
- Вывод – 2 балла

Тема: "Создание и тестирование модели теплового двигателя"

Цель: собрать рабочую модель двигателя, определить её КПД.

Деятельность учителя: обсуждает теоретическую базу, направляет исследование, проводит промежуточную проверку.

Деятельность учащихся: разрабатывают модель, проводят измерения температуры, работы, мощности.

Оценивание: инженерный дневник, КПД модели, защита работы, оценка коллег.

Материалы: спиртовка, шприцы, резиновые трубки, термометры, график зависимости температуры от времени.

Дополнительно: журнал наблюдений, рабочая инструкция, чек-лист проверки проекта.

Тема: Создание и испытание модели теплового двигателя

Цель: собрать работающую модель теплового двигателя и определить её коэффициент полезного действия (КПД).

Деятельность учителя:

- Обсуждает теоретические основы работы тепловых машин (законы термодинамики, связь между теплотой и работой);
- Направляет исследование, объясняет технику безопасности;
- Проводит промежуточную проверку на этапах проектирования.

Деятельность учащихся:

- Собирают модель двигателя (например, с использованием шприцев и спиртовки);
- Измеряют температуру, полученную работу, мощность;
- Вычисляют КПД на основе собранных данных;
- Документируют результаты исследования и защищают проект.

Критерии оценки:

- **Инженерный дневник** – описание хода исследования, схемы, записи (2 балла);
- **КПД двигателя** – точность расчётов и эффективность (3 балла);
- **Защита проекта** – презентация, объяснение, ответы на вопросы (3 балла);
- **Оценка сверстников** – командная работа и креативность (2 балла).

Необходимые материалы:

- Спиртовка (источник тепла);
- Шприцы (для поршневого движения);

- Резиновые трубки;
- Термометры (для измерения температуры);
- График зависимости температуры от времени (составляется на основе данных).

Дополнительно:

- **Журнал наблюдений** – для фиксации хода эксперимента;
- **Инструкция по работе** – пошаговый план действий;
- **Контрольный лист проекта (чек-лист)** – для оценки полноты выполнения заданий.

Определение температуры кипения воды

Цель: наблюдать, что происходит при достижении водой температуры кипения.

Оборудование: Термометр, вода, ёмкость, нагреватель.

Задание: Нагрей воду, записывая температуру каждые 30 секунд. Определи, при какой температуре начинается кипение.

Сравнение теплопроводности

Цель: исследовать теплопроводность различных материалов.

Оборудование: Медные, деревянные и пластиковые палочки, воск.

Задание: Прикрепи воск к одному концу каждой палочки, затем нагревай одинаково. Наблюдай, на какой палочке воск растает быстрее.

Расчёт тепловой энергии

Цель: вычислить количество теплоты, необходимое для нагрева воды.

Формула: $Q = cm\Delta T$

Задание: Сколько энергии потребуется, чтобы нагреть 500 г воды с 20°C до 80°C?

Испытание теплоизоляционных материалов

Цель: определить, какой материал лучше сохраняет тепло.

Оборудование: Стакан, термос, вата, шерсть, алюминиевая фольга.

Задание: Налей горячую воду в стаканы, обёрнутые разными материалами, и измерь, как изменяется температура.

Наблюдение за процессом сублимации

Цель: изучить переход вещества из твёрдого состояния в газообразное минуя жидкое.

Оборудование: Сухой лёд (CO₂), перчатки, стеклянная посуда.

Задание: Наблюдай, как испаряется сухой лёд, и выясни, где применяется это явление.

Создание модели теплового двигателя

Цель: понять принцип превращения тепловой энергии в механическую.

Задание: используя свечу, баллон, банку с водой и воздушный шарик, собери простую модель парового двигателя.

Определение удельной теплоёмкости воды

Цель: экспериментально определить удельную теплоёмкость воды.

Оборудование: калориметр, термометр, вода, металлический предмет.

Задание: определи конечную температуру после помещения разогретого тела в воду и рассчитай теплоёмкость.

Зависимость между температурой и объёмом газа

Цель: исследовать, как меняется объём газа при изменении температуры.

Оборудование: Шарик, бутылка, горячая и холодная вода.

Задание: Надень шарик на бутылку и помести её в горячую воду. Наблюдай, что произойдёт с шариком.

Создание солнечного теплового коллектора

Цель: использовать солнечную энергию для нагрева воды.

Оборудование: Чёрная банка, прозрачная крышка, зеркало.

Задание: Наполни банку водой и поставь под солнце. Измерь, сколько времени потребуется для нагрева.

Проектирование системы сохранения тепла

Цель: разработать устройство, которое долго сохраняет тепло.

Задание: Собери систему из подручных материалов, которая минимизирует потерю температуры воды в течение 1 часа, и оцени её эффективность.

Сравнение теплопроводности (вариант)

Тема: теплопроводность

Цель: сравнить способность разных материалов проводить тепло.

Оборудование:

- Палочки из металла, дерева, пластика
- Сливочное масло
- Булавки
- Горячая вода
- Стеклянная ёмкость

Ход работы:

1. Намажь один конец каждой палочки маслом, закрепив в нём булавку.
2. Погрузи все палочки на одинаковую глубину в горячую воду.
3. Зафиксируй, с какой палочки булавка упала первой - это материал с наибольшей теплопроводностью.

Физическое объяснение:

Материал с хорошей теплопроводностью быстрее расплавит масло, и булавка упадёт.

Критерии оценки:

- Выбор материалов – 2 балла
- Точность измерений – 3 балла
- Обоснование наблюдений – 3 балла
- Формулировка вывода – 2 балла

STEM-проект: «Моделирование закона Шарля»

Цель проекта: показать на практике действие закона Шарля, устанавливающего зависимость объёма газа от температуры при постоянном давлении, и объяснить это явление с точки зрения молекулярно-кинетической теории.

Краткое теоретическое обоснование:

Закон Шарля (изохорный процесс) формулируется так:

При постоянном давлении объём газа прямо пропорционален его абсолютной температуре:

$$V / T = \text{const, или } V_1 / T_1 = V_2 / T_2$$

Оборудование и материалы:

- Пластиковая бутылка (или шприц без иглы)
- Воздушный шарик
- Миска с горячей водой (~60–70°C)
- Миска с холодной водой (или со льдом)
- Линейка
- Термометр
- Таймер (по желанию)
- Тетрадь для наблюдений

Ход эксперимента (моделирования):

Шаг 1: Подготовка

1. Наденьте шарик на горлышко пустой пластиковой бутылки.
2. Убедитесь, что шарик в спокойном состоянии (не надут).

Шаг 2: Горячая вода

1. Поместите бутылку с шариком в миску с горячей водой.
2. Наблюдайте за изменением объема шарика (он начнёт надуваться).
3. Измерьте и запишите температуру воды и предполагаемый объём воздуха (визуально или линейкой).

Шаг 3: Холодная вода

1. Переместите бутылку в миску с холодной водой или льдом.
2. Наблюдайте, как шарик сжимается.
3. Снова зафиксируйте температуру и объём.

Шаг 4: Повторение

Повторите цикл несколько раз, фиксируя данные.

Графическая часть:

Постройте график зависимости объема (условного - например, высоты шара или его диаметра) от температуры.

Ожидаемый результат - **прямая линия**, подтверждающая закон Шарля.

Выводы:

- Повышение температуры увеличивает объем газа.
- Снижение температуры - уменьшает объем.
- Это происходит за счёт увеличения средней кинетической энергии молекул.

Формат представления проекта:

- Видеозэксперимент
- Фотографии этапов опыта
- Презентация с графиком
- Краткий теоретический отчёт

Оценивание проекта (критерии):

Критерий	Баллы
Научная точность (обоснование закона)	10
Качество проведения эксперимента	10
Корректность измерений и наблюдений	10
Построение графика и его анализ	10
Оформление и презентация проекта	10
Максимум	50

Интеграция STEM:

Направление	Вклад в проект
S (Science)	Понимание физического закона и молекулярной теории
T (Technology)	Использование термометра, таймера, визуализация
E (Engineering)	Конструирование установки, решение практической задачи
M (Math)	Работа с пропорциями, построение графиков

3. Электричество и магнетизм

Вот пример таблицы STEM-заданий по теме «**Электричество и магнетизм**» для 7–11 классов. Эти задания направлены на объединение теории с практикой, развитие творческого мышления и инженерного подхода. Они опираются на межпредметные связи и реальные жизненные ситуации.

Таблица 8. Пример STEM-заданий по теме «Электричество и магнетизм»

Тема	Название STEM-задания	Описание задания	Межпредметные связи	Используемые материалы и инструменты
Электрический заряд и ток	Проектирование системы освещения	Ученики проектируют систему освещения для небольшой комнаты и рассчитывают её	Физика, математика, технология	Батарейки, провода, лампы, мультиметр, линейка

		энергоэффективно сть.		
Электрическа я цепь и напряжение	Сборка простой цепи	Ссылаясь на предложенный макет, учащиеся собирают полную электрическую цепь и измеряют в ней ток и напряжение.	Физика, информатика	Arduino, светодиоды, резисторы, измерительн ые приборы
Электрическа я мощность и энергия	Солнечная батарея и мощность	Исследование процесса получения электричества от солнечной панели и расчёт вырабатываемой мощности.	Физика, география, экология	Солнечная панель, мультиметр, пауэрбанк, лампы
Магнитное поле и индукция	Электромагнит ный кран	Изготовление крана с электромагнитом для подъёма металлических предметов, исследование способов повышения его эффективности.	Физика, технология, инженерия	Медный провод, батарея, железный сердечник, выключател и, материалы для сборки
Трансформато ры и генераторы	Установка преобразования энергии	Создание макета генератора или трансформатора, наблюдение процесса преобразования энергии и сравнение полученного напряжения и силы тока.	Физика, электротехник а, математика	Набор генератора, осциллограф , провода, резисторы, лампы

Проект: «Электрическая цепь для автоматического освещения»

Тема: Электрический ток, цепи, замыкание, управление.

Проблема: как сделать автоматическое включение света?

Цель: смоделировать простейшую автоматическую систему освещения.

Этапы:

1. Разбор схем с кнопками, фотодатчиками (можно на макетной плате).
2. Сборка схемы с использованием источника питания, лампочки/LED, ключа.

3. Тестирование: когда и как включается освещение.
4. Модификация: добавление таймера или светочувствительного элемента (по возможности).
5. Презентация макета и обсуждение применений (умный дом, энергосбережение).

Проект: «Электрическая схема освещения с переключателем»

Цель: построить цепь с управлением освещением (одна/две лампы).

Дополнительно: обсудить энергоэффективность, предложить варианты экономии энергии

Тема: Часы и магнетизм.

Многие материалы притягиваются к магнитам, в том числе металлы. Например, если поместить золотые часы между полюсами магнита, внутренний механизм часов магнитится и часы перестают правильно работать. После удаления магнита, часы не возвращаются к исходному состоянию без замены механизма. А если часы закрыты железной или стальной крышкой, магнитные силы не могут проникнуть внутрь.

Проект "Опыт с катушкой Теслы"

Цель: понять принципы работы электрических цепей и явлений высокого напряжения.

Описание: Ученики создают и тестируют простую модель катушки Теслы. Во время эксперимента они изучают основные принципы работы с переменным током и высоковольтными устройствами.

Задачи:

- Изучение принципов работы катушки Теслы и принципов индукции.
- Определение влияния напряжения на силу тока и электромагнитные поля.

Объяснение научных принципов, лежащих в основе технологии катушки Теслы

Проект: «Модель радиосвязи»

Тема: Электромагнитные волны, передача информации.

Проблема: как передавать сигнал на расстояние?

Цель: Создание простейшей модели радиопередатчика и приёмника (или изучение работы существующего устройства).

Оборудование (в зависимости от ресурсов): катушки, антенны, батарейки, радиоприёмник, Arduino.

Этапы:

1. Объяснение принципа модуляции и радиоволн.
2. Демонстрация передачи сигнала (например, морзянка через светодиод).
3. Изучение областей применения (Wi-Fi, GPS, мобильная связь).

Проект: «Умный дом: автоматизация освещения»

Тема: Цепи постоянного тока, датчики, управление.

Проблема: как сделать освещение энергосберегающим и автоматическим?

Цель: Создание модели автоматического освещения, реагирующего на движение или свет.

Оборудование: светодиоды, фоторезисторы, датчики движения (по возможности), макетные платы, элементы питания.

Этапы:

1. Построение схемы освещения.
2. Интеграция датчика: лампа включается при темноте или движении.
3. Тестирование, доработка схемы (например, задержка времени отключения).
4. Защита проекта: логика работы, энергосбережение, области применения.

Проект: «Электромагнитный подъемный кран»

Тема: Магнитное поле, электромагнит, работа тока.

Проблема: как с помощью электричества поднимать металлические предметы?

Цель: создать модель подъемного крана с электромагнитом.

Оборудование: гвоздь, медная проволока, батарейки, кнопка, грузы из металла.

Этапы:

1. Сборка электромагнита.
2. Исследование влияния числа витков и силы тока.
3. Моделирование механической части крана.
4. Тестирование, обсуждение области применения (мусоропереработка, транспортировка металлолома и др.).

Проект: Проектирование системы освещения

Цель проекта: Разработать эффективную и экономичную систему освещения для небольшой комнаты (или модели помещения), рассчитав потребляемую мощность, освещённость и предложив способы энергосбережения.

Этапы реализации проекта:

1. Постановка задачи

- Определить параметры помещения (размеры, назначение - спальня, кабинет и т.д.);
- Определить необходимую освещённость по нормам (например, 150–300 люкс для жилого помещения).

2. Исследование

- Изучить типы источников света (накаливания, люминесцентные, светодиодные);
- Сравнить их по мощности, сроку службы и КПД;
- Узнать, как рассчитывается освещённость и потребляемая энергия.

3. Математические расчёты

- Рассчитать площадь помещения;
- Выбрать подходящие светильники;
- Найти общее количество светильников, необходимое для нужного уровня освещённости;
- Рассчитать суммарную мощность системы и примерное потребление энергии в сутки.

4. Макетирование

- Создать модель помещения из картона или другого материала;
- Установить выбранные источники света (например, светодиоды от батареек);
- Протянуть проводку, соблюдая правила безопасности;
- Проверить работу системы.

5. Тестирование и анализ

- Измерить яркость освещения (можно использовать телефон с приложением-люксметром);
- Сравнить с расчетами;
- Определить энергоэффективность и предложить, как можно улучшить систему (датчики движения, автоматическое отключение и т.д.).

6. Презентация проекта

- Подготовить слайды или плакат;
- Представить расчёты, макет и выводы;
- Ответить на вопросы по выбору материалов, расчетам и практическому применению.

Используемые материалы:

- Батарейки, провода, светодиоды/лампочки;
- Макет помещения (коробка, пенокартон);
- Мультиметр;
- Линейка, калькулятор;
- Телефон с люксметром (по возможности);
- Чертёж/план помещения.

Оценивание (по 10-балльной шкале):

Критерий	Баллы
Инженерный дневник и чертёж	2
Математические расчёты	2
Макет и электрическая схема	2
Эффективность и креативность	2

Критерий	Баллы
----------	-------

Презентация и защита проекта	2
------------------------------	---

Связь с реальной жизнью:

Проект помогает понять, как устроена система освещения в домах, школах и офисах, почему важно экономить электроэнергию и как можно применять принципы устойчивого развития в быту.

Проект: «Как сэкономить электроэнергию дома?»

Тема: Электрическая мощность, расчёт потребления.

Проблема: Какие устройства расходуют больше всего энергии и как это можно оптимизировать?

Цель: Изучение энергоэффективности бытовых приборов и разработка предложений по снижению потребления.

Этапы:

1. Измерение мощности и времени работы различных приборов.
2. Расчёт потребляемой энергии (формула $E = P \times t$).
3. Анализ: где можно снизить расходы? (например, LED-лампы, умные розетки, отключение в режиме ожидания).
4. Разработка памятки или видеоролика для семьи/школы.

Эти проекты направлены на формирование устойчивого интереса к прикладной физике, инженерии, энергетике и экологическому мышлению. Они могут служить основой для итоговых работ, конкурсов или олимпиад технической направленности.

Практическая работа: «Изучение действия магнитного поля на проводник с током»

Оборудование: Магниты, проволока, источник питания.

STEM-задача: создать простейший моторчик.

Проект: «Оптимизация домашнего энергопотребления»

Задача: собрать данные об использовании приборов, рассчитать потребление энергии.

Результат: Разработка предложений по энергоэффективности дома/школы.

STEM-аспект: Анализ, проектирование, презентация, решение задачи устойчивого развития

Создание электромагнита

Тема: Электрический ток и магнитное поле

Цель: собрать простой электромагнит с помощью провода и батарейки

Инструменты и материалы: Железный гвоздь, медный провод, батарейка, стяжка

Физические понятия: магнитная сила, электромагнетизм

Проект: «Сборка и настройка генератора Теслы»

Тема: Электромагнитные колебания, резонанс, высокочастотные явления.

Проблема: как работает резонанс в электрических цепях?

Цель: Создание маломощного варианта генератора Теслы для демонстрации принципов высокочастотных колебаний.

Оборудование: Трансформатор, катушка, конденсатор, ключ.

Уровень безопасности: работа только под контролем учителя, ограниченная мощность.

Альтернатива: симуляция в CircuitJS или Falstad.

Выводы: Понимание принципа работы, практическое применение (беспроводная передача энергии, плазма, медицина).

Проект: «Автоматический светильник на фоторезисторе»

Цель: изучить зависимость сопротивления от освещённости.

Результат: Собранная рабочая схема, реагирующая на изменение освещения.

Вариант: Добавление таймера или датчика движения (если есть Arduino или аналог).

Проект "Солнечные панели: физика преобразования энергии"

Цель: исследовать принцип работы солнечных панелей, изучить преобразование солнечной энергии в электрическую.

Описание: Учащиеся исследуют работу солнечных панелей, проводят эксперименты по измерению эффективности солнечных панелей при различных условиях (например, в зависимости от угла наклона, интенсивности света и других факторов).

Задачи:

- Исследование зависимости электрической мощности от интенсивности солнечного света.
- Сравнение различных типов солнечных панелей.
- Оценка эффективности преобразования энергии и возможных способов повышения этой эффективности.

Проект "Создание простого электромагнита"

Цель: изучить принципы работы электромагнитов и их применения в современной технике.

Описание: Ученики создают простой электромагнит, используя провод, батарейку и гвоздь. В ходе проекта учащиеся исследуют факторы, влияющие на силу магнитного поля (например, количество витков провода, сила тока, материал сердечника).

Задачи:

- Исследовать влияние количества витков и силы тока на силу магнитного поля.

- Рассчитать теоретическую силу магнитного поля и сравнить с результатами эксперимента.
- Применить знания о магнитных полях в реальной жизни (например, для анализа работы электрических двигателей).

Тема: "Изготовление простейшего электродвигателя"

- **Цель:** понять принцип действия электродвигателя и создать работающую модель.
- **Деятельность учителя:** даёт историко-технический контекст, демонстрирует опыт, обеспечивает безопасность.
- **Деятельность учащихся:** собирают устройство, проверяют его работоспособность, анализируют ошибки.
- **Оценивание:** работоспособность устройства, участие в обсуждении, пояснительная записка к проекту.
- **Материалы:** батарейка, медная проволока, магнит, зажимы.
- **Дополнительно:** пошаговая инструкция, таблица испытаний, карточка самооценки.

Тема: "Преобразование солнечной энергии в электрическую"

Цель: изучить принципы работы солнечной батареи, собрать и протестировать систему питания.

Деятельность учителя: знакомит с понятием альтернативной энергетики, предоставляет инструкции.

Деятельность учащихся: собирают схему, тестируют, измеряют параметры.

Оценивание: точность измерений, корректность схемы, представление проекта.

Материалы: солнечные панели, мультиметры, светодиоды, резисторы, макетная плата.

Дополнительно: таблица замеров, шаблон отчёта, критерии защиты проекта.

Часы и магнетизм

Известно, что многие предметы притягиваются магнитом, особенно металлические. Например, если золотые часы поднести к полюсам подковообразного магнита, то стальные механизмы внутри часов намагничиваются и часы перестают идти правильно. Даже если убрать магнит, часы уже не вернутся к исходному состоянию. Чтобы восстановить их работу, нужно заменить внутренние механизмы. А если часы закрыты железной или стальной крышкой, магнитное поле не проникает внутрь - опыт показывает, что железо и сталь экранируют магнитные силы.

Проект: «Создание простого электрического двигателя»

Тема: Электрические явления

Проблема: как возникает механическое движение с помощью магнитного поля?

Цель: создать работающий прототип простого электрического двигателя.

Этапы:

1. Изучение принципов работы электрического двигателя.
2. Создание устройства с использованием магнитов, проводов и источников питания.
3. Измерение тока и напряжения.
4. Определение эффективности двигателя, расчет скорости вращения.
5. Представление результатов проекта в виде расчетов и графиков.

Ожидаемые результаты:

Ученики научатся работать с электрическими схемами, собирать механические модели, использовать различные датчики для измерений.

Проект: «Создание автоматизированной системы полива»

Тема: Электрические явления, автоматизация

Проблема: как автоматизировать полив в зависимости от влажности почвы?

Цель: создать автоматическую систему полива на основе датчиков влажности.

Этапы:

1. Изучение принципов работы датчиков влажности и насосов.
2. Разработка схемы системы полива.
3. Сборка системы с использованием сенсора влажности, реле и насосов.
4. Проверка работы системы при разных уровнях влажности.

Ожидаемые результаты:

Создание рабочего прототипа автоматизированной системы полива, освоение навыков в электронике, программировании и проектировании.

Проект: «Умный дом: автоматизация освещения»

Тема: Цепи постоянного тока, датчики, управление

Проблема: как сделать освещение экономичным и автоматизированным?

Цель: создать модель автоматического освещения, реагирующую на движение или освещенность.

Оборудование: светодиоды, фоторезисторы, датчики движения (если есть), макетные платы, источники питания.

Этапы:

1. Создание схемы освещения.
2. Интеграция датчика: свет включается при темноте или движении.
3. Тестирование, улучшение схемы (например, установка таймера на выключение).

4. Защита проекта: логика работы, энергосбережение, области применения.

Проект: «Электромагнитный подъемный кран»

Тема: Магнитное поле, электромагнит, работа тока

Проблема: как с помощью электричества поднимать металлические предметы?

Цель: Создание модели электромагнитного подъемного крана.

Оборудование: мелкие гвозди, медные провода, батарейки, кнопка, металлические грузы.

Этапы:

1. Сборка электромагнита.
2. Изучение влияния силы тока и числа витков.
3. Моделирование механической части крана.
4. Тестирование, обсуждение сфер применения (переработка отходов, транспортировка металлолома и т.д.).

Проект: «Как экономить электроэнергию дома?»

Тема: Электрическая мощность, расчет потребления

Проблема: Какие приборы потребляют больше всего энергии и как это оптимизировать?

Цель: Изучить энергоэффективность бытовых приборов и предложить пути снижения потребления.

Этапы:

1. Измерение мощности и времени работы различных приборов.
2. Расчет потребляемой энергии (по формуле $E = P \times t$).
3. Анализ: где можно снизить потребление (например, LED-лампы, умные розетки, отключение в режиме ожидания).
4. Создание инструкции или видеоролика для семьи/школы.

Практическая работа: «Исследование влияния магнитного поля на проводник»

Оборудование: магниты, провода, источник питания.

STEM-задача: создание простого электрического двигателя.

Проект: «Оптимизация энергопотребления дома»

Цель: Сбор данных об использовании приборов, расчет энергопотребления.

Результат: Предложения по энергоэффективности для дома/школы.

STEM-аспект: анализ, проектирование, презентация, решение задач устойчивого развития.

Изготовление электромагнита

Тема: электрический ток и магнитное поле

Цель: сделать простой электромагнит с помощью провода и батарейки.

Материалы: железный гвоздь, медный провод, батарейка, изолента.

Физические понятия: магнитная сила, электромагнетизм.

Проект: «Сборка и настройка генератора Теслы»

Тема: Электромагнитные колебания, резонанс, высокочастотные явления

Проблема: как работает резонанс в электрических цепях?

Цель: создать маломощную модель генератора Теслы для демонстрации принципов высокочастотных электрических колебаний.

Оборудование: трансформатор, катушка, конденсатор, выключатель

Уровень безопасности: работа только под наблюдением учителя, ограниченное питание

Альтернатива: симуляция в CircuitJS или Falstad

Вывод: понимание принципа действия, практическое применение (беспроводная передача энергии, плазма, медицина)

Проект: «Автоматический светильник на фоторезисторе»

Цель: определить сопротивление при освещении

Результат: создание схемы, реагирующей на изменение освещённости

Вариант: добавить таймер или датчик движения (при наличии Arduino или аналогов)

Подробный проект: Электромагнитный кран

Название проекта: Электромагнитный кран

Цель: Создать макет простого электромагнитного крана, изучив электромагнитные явления. Понять принцип работы крана, поднимающего металлические предметы с помощью электромагнитной силы.

Задачи:

- Объяснить понятие электромагнетизма
- Показать принцип действия электромагнита
- Сконструировать простой электромагнитный кран
- Изучить влияние силы тока, количества витков и сердечника
- Определить области применения и значимость в будущем

Актуальность проекта:

Электромагнитные краны широко используются на производстве, в заводах по переработке мусора и при транспортировке тяжёлых металлов. Понимание их устройства помогает учащимся развивать интерес к техническим и инженерным специальностям.

Необходимое оборудование:

- Медный провод (для обмотки)
- Железный сердечник (гвоздь, болт и т.д.)
- Источник питания (батарейка или адаптер – 6В или 12В)
- Основание крана (из дерева или картона)
- Переключатель (вкл/выкл)
- Небольшие железные предметы (гвозди, болты)
- Трубка или держатель для катушки
- Клей, скотч, ножницы

Теоретическая база:

Электромагнетизм - раздел физики, изучающий возникновение магнитного поля при прохождении тока по проводнику. Электромагнит - катушка с током, обладающая магнитными свойствами. Сила притяжения электромагнита:

- Увеличивается с числом витков
- Увеличивается с ростом силы тока
- Усиливается при использовании мягкого железа как сердечника

Этапы создания макета:

1. **Обмотка:** намотать 50–100 витков медного провода на железный сердечник.
2. **Сборка цепи:** соединить концы провода с источником питания, установить переключатель.
3. **Создание конструкции крана:** изготовить стойку и рычаг крана, прикрепить электромагнит на конец рычага.
4. **Проверка работы:** при включении питания электромагнит притягивает металлические предметы, при отключении - отпускает их.

Меры безопасности:

- Правильно подключать источник питания
- Не работать с оголенными проводами
- Избегать короткого замыкания
- Осторожно обращаться с нагретыми элементами

Области применения:

- Заводы, подъем тяжёлых металлов
- Сортировка мусора
- Погрузочно-разгрузочные работы
- Робототехника и автоматизация

Вывод:

Проект "Электромагнитный кран" позволяет учащимся применять знания на практике, развивает инженерное мышление и техническое творчество. С помощью модели учащиеся учатся управлять тяжёлыми предметами в автоматическом режиме - как это делается в промышленности.

Ожидаемые результаты:

- Понимание принципа действия электромагнита
- Умение собрать модель и использовать её в эксперименте
- Навыки сборки электрических цепей

- Развитие технического и инженерного мышления

STEM-проект: Установка преобразования энергии

Цель проекта: создать простую установку, демонстрирующую преобразование одного вида энергии в другой (например, механической в электрическую, электрической в тепловую и т. д.), и объяснить физические процессы, лежащие в основе этих преобразований.

Теоретическая основа:

В природе энергия не возникает из ниоткуда и не исчезает бесследно, она **преобразуется из одного вида в другой**. Наиболее частые примеры:

- **Механическая → Электрическая** (например, динамо-машина)
- **Электрическая → Световая / Тепловая** (лампочка, нагреватель)
- **Световая → Электрическая** (солнечная батарея)
- **Потенциальная → Кинетическая** (маятник, водяное колесо)

Материалы (вариант конструкции):

- Маленький электродвигатель (можно от игрушки или вентилятора)
- Лампочка или светодиод
- Картон, пластик или дерево для корпуса
- Ручка или колесо (для привода)
- Провода, изолента
- Кнопка (по желанию)
- Мультиметр (для измерений напряжения и тока)

Пример установки: «Динамо-генератор»

1. Закрепите ручку на валу электродвигателя.
2. Подключите к мотору светодиод через провода.
3. Вращайте ручку -светодиод загорается.

Что происходит: механическая энергия вращения вала преобразуется в электрическую энергию, которая питает светодиод.

Варианты других установок:

- **Солнечная панель + вентилятор → световая энергия** преобразуется в электрическую, затем в механическую.
- **Груз на нитке + колесо + генератор → потенциальная энергия** переходит в механическую и далее в электрическую.
- **Тепловой двигатель (например, простой термогенератор) → тепловая в электрическую.**

Оценивание проекта:

Критерий	Баллы
Понимание принципа преобразования энергии	10
Качество и работоспособность установки	10
Креативность и оригинальность	10
Представление и объяснение результата	10

Безопасность конструкции	10
Максимум	50

Интеграция STEM-направлений:

STEM-компонент	Применение в проекте
S – Science	Изучение видов энергии и их свойств
T – Technology	Использование технических деталей, пайка, соединения
E – Engineering	Проектирование и сборка устройства
M – Math	Расчёт мощности, напряжения, скорости вращения

Вывод: Такой проект помогает учащимся не просто запомнить, **что** энергия может переходить из одного вида в другой, но и **увидеть, как** это работает **в реальности**, как энергия «движется» по цепи, какие потери при этом происходят и почему.

4. Оптика

Представлена примерная таблица STEM-заданий по разделу «Оптика» для 7–11 классов. Эта таблица направлена на то, чтобы связать теоретические знания учащихся с реальными жизненными ситуациями, а также развивать креативное мышление, исследовательские навыки и техническое мастерство.

Таблица 9. Примеры STEM-заданий по разделу «Оптика»

Тема	Название STEM-задания	Описание задания	Межпредметные связи	Используемые материалы
Прямолинейное распространение света	«Сборка камеры-обскуры»	Учащиеся собирают простую камеру с отверстием (обскуру), чтобы объяснить прямолинейное распространение света, наблюдают и описывают полученные изображения.	Физика, ИЗО, Технология	Коробка, фольга, прозрачная плёнка, бумага, игла, лупа

Отражение света	«Лабиринт с зеркалами»	Учащиеся создают оптический лабиринт, в котором с помощью зеркал направляют световой луч к цели.	Физика, Математика, Информатика	Маленькие зеркала, лазерная указка, линейка, картон
Преломление света	«Преломление света и линзы»	Исследование преломления света через линзы. Определение фокусного расстояния линз различной формы.	Физика, Геометрия, Технология	Стеклянные линзы, лампа, экран, линейка, измерительная лента
Дисперсия света	«Эксперимент с радугой»	С помощью призмы расщепляют солнечный свет на спектр. Исследуют состав света и сравнивают углы преломления разных цветов.	Физика, Биология (восприятие цвета), Искусство	Призма, источник белого света, экран, затемнённая комната
Интерференция и дифракция	«Тонкий путь света»	Учащиеся наблюдают интерференцию света, проходящего через двойную щель. Глубже изучают свойства световых волн.	Физика, Математика, Информатика	Лазер, экран с двумя щелями, миллиметровка, средства компьютерной обработки

ПРОЕКТ: «Сборка камеры-обскуры»

Класс: 7–8

Раздел физики: Оптика

Тема: Прямолинейное распространение света

Тип проекта: STEM-проект (Физика + Искусство + Технология)

Цель проекта: Познакомить учащихся с явлением прямолинейного распространения света через практическое создание простейшего оптического прибора -камеры-обскуры. Развить навыки наблюдения, технического мышления, а также умение связывать науку с повседневной жизнью и искусством.

Задачи:

1. Изучить принцип действия камеры-обскуры.
2. Самостоятельно собрать простую модель камеры.
3. Провести наблюдение за полученными изображениями.
4. Сделать выводы о свойствах света на основе практического опыта.
5. Связать полученные знания с историей науки, живописью и фотографией.

Материалы и инструменты:

- Плотная коробка (лучше -обувная)
- Фольга
- Прозрачная плёнка или калька
- Белая бумага
- Иголочка или булавка
- Ножницы, скотч, клей
- Лупа (по желанию -для усиления изображения)
- Тёмная ткань (для лучшей видимости изображения внутри камеры)

Ход работы:

1. Подготовка корпуса камеры.

Возьмите коробку и обклейте все внутренние стенки чёрной бумагой или закрасьте их в чёрный цвет для уменьшения рассеивания света.

2. Создание отверстия.

На одной из коротких сторон коробки прорежьте небольшое окошко, заклейте его фольгой. В центре фольги сделайте крошечное отверстие иголкой -это и будет объектив вашей камеры.

3. Экран для изображения.

На противоположной стороне коробки сделайте окошко и заклейте его полупрозрачной плёнкой или калькой -именно на ней появится перевернутое изображение внешнего мира.

4. Наблюдение.

Выйдите на улицу или посмотрите на хорошо освещённый объект, направьте камеру объективом вперёд. Прикройте голову и заднюю часть камеры тёмной тканью -изображение станет отчётливым. Наблюдайте и делайте зарисовки.

Ожидаемые результаты:

- Понимание того, как свет распространяется прямолинейно.
- Знание принципа построения изображения с помощью отверстия (пинхол).

- Развитие технических и креативных навыков.
- Связь между физикой и историей искусства (например, использование камеры-обскуры художниками эпохи Ренессанса).

Межпредметные связи:

- **Физика** -законы распространения света.
- **Технология** -конструирование модели.
- **ИЗО** -наблюдение и зарисовка изображения.
- **История** -упоминание использования камеры-обскуры в живописи.

Дополнительные идеи:

- Сравните изображения, полученные при разных размерах отверстия.
- Попробуйте заменить плёнку на фотобумагу и получить настоящие отпечатки.
- Изучите, как устроены современные фотокамеры и как они эволюционировали от обскуры.

ПРОЕКТ: «Эксперимент с радугой»

Класс: 8–9

Раздел физики: **Оптика**

Тема: **Дисперсия света**

Тип проекта: **STEM-проект (Физика + Биология + Искусство)**

Цель проекта: исследовать явление дисперсии света через создание искусственной радуги с помощью призмы. Понять, как белый свет раскладывается на спектр, и как наш глаз воспринимает цвета.

Задачи:

1. Познакомиться с понятием дисперсии света.
2. На практике получить спектр белого света.
3. Сравнить углы преломления разных цветов.
4. Связать восприятие цвета с биологией глаза.
5. Проявить художественное восприятие физического явления.

Материалы и инструменты:

- Призма (стеклянная или пластиковая)
- Источник белого света (фонарик или солнечный свет)
- Экран (белый лист бумаги или стенка)
- Чёрная ткань или затемнённая комната
- Линейка, транспортир
- Цветные карандаши или краски для зарисовки спектра

Ход работы:

1. **Подготовка установки.**
Расположите призму так, чтобы через неё проходил белый свет (лучше -направленный фонарик или солнечный луч через узкое отверстие).
2. **Наблюдение спектра.**

За призмой на экране появляется спектр -радуга, от фиолетового до красного. Зафиксируйте положение каждого цвета.

3. Измерения.

Измерьте углы преломления для крайних цветов (красного и фиолетового). Сделайте вывод о зависимости угла преломления от длины волны света.

4. Художественная часть.

Зарисуйте полученный спектр, передав насыщенность и плавность переходов. Можно также создать абстрактную работу, вдохновлённую радугой.

5. Биологический аспект.

Обсудите, как сетчатка глаза воспринимает цвета, и почему человек видит спектр именно в таком порядке.

Ожидаемые результаты:

- Понимание природы радуги и дисперсии света.
- Навык работы с оптическими приборами.
- Осознание взаимосвязи между физикой, биологией и искусством.
- Развитие наблюдательности и эстетического восприятия научных явлений.

Межпредметные связи:

- **Физика** -преломление и дисперсия света.
- **Биология** -восприятие цвета человеческим глазом.
- **ИЗО** -цветовой круг, работа с оттенками.
- **История науки** -опыт Ньютона с призмой.

Дополнительные идеи:

- Повторите эксперимент с водой и зеркалом -получите радугу альтернативным способом.
- Исследуйте, почему в природе радуга бывает дугообразной.
- Сравните спектры разных источников света (лампа, светодиод, солнце).

Изучение отражения света (опыт с лазером)

Тема: Отражение света

Цель: измерить угол отражения светового луча через зеркало

Инструменты и материалы: Зеркало, лазерная указка, транспортир, белая бумага

Физические понятия: угол падения = угол отражения

Солнечная печь

Тема: Преобразование энергии

Цель: Нагревание пищи с помощью солнечного света

Инструменты и материалы: Картонная коробка, алюминиевая фольга, пластиковая пленка, чёрная бумага

Физические понятия: теплопередача, солнечная энергия, теплоизоляция

Проект: «Голограмма своими руками»

Тема: Интерференция света, отражение и преломление.

Проблема: как создать иллюзию трёхмерного изображения с помощью света?

Цель: Создание простой голограммы с помощью смартфона и плёнки.

Оборудование: пластиковая прозрачная обложка, ножницы, шаблон, смартфон.

Этапы:

1. Изготовление проекционного пирамидального устройства.
2. Загрузка видеоконтента для голограмм.
3. Анализ: почему возникает эффект объёмности.
4. Расширение: как используются голограммы в медицине, безопасности, маркетинге.

Проект: «Голограмма из смартфона»

Цель: смоделировать эффект объёмного изображения.

Навыки: Работа с оптикой, отражение, визуализация, техническое творчество.

Проект "Смещение света в зависимости от угла преломления"

Цель: изучить явление преломления света и закон Снеллиуса.

Описание: Учащиеся проводят эксперименты по преломлению света через разные среды (стекло, вода, воздух). Для этого используется лазерная указка, стеклянная или пластиковая линза, вода и другие материалы. Эксперименты помогают изучить углы падения и преломления света.

Задачи:

- Изучение закона преломления (Закон Снеллиуса) и его применения.
- Определение коэффициента преломления для разных материалов.
- Визуализация преломления света и объяснение наблюдаемых явлений.

Тема: Закон отражения света

Цель: подтвердить равенство угла падения и угла отражения

Оборудование:

- Маленькое зеркало
- Лазерная указка
- Транспортёр
- Белая бумага

- Линейка, ручка

Ход работы:

1. Положите зеркало на белый лист бумаги.
2. Направьте лазер под углами 30° , 45° , 60° .
3. Измерьте углы падения и отражения с помощью транспортира.
4. Сделайте вывод.

Физическое объяснение:

Угол падения света равен углу его отражения.

Критерии оценки:

- Сборка установки – 2 балла
- Точные измерения – 3 балла
- Составление таблицы – 2 балла
- Формулировка физического закона – 3 балла

Тема урока: Создание и исследование солнечной батареи.

Цели урока: Познакомить учащихся с принципами работы солнечных батарей, на практике понять преобразование солнечной энергии в электрическую, развивать навыки проектной деятельности, работы в команде, критического мышления.

Оборудование и материалы: фотоэлементы (солнечные батареи или мини-образцы), провода, лампа дневного света или источник искусственного освещения, мультиметр, макеты или модели для сборки (например, пластиковые коробки, держатели), инструкция по сборке.

План урока:

1. Вводная часть: обсуждение темы (что такое солнечная энергия, как она преобразуется в электрическую, краткое объяснение принципа работы солнечных батарей), постановка задачи: создать простую солнечную батарею и исследовать ее характеристики.

2. Теоретическая часть: объяснение физических основ: фотоэффект, преобразование энергии света в электричество, демонстрация готового образца или видео.

3. Практическая часть:

Этапы:

1. Деление класса на группы по 3-4 человека.
2. Каждая группа получает материалы для сборки мини—солнечной батареи.

3. Инструктаж по сборке: подключение фотоэлемента к мультиметру, создание цепи.

4. Проведение эксперимента: измерение напряжения при разном освещении (разные расстояния от лампы), запись результатов в таблицу листа отчета.

5. Анализ полученных данных: как освещенность влияет на мощность.

4. Обсуждение и выводы: обсуждение результатов групп, ответы на вопросы- почему важна солнечная энергия? Какие преимущества и ограничения у этого источника энергии? Связь с реальными технологиями и экологией.

5. Итоговое задание (домашнее или на следующем уроке): предложить разработать проект мини-солнечно электростанции для дома или школы.

6. Оценивание: активность в работе и эксперименте; качество анализа данных; креативность в предложенных решениях.

Такой урок сочетает теорию, практику и междисциплинарный подход – элементы STEM- что способствует развитию интереса к физике, инженерии и технологиям. В зависимости от наличия необходимого оборудования можно адаптировать разные варианты выполнения практической части урока, в том числе виртуальные лаборатории и онлан-сервисы.

STEM-проект: «Лабиринт с зеркалами»

Цель проекта: создать модель лабиринта с зеркалами, демонстрирующую законы отражения света и распространения светового луча. Развить навыки точного расчета углов отражения и научиться применять оптические законы на практике.

Теоретическая основа:

Проект основан на **законе отражения света**, который гласит:

Угол падения равен углу отражения.

Также затрагиваются темы:

- Прямолинейное распространение света
- Отражение от плоских зеркал
- Перенаправление луча в нужную точку с помощью системы отражений

Материалы:

- Картон или фанера (основа лабиринта)
- Плоские зеркала (или фольга, зеркальная плёнка)
- Лазерная указка или светодиод с тонким лучом
- Клей, скотч, ножницы
- Прозрачная плёнка или стекло (по желанию)
- Линейка, транспортир
- Маркеры или нити (для отслеживания пути луча)

Этапы выполнения:

1. **Проектирование лабиринта:**
 - Нарисуйте схему, где входной луч должен, отражаясь от зеркал, дойти до «цели» (точки выхода или датчика).
2. **Размещение зеркал:**
 - Закрепите зеркала под нужными углами.
 - Используйте закон отражения при расчётах.

3. Тестирование:

- Направьте лазер или луч света в начальную точку.
- Проследите за его движением по лабиринту.
- При необходимости скорректируйте углы зеркал.

4. Оформление проекта:

- Добавьте объяснение траектории.
- Сделайте схему с обозначением углов отражения.

Варианты усложнения:

- Сделать движущиеся зеркала, которые меняют путь луча.
- Добавить датчик света на выходе (фоторезистор).
- Устроить соревнование: чей луч дойдет до цели быстрее / через большее число отражений.

•

Критерии оценки:

Критерий	Баллы
Знание закона отражения	10
Точность расчётов и работа установки	10
Качество конструкции и дизайна	10
Креативность (формы, усложнение, идея)	10
Объяснение хода работы	10
Максимум	50

Интеграция STEM-компонентов:

Компонент	Применение в проекте
S – Science	Оптика, физика света, отражение
T – Technology	Работа с лазером, точная настройка
E – Engineering	Конструирование лабиринта
M – Math	Геометрические расчёты углов

Вывод: Проект «Лабиринт с зеркалами» -это увлекательный способ изучить поведение света и научиться управлять его движением, соединяя в себе физику, геометрию и инженерное мышление. Он развивает пространственное мышление, точность и навыки командной работы.

5. Элементы квантовой физики

Ниже представлена примерная таблица STEM-заданий по разделу «Элементы квантовой физики» для учащихся 7–11 классов. Эти задания направлены на развитие интереса школьников к современной физике, формирование научного мышления и навыков креативного анализа. Несмотря на сложность квантовых явлений, их модели можно наглядно представить с помощью простых экспериментов.

Таблица 10. Примеры STEM-заданий по разделу «Элементы квантовой физики»

Тема	Название STEM-задания	Описание задания	Межпредметные связи	Используемые материалы
Корпускулярная природа света	«Фотон - частица света?»	Объяснение взаимодействия света и вещества через простые опыты. Например, наблюдение появления тока при освещении солнечной панели лампой.	Физика, Биология (зрение), Технология	Солнечная панель, источник света (лампа), амперметр или мультиметр
Элементы понятия фотоэффекта	«Моделирование фотоэффекта»	Объяснение сути фотоэффекта с помощью солнечной панели. Сравнение силы тока при использовании различных источников света.	Физика, Математика, Технология	Лазер, лампы, солнечная панель, мультиметр, светофильтры
Электронные уровни	«Квантовые скачки»	Создание модели для объяснения понятий энергетических уровней, поглощения и излучения света (например, с помощью цветных ламп и фильтров).	Физика, Химия, Искусство	Светодиоды разных цветов, светофильтры, постеры, художественные материалы
Кванты и волново-частичный дуализм	«Свет - волна или частица?»	Наблюдение интерференционной картины при прохождении	Физика, Математика, Информатика	Лазер, экран с двумя щелями, проекционные

		лазерного луча через узкие щели. Демонстрация волновой природы света.		й экран, миллиметровка
Модель атома и формула Планка	«Вычисление квантовой энергии»	Вычисление энергии фотона по формуле Планка: $E = h \cdot \nu$. Выполнение задач, связанных с частотой и длиной волны света.	Физика, Математика, Астрономия	Калькулятор, спектральные таблицы, светофильтры, лист с формулами

Особенности данных заданий:

- Эти задания адаптированы для объяснения абстрактных понятий через визуальные модели.
- На передний план выходят **эксперименты и наблюдение**, а не сложные формулы и расчёты.
- Они помогают учащимся понять основы современной науки, вызвать интерес и вдохновение стать будущими физиками и инженерами.

STEM-проект: «Свет -волна или частица?»

Актуальность проекта

Свет -одно из самых загадочных явлений природы. Он освещает наш путь, согревает Землю и... ведёт учёных к глубочайшим тайнам Вселенной. Является ли он волной, как звук в воздухе, или частицей, как пылинка в луче закатного солнца? Этот вопрос когда-то разделил умы великих физиков, но сегодня школьники могут прикоснуться к разгадке -своими глазами увидеть проявления волновой природы света.

Цель проекта: продемонстрировать волновую природу света через наблюдение **интерференционной картины**, возникающей при прохождении **лазерного луча через двойную щель**, и осмыслить дуализм света -его одновременную природу и как частицы, и как волны.

Оборудование и материалы

- Лазерный указатель (монохроматический источник света)
- Экран с двумя щелями (двойной щелевой фильтр)
- Проекционный экран или белый лист бумаги
- Миллиметровая бумага
- Линейка, штатив
- Компьютер с графическим редактором (для анализа)

Ход работы

1. **Подготовка:**
 - Установить лазер на устойчивом основании напротив двойной щели.
 - За двойной щелью на расстоянии 0,5–1 м закрепить экран.
2. **Проведение эксперимента:**
 - В темной комнате включить лазер.
 - Наблюдать появление **интерференционной картины** - чередующихся светлых и тёмных полос.
3. **Измерения:**
 - Измерить расстояние между центральным максимумом и соседними максимумами.
 - Определить длину волны лазера по формуле интерференции.
4. **Анализ:**
 - Сравнить полученные данные с известными длинами волн.
 - Обсудить: почему свет ведёт себя как волна в этом опыте, но как частица - в фотоэффекте?

Теоретическая основа

Согласно опыту Юнга, интерференция - это явление, характерное для волн. Однако Эйнштейн в начале XX века доказал, что свет также обладает **корпускулярной природой** - фотонами. Это привело к понятию **волнового и корпускулярного дуализма**.

Межпредметные связи

- **Физика:** теория света, интерференция, волны, фотоэффект.
- **Математика:** расчёты длины волны, анализ закономерностей.
- **Информатика:** обработка результатов и построение графиков.
- **История науки:** вклад Юнга, Планка, Эйнштейна, Бора.

Результаты и выводы

- Подтверждена **волновая природа света** при прохождении через двойную щель.
- Появилось осознание сложности и красоты света как физического явления.
- Учащиеся познакомились с основами **квантовой физики**.

Проект: «Измерение скорости света в домашних условиях»

Тема: Квантовая физика, измерения с задержкой сигнала.

Проблема: возможно ли определить скорость света без профессионального оборудования?

Цель: Реализация эксперимента по измерению с помощью отражения света и замеров задержки.

Методы:

- Использование светодиодов, фотодиодов, зеркал, лазера и датчиков.
- Запись времени прохождения импульса (при наличии осциллографа или высокоскоростной камеры).

- Альтернатива: метод микроволновой печи и шоколада (нахождение длины волны стоячей волны внутри СВЧ).

Результат: Приближённое значение скорости света, анализ ошибок, связь с квантовой теорией.

Проект: «Моделирование радиоактивного распада и статистических процессов»

Тема: Вероятностные процессы в физике, ядерные явления.

Проблема: как предсказать поведение нестабильных атомов, если каждый распадается случайно?

Цель: Построение численной модели радиоактивного распада.

Методы:

- Использование Excel или Python для моделирования закона радиоактивного распада.

- Создание диаграмм, работа с параметром полураспада.

- Обсуждение: почему используется статистика, где она применяется (медицина, археология, энергетика).

Дополнительные форматы STEM-активности для 11 класса

- Участие в олимпиадах, НОУ, конкурсах технических проектов;
- Выполнение индивидуальных исследовательских работ;
- Инженерные стартап-сессии и хакатоны на базе школ и технопарков;

- Курсы и проекты в формате «университетской субботы» или «профильного инженерного лагеря».

Практическая работа: «Изучение явления фотоэффекта (моделирование/видеоэксперимент)»

Цель: Анализ опытов с фотоэлементами и вывод о зависимости энергии электронов от частоты света.

Инструменты: PhET-симуляторы, видеоаналитика.

Результат: Обоснование закона Эйнштейна, графики, интерпретации.

Проект: «Создание голограммы своими руками»

Тема: Интерференция света, отражение и преломление.

Проблемный вопрос: Как с помощью света создать иллюзию трёхмерного изображения?

Цель: Создать простую голограмму с использованием смартфона и прозрачной пленки.

Оборудование:

- Прозрачная пластиковая упаковка
- Ножницы
- Шаблон (трафарет пирамиды)
- Смартфон

Этапы выполнения:

1. Создание устройства в виде проекционной пирамиды.
2. Загрузка видеоконтента для голограммы.
3. Анализ: почему появляется объемный эффект?
4. Расширение: где применяются голограммы (в медицине, безопасности, маркетинге)?

Практическая работа: Изучение фотоэффекта (моделирование / видеоэксперимент)

Цель: провести эксперимент с фотоэлементами и выявить связь между энергией электронов и частотой света.

Оборудование:

- Симуляторы PhET
- Видеоматериалы и аналитика

Результат:

- Обоснование закона Эйнштейна
- Графики зависимости
- Объяснение наблюдений

Название проекта: Моделирование фотоэффекта

Цель проекта: исследовать корпускулярную природу света, объяснить явление фотоэффекта и смоделировать его с помощью простых устройств.

Задачи проекта:

- Объяснить понятие фотоэффекта и его физическую основу
- Создать практическую модель фотоэффекта
- Показать связь между частотой света и выбиванием электронов
- Изучить области применения фотоэффекта
- Познакомиться с понятием энергии фотона, работой выхода и уравнением Эйнштейна

Актуальность:

Фотоэффект -одно из фундаментальных явлений квантовой физики. Он находит практическое применение в солнечных батареях, светочувствительных устройствах и автоматизированных системах. Моделирование фотоэффекта позволяет учащимся применить теоретические знания на практике и усиливает интерес к науке.

Теоретическая основа: Что такое фотоэффект?

Фотоэффект -это явление выбивания электронов с поверхности вещества под действием света (фотонов).

Обнаружен Генрихом Герцем в 1887 году и объяснён Альбертом Эйнштейном в 1905 году, за что он получил Нобелевскую премию.

Уравнение Эйнштейна:

$$E = h \cdot \nu = A + E_k$$

Где:

- E -энергия фотона
- h -постоянная Планка
- ν -частота света
- A -работа выхода
- E_k -кинетическая энергия выбитого электрона

Необходимое оборудование для моделирования:

- Фотоэлемент или фоторезистор
- Лазер или светодиоды (разных цветов для разных частот)
- Вольтметр / амперметр
- Микроконтроллер (например, Arduino)
- Тёмная коробка (экспериментальная область)
- Провода, батарея, макетная плата
- Металлическая пластинка (катод)

Идея моделирования:

1. Использовать фоторезистор, чувствительный к свету -его сопротивление меняется при освещении.
2. Регистрировать изменения тока или напряжения при воздействии света разных цветов (разной частоты).
3. Размещать установку в темноте для исключения внешних источников света.

Вывод: При увеличении частоты света появляется ток -это подтверждает эффект фотоэмиссии и работу модели.

Вывод:

Фотоэффект -это ключевое доказательство того, что свет обладает не только волновыми, но и **частичными свойствами**. Модель позволяет учащимся понять суть квантовой теории Эйнштейна и её применение в современной технике.

Ожидаемые результаты:

- Понимание физической сути фотоэффекта
- Наблюдение зависимости между частотой света и выбиванием электронов
- Осмысление принципа действия солнечных панелей и оптоэлектроники
- Развитие лабораторных и исследовательских навыков

Применение фотоэффекта:

- Солнечные батареи

- Автоматические двери (фотоэлементы)
- Оптические датчики
- Цифровые камеры
- Научные приборы (спектроскопия)

Практическая работа: Расчёт энергии кванта света

Цель: научиться вычислять энергию фотона в зависимости от частоты света. Понять связь между энергией и частотой.

Теория:

Формула Планка: $E = h \cdot \nu$

где

- E -энергия фотона, Дж
- $h = 6,626 \times 10^{-34}$ Дж·с -постоянная Планка
- ν -частота света, Гц

Связь между частотой и длиной волны:

$$\nu = \frac{c}{\lambda}$$

где

- $c = 3 \times 10^8$ м/с -скорость света
- λ -длина волны, м

Оборудование (по необходимости):

- Спектральные лампы или лазеры (красный, зелёный, синий)
- Источники света с известной длиной волны
- Калькулятор / компьютер
- Arduino и датчики -для продвинутого анализа

Пример задачи:

Дано:

Красный свет: $\lambda = 700$ нм = 700×10^{-9} м

1 шаг: найти частоту

$$\nu = \frac{3 \cdot 10^8}{700 \cdot 10^{-9}} = 4,29 \cdot 10^{14} \text{ Гц}$$

2 шаг: найти энергию

$$E = h \cdot \nu = 6,626 \times 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с} \cdot 4,29 \cdot 10^{14} \text{ Гц} = 2,84 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$$

Таблица результатов:

Цвет	Длина волны (нм)	Частота (Гц)	Энергия фотона (Дж)
Красный	700	$4,29 \times 10^{14}$	$2,84 \times 10^{-19}$
Зелёный	550	$5,45 \times 10^{14}$	$3,61 \times 10^{-19}$
Синий	450	$6,67 \times 10^{14}$	$4,42 \times 10^{-19}$

Вопросы для обсуждения:

- Какой цвет переносит больше энергии? Почему?
- Какие кванты преобладают в солнечном свете?
- Какие цвета наиболее эффективны в фотоэффекте?

Дополнительный проект:

Тема: «Вычисление энергии квантов света и сравнение по цветам»

Исследуемые вопросы:

- Почему энергия квантов света зависит от цвета?
- Какие кванты чаще всего встречаются в солнечном спектре?
- Где используется это знание в жизни (солнечные панели, медицина, оптика)?
- Какой цвет может быть опасен для глаза и почему?

Ожидаемые результаты:

- Учащиеся смогут применять формулу Планка
- Поймут на практике связь частоты и энергии
- Проведут базовый спектральный анализ
- Осознают значение этих знаний в реальных технологиях

6. Основы астрономии

Ниже приведена таблица-пример STEM-заданий по разделу «Основы астрономии» для учащихся 7–11 классов. Эти задания направлены на знакомство школьников с миром космоса и на понимание взаимосвязи Земли и небесных тел через практические опыты. Каждое задание развивает креативность, логическое мышление, исследовательские способности и междисциплинарные связи.

Таблица 11. Примеры STEM-заданий по разделу «Основы астрономии»

Тема	Название STEM-задания	Описание задания	Межпредметные связи	Используемые инструменты
Солнце и Луна	«Высота Солнца и Луны»	Измерение угловой высоты Луны и Солнца на небе с помощью простого астрономического прибора (гномона) и расчет	Физика, География, Математика	Гномон, линейка, компас, секундомер, журнал

		продолжительность и дня и ночи.		
Фазы Луны	«Вращение Луны»	Моделирование фаз Луны для объяснения её вращения вокруг Земли. Визуальное отображение полной, половинной и новой фаз через тень и свет.	Астрономия, Физика, Искусство	Лампа (в роли Солнца), шар (Луна), глобус (Земля), темная комната
Солнечная система	«Размеры и расстояния»	Масштабное моделирование планет Солнечной системы. Построение орбит и сравнение расстояний планет от Солнца.	Физика, Математика, География	Рулетка, пластилин, картон, линейка, масштабная таблица
Галактики и туманности	«Путешествие по галактикам»	Исследование форм различных галактик и визуальное представление их классификации через модель. Сравнение расстояний между галактиками.	Астрономия, Информатика, Искусство	Интерактивная карта, графические инструменты
Скорость света и космические единицы	«Путешествие со скоростью света»	Понимание масштабов Вселенной через скорость света. Объяснение понятия светового года с помощью повседневных примеров.	Физика, Математика, Философия	Презентация, калькулятор, макет, космические видео материалы

Дополнительные возможности:

- Каждое задание выполняется в формате проекта, результатом которого может быть мини-презентация, модель или видеоролик.

- Этот раздел углубляет космическое мышление учеников и их понимание времени и пространства.
- Объединяя наглядность и творчество, школьники чувствуют себя настоящими астрономами!

Практическая работа

Название: Построение модели орбит планет Солнечной системы

Цель: сравнить орбиты планет, определить их размеры, пропорции и особенности движения.

Оборудование: Компас, линейка, калькулятор, бумага/ватман, циркуль или компьютер с программой Stellarium/GeoGebra.

Ход работы:

1. Найти данные о радиусах орбит планет (например, в астрономических единицах -AU).
2. Масштабировать орбиты (например: 1 AU = 5 см) и начертить на бумаге или в цифровом виде.
3. Отметить положение планет.
4. Сделать вывод: какие планеты движутся быстрее/медленнее, ближе/дальше от Солнца, и почему.

Название: Конструирование солнечных часов

Цель: понять, как движение Земли и положение Солнца влияет на измерение времени.

Инструменты: Картон, линейка, клей, ножницы, транспортир, шпажка/палочка, компас.

Этапы:

1. Исследовать принцип работы солнечных часов.
2. Рассчитать угол наклона гномона (по географической широте местности).
3. Собрать модель.
4. Провести эксперимент: определить время по солнечным часам и сравнить с фактическим.
5. Защитить проект: объяснить астрономическую основу, ошибки и неточности.

Задача (математико-астрономическая)

Название: Сколько света доходит до Земли от Луны?

Условие: Полный Лунный диск освещается Солнцем и отражает свет. Отражательная способность Луны - около 12%. Площадь Луны видна с Земли как диск диаметром ~3474 км. Определите, сколько света (в % от солнечного) доходит до Земли от полной Луны.

Решение включает:

- расчет площади Луны как диска,
- учет альбедо (12% отражённого света),
- сравнение с мощностью солнечного света на 1 м²,
- выведение пропорции.

В STEM-формате:

- **Science (Наука):** Астрономия, физика, география
- **Technology (Технологии):** Использование программ, приборов
- **Engineering (Инженерия):** Конструирование моделей
- **Mathematics (Математика):** Расчеты, масштабирование, геометрия

Практическая работа: Наблюдение и определение фаз Луны

Цель: Отслеживание изменения фаз Луны и определение периода лунного месяца.

Продолжительность: 28–30 дней (в виде домашнего или командного наблюдательного проекта)

Оборудование и ресурсы:

- Лунный календарь (можно распечатать или использовать онлайн-сервисы, например timeanddate.com)
- Телефон с камерой / дневник наблюдений
- Приложение Stellarium / Sky Map

Ход работы:

1. Наблюдать Луну каждый вечер в одно и то же время.
2. Фиксировать форму Луны (фаза), делать фото или зарисовку.
3. Отметить даты новолуния и полнолуния.
4. Сравнить полученные данные с официальным лунным календарём.
5. Сделать вывод: продолжительность лунного месяца, порядок смены фаз, положение Луны на небе.

STEM-компоненты:

- **Наука:** Астрономия, земные и небесные движения
- **Технология:** Использование цифровых инструментов
- **Математика:** Подсчёт дней, цикл, фаза

- **Инженерия:** Построение графика изменения фаз

Тема: Астрономия - основы наблюдений за Солнцем и движением небесных тел.

Цель проекта: научиться определять угловую высоту Солнца над горизонтом с помощью простого астрономического прибора - гномона - и понять взаимосвязь между высотой Солнца, временем суток и продолжительностью дня.

Оборудование и материалы:

- Гномон (вертикальный стержень или палка, закреплённая на ровной горизонтальной поверхности)
- Линейка или измерительная лента
- Уголомер (если нет - можно использовать транспортир или сделать простой расчёт)
- Часы или секундомер
- Компас (для определения сторон света)
- Бумага и карандаш для записей

Этапы работы:

1. Подготовка гномона:

Закрепите вертикально палку на ровной площадке, которая находится на открытом пространстве с хорошим обзором горизонта.

2. Определение времени и направления:

С помощью компаса определите стороны света (север, юг, восток, запад). В течение дня отмечайте время по часам, когда будете делать замеры.

3. Измерение длины тени:

В выбранное время измерьте длину тени, отбрасываемой гномоном.

4. Расчет угловой высоты Солнца:

Используйте тригонометрию: если высота гномона - h , а длина тени - l , тогда угловая высота α рассчитывается по формуле:

$$\alpha = \arctg \left(\frac{h}{l} \right)$$

Для упрощения можно использовать калькулятор с функцией арктангенса.

5. Повторите измерения:

Проведите наблюдения в разное время дня (утро, полдень, вечер), чтобы увидеть, как меняется высота Солнца.

6. Анализ результатов:

Постройте график зависимости угловой высоты Солнца от времени суток. Обсудите, как это связано с продолжительностью дня и сезоном.

Итоги и выводы:

- Высота Солнца над горизонтом меняется в течение дня, достигая максимума в полдень.
- Чем выше Солнце, тем короче тень от гномона.
- Измерение угла помогает понять движение Солнца и влияет на продолжительность светового дня.
- Такой простой эксперимент знакомит с базовыми астрономическими методами наблюдения и развивает навыки точных измерений.

Возможное расширение проекта:

- Сравнить измерения в разные сезоны и определить, как меняется высота Солнца в зависимости от времени года.
- Исследовать взаимосвязь угловой высоты с температурой воздуха и погодными условиями.
- Создать модель солнечного пути по небу и объяснить смену времен года.

Этот проект - мост между древними наблюдениями и современным пониманием неба, дающий учащимся возможность почувствовать себя настоящими исследователями космоса.

Практическая работа: Измерение высоты Солнца над горизонтом

Цель: определить изменение высоты Солнца в течение дня или в разные дни (например, в течение недели).

Оборудование:

- Вертикальная палочка (гномон) -карандаш, шпажка, трубочка
- Линейка, транспортир
- Тетрадь/таблица для записей
- Компас (желательно)

Ход работы:

1. Установить вертикально палочку на открытой ровной поверхности (например, на листе бумаги).
2. Измерить длину тени в разное время дня (например, каждые 2 часа с 10:00 до 16:00).
3. По формуле: Высота Солнца (градусы) = $\arctg \left(\frac{\text{высота палочки}}{\text{длина тени}} \right)$ рассчитать углы.
4. Построить график "время -высота Солнца".
5. Сделать вывод: как высота Солнца изменяется в течение дня, в зависимости от времени года.

STEM-компоненты:

- **Наука:** Астрономия, география, физика света
- **Математика:** Геометрия, тригонометрия, графики
- **Инженерия:** Сборка установки, измерения
- **Технология:** Таблицы, калькулятор, графопостроитель (при желании)

STEM-проект: «Вращение Луны»

Цель проекта: смоделировать вращение Луны вокруг Земли, объяснить синхронное вращение Луны и почему с Земли видна только одна сторона Луны. Понять связь между орбитальным и осевым вращением.

Теоретическая основа:

- Луна совершает полный оборот вокруг своей оси за то же время, что и один оборот вокруг Земли (примерно 27,3 суток) -**синхронное вращение**.
- В результате этого явления мы всегда видим **одну и ту же сторону Луны**.
- Основано на законах небесной механики и гравитационного взаимодействия тел.

Материалы:

- Шарики (Земля и Луна) из пенопласта или пластилина
- Прутик или проволока (орбита Луны)
- Вращающаяся подставка или картонный круг
- Маркер (обозначить стороны Луны)
- Лампа (модель Солнца, по желанию)
- Нити, клеевой пистолет, ножницы

Этапы выполнения:

1. **Создание модели:**
 - Закрепите "Землю" по центру конструкции.

- "Луну" установите на орбиту, позволяющую ей двигаться вокруг Земли.
- Убедитесь, что при вращении Луна сохраняет ориентировку одной стороны к Земле.

2. Демонстрация синхронного вращения:

- Поверните Луну так, чтобы она сделала оборот вокруг Земли, одновременно вращаясь вокруг своей оси.
- Обратите внимание, что с "Земли" видна одна и та же сторона.

3. Пояснение наблюдений:

- Покажите, как это связано с гравитационным приливным захватом.
- Объясните, почему мы не видим "обратную сторону Луны" с Земли.

Дополнительные исследования:

- Сравнение с вращением других спутников (например, у Плутона и Харона аналогичная ситуация).
- Модель освещения Луны фазами (если добавить источник света).

Критерии оценки:

Критерий	Баллы
Правильность научного объяснения	10
Работающая модель (точность, наглядность)	10
Качество оформления и презентации	10
Креативность и оригинальность решения	10
Выводы и понимание наблюдаемого явления	10
Максимум	50

Интеграция STEM-компонентов:

Компонент	Применение в проекте
S – Science	Астрономия, физика движения тел
T – Technology	Создание точной модели, визуализация
E – Engineering	Конструирование вращающейся системы
M – Math	Периодичность, углы, круговое движение

Вывод: Проект «Вращение Луны» помогает учащимся наглядно понять важное астрономическое явление -синхронное вращение. Это не просто учебный материал, но и возможность почувствовать себя исследователем космоса, моделируя реальное поведение небесных тел.

Эти проекты позволяют учащимся углубленно изучить различные аспекты физики через практическую работу, внедрение технологий и активное участие в проектировании и экспериментировании. STEM-подход в проектной деятельности способствует развитию критического мышления, навыков работы в команде, а также помогает учащимся осознать важность научных знаний в решении реальных проблем и создании инновационных решений.

Представленные проекты дают учащимся возможность глубже освоить разные аспекты физики. Они реализуются через практические работы, использование технологий, проектирование и экспериментальную деятельность. Проектная деятельность на основе STEM-подхода развивает у учеников критическое мышление, навыки командной работы, а также помогает осознать важность научных знаний для решения реальных жизненных задач и выработки инновационных решений.

В современном обучении физике важен не только сам процесс выполнения проектов и практических работ, но и то, что на каждом уроке можно придавать знаниям практическую направленность через решение задач. Ведь задача - это маленький мостик между теорией и жизнью, между формулами и тем миром, что нас окружает. Решая задачи практической направленности, ученики не просто тренируют логику и вычислительные навыки -они учатся видеть в физике не абстракцию, а живую науку, тесно связанную с реальностью. Каждый расчёт, каждая формула становятся инструментом, помогающим понять, как устроен окружающий мир, как работают законы природы в повседневной жизни.

Такой подход помогает развить у учащихся критическое мышление и способность анализировать ситуации, ставить перед собой конкретные задачи и искать пути их решения. Он пробуждает интерес и мотивирует к более глубокому изучению предмета, ведь когда видишь, что знания могут применяться на практике, учеба становится не просто обязанностью, а живым и вдохновляющим процессом.

Более того, задачи с практическим содержанием формируют у школьников умение применять научные методы и технологии в разных сферах, готовят их к реальным вызовам и профессиональным задачам будущего. В этом смысле уроки становятся не только местом получения знаний, но и лабораторией развития жизненных компетенций.

Таким образом, сочетание проектной деятельности и практико-ориентированного решения задач превращает урок физики в пространство, где знания рождаются через опыт, а опыт - через осознанное, творческое и деятельное постижение мира. Следовательно, нужно не только выполнять

проекты и практические работы, но и на уроках решать задачи практической направленности. Ниже приведены примеры таких задач.

Задачи практического направления:

1. Вам предложили найти плотность сахара. Как это сделать, располагая только бытовой мензуркой, если опыт нужно провести с сахарным песком? [8]

Решение: Насыпав в мензурку немного сахарного песка, найдем его массу по соответствующей шкале, а объем – по шкале жидкостей. После этого рассчитаем плотность обычным образом. Полученное значение будет, однако, несколько меньше плотности кристаллического сахара, поскольку в найденный объем вносят вклад заполненные воздухом промежутки между крупинками сахара. Иными словами, мы нашли именно плотность сахарного песка, но не плотность кристаллического сахара.

2. Как, пользуясь весами и набором гирь, можно найти вместимость (т.е. внутренний объем) кастрюли?

Решение: пусть масса пустой кастрюли равна m_1 , а масса кастрюли, наполненной водой – m_2 . Тогда разность $m_2 - m_1$ равна массе воды, наполняющей кастрюлю. Поделив эту разность на плотность воды, найдем вместимость кастрюли.

3. Как измерить диаметр футбольного мяча с помощью жесткой (например, обычной деревянной) линейки?

Решение: достаточно прокатить смоченной водой мяч по полу, чтобы он сделал один оборот, и измерить длину влажной дорожки. Диаметр вычислим по формуле $D = \frac{l}{\pi}$. Можно также обернуть мяч по «экватору» один раз ниткой, определить ее длину и вычислить диаметр таким же способом.

4. Находясь в комнате, освещенной электрической лампой, нужно узнать, какая из двух собирающих линз с одинаковыми диаметрами имеет большую оптическую силу. Никаких специальных приборов для этой цели не дано. Укажите способ решения задачи.

Решение: отодвигая линзы от стенки, получим на ней резкое изображение нити лампы. Та линза, которая при этом окажется расположенной ближе к стене, имеет большую оптическую силу.

5. Как найти сопротивление электрического утюга в рабочем режиме (сведения о его мощности отсутствуют) с помощью электросчетчика и радиоприемника? Рассмотреть отдельно случаи радиоприемников, питающихся от батарей и городской сети.

Решение: соединим последовательно батарею, моток проволоки и амперметр, а вольтметр включим так, чтобы он показывал напряжение на мотке. Запишем показания приборов и рассчитаем сопротивление мотка при комнатной температуре: $R_t = \frac{U}{I}$. После этого принесем с улицы снег, погрузим в него моток и подождяв немного, чтобы снег начал таять, а проволока приобрела его температуру, тем же способом определим сопротивление проволоки R_0 при температуре тающего снега, т.е. при 0°C . Используя зависимость между температурой проводника и его сопротивлением, $R_t = R_0(1 + \alpha t)$, найдем температуру воздуха в комнате: $t = \frac{R_t - R_0}{R_0 \alpha}$. При расчете воспользуемся значением температурного коэффициента сопротивления, взятым из справочника. В области комнатных температур для чистой меди $\alpha = 4,3 \cdot 10^{-3} \text{K}^{-1}$. Если содержание примесей в меди, из которой изготовлена проволока, не особенно велико, а электроизмерительные приборы имеют класс точности 0,1, то температуру можно определить с погрешностью, значительно меньшей одного градуса.

6. У имеющегося в нашем распоряжении подковообразного магнита стерлись обозначения полюсов. Конечно, существует множество способов узнать, какой из них является южным, а какой – северным. Но вам предложено выполнить это задание с помощью...телевизора! Как вы должны поступить?

Решение: Движущиеся в магнитном поле заряженные частицы отклоняются в ту или иную сторону в зависимости от знака их заряда, направления движения и направления линий индукции. Поэтому, если мы приблизим к экрану телевизора подковообразный магнит так, чтобы их плоскости были параллельными, изображение несколько сместится (это явление удобнее наблюдать, когда на экране находится статичное изображение, например заставка или таблица для настройки). После этого, пользуясь правилом левой руки, нетрудно определить направление линий индукции и, следовательно, полюсы магнита.

7. Разработайте метод определения объема комнаты с помощью достаточно длинной и тонкой нити, часов и гирьки.

Решение: привязав к концу нити гирьку, изготовим маятник, длина которого равна высоте комнаты. Так как масса нити мала, маятник можно считать математическим, т.е. использовать формулу, связывающую период колебаний и длиной и ускорением свободного падения. Определив с помощью часов период колебаний маятника (для этого достаточно подсчитать число колебаний, совершаемое маятником за достаточно длительное время, а затем время разделить на количество колебаний), рассчитаем по формуле периода колебаний длину подвеса, то есть высоту комнаты, взяв значение ускорения свободного падения, соответствующее данной географической широте из справочника. Таким же образом

определяем далее длину комнаты и ее ширину, а затем простым перемножением всех трех измерений находим объем.

Если длина маятника окажется слишком большой (комната велика) и измерять его период будет неудобно, можно определить половину соответствующего размера, сложив нить вдвое.

8. Как с помощью секундомера можно в некоторых случаях оценить длину молнии по продолжительности грома?

Решение: Пусть молния проскочила между точками А и В соседних облаков. Находящийся в точке С человек услышит вначале звук, пришедший из точки В, а затем уже – из более удаленной точки А. разница возникает потому, что путь АС больше, чем ВС, на отрезок AD. Если наблюдатель находится в благоприятных условиях (т.е. точки А, В, С лежат практически на одной прямой), разница между AD и АВ невелика. Поэтому, подсчитав расстояние AD, умножением длительности грома на скорость звука, можно считать его равным длине молнии.

9. Не пользуясь никакими приборами, покажите, что коэффициент поверхностного натяжения мыльного раствора меньше, чем чистой воды.

Решение: Частицы мыльной пены, упавшей на чистую воду, разбегаются в разные стороны, что объясняется уменьшением сил поверхностного натяжения воды при растворении в ней мыла.

10. Выехав рано утром из города на ровное и пустынное шоссе, водитель решил устроить первую остановку ровно через час. Как ему выполнить свое намерение, не прибегая к помощи часов? Радиоприемник в автомобиле отсутствует.

Решение: В комбинации приборов, называемой спидометром, имеется не только указатель скорости, но и счетчик пройденного пути. Поддерживая по спидометру строго постоянную скорость, нужно проехать такое расстояние, чтобы частное от деления расстояния на скорость равнялась одному часу. Иначе говоря, пройденный путь в километрах должен быть численно равен его скорости, выраженной в км/ч.

11. Ты хочешь установить качели во дворе. Для этого период колебаний должен быть 2 секунды. Какую длину верёвки нужно взять? ($g = 10 \text{ м/с}^2$, $T = 2\pi\sqrt{(L/g)}$)

STEM элемент: Инженерный расчёт, модель маятника

Решение: Выразим L из формулы: $T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$

$$L = \frac{T^2 g}{4\pi^2} \approx 1 \text{ м}$$

Длина верёвки ≈ 1 метр

12. Для освещения одной комнаты дома используется лампа мощностью 40 Вт. Если она горит 5 часов в день, сколько энергии будет потрачено за месяц и сколько нужно заплатить (1 кВт·ч = 30 тг)?

STEM элемент: Физика + математика + экономика

Решение: $E = P \times t = 40 \text{ Вт} \times 5 \times 30 = 6000 \text{ Вт} \cdot \text{ч} = 6 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$

Оплата: $6 \times 30 = 180 \text{ тг}$

13. Если опустить металлическую ложку в горячую воду, через 30 секунд её конец нагреется. Если длина ложки 15 см, какова скорость распространения тепла?

STEM элемент: Теплопроводность, технологический контроль

Решение: $v = \frac{s}{t} = \frac{0,15}{30} = 0,005 \text{ м/с}$

14. Через солнечную панель подаётся напряжение 12 В и ток 2 А. Если с помощью этой энергии нагревать воду, сколько энергии будет выработано за 5 минут и на сколько градусов можно нагреть 0,5 кг воды? ($c = 4200 \text{ Дж/кг} \cdot ^\circ\text{C}$, $m = 0,5 \text{ кг}$)

STEM элемент: Энергия, тепло, экология

Решение: $E = UIt = 12 \times 2 \times 300 = 7200 \text{ Дж}$

$Q = mc\Delta T \rightarrow \Delta T = \frac{Q}{mc} = \frac{7200}{0,5 \cdot 4200} \approx 3,43^\circ\text{C}$

15. Вы проектируете малую гидроэлектростанцию. Если 100 кг воды в секунду падает с высоты 2 м, сколько мощности будет вырабатываться в секунду? ($g = 10 \text{ м/с}^2$)

STEM элемент: Энергия, инженерное решение

Решение: $P = mgh / t = 100 \times 10 \times 2 = 2000 \text{ Вт} = 2 \text{ кВт}$

Ниже предлагаем несколько задач для самостоятельного решения:

7 класс

1. **Определение плотности**

Даны объём и масса тела. Определи его плотность и предположи, из какого материала оно может быть изготовлено.

2. Сила и упругость

Подвесь различные грузы к пружине и измерь её удлинение.
Используй закон Гука, чтобы рассчитать жёсткость пружины.

3. Равновесие тела

К концам палки подвешены грузы с разной массой. В какой точке нужно установить опору, чтобы достичь равновесия?

4. Угол падения света

Свет падает на зеркало под углом 35° . Чему равен угол отражения?
Покажи в виде проекта.

8 класс

5. Электрическая цепь

Собери простую цепь: батарейка, лампочка, выключатель. Вычисли силу тока, напряжение и мощность.

6. Давление

Размести грузы на пластилине с разной площадью контакта. Измерь и сравни изменение давления.

7. Время плавления твёрдого тела

Оставь лёд в тёплом месте. Наблюдай за температурой и временем плавления, построй график.

8. Количество теплоты

Сколько энергии потребуется, чтобы нагреть 200 г воды от 20°C до 60°C ?

9. Расчёт оплаты за электроэнергию

Лампа работает по 5 часов в день, мощность 60 Вт. Рассчитай ежемесячную оплату ($1\text{ кВт}\cdot\text{ч} = 30\text{ тг}$).

9 класс

10. Теплопроводность

Сравни скорость распространения тепла по палочкам из разных материалов.

11. Сила Архимеда

Рассчитай выталкивающую силу, действующую на тело, погружённое в воду (даны объём и плотность).

12. Давление и глубина

Смоделируй, как давление меняется с глубиной в воде.

13. КПД теплового двигателя

Рассчитай КПД, если известно количество полученного тепла и совершённой работы.

14. Теплообмен

Рассчитай конечную температуру при помещении металлического тела в воду.

10 класс

15. Солнечная энергия

Солнечная панель выдаёт 12 В, ток 2 А. Сколько энергии будет выработано за 10 минут?

16. Механическая работа

Груз поднимается на 5 м с силой 50 Н. Определи совершённую работу.

17. Мощность

Электрический чайник мощностью 1500 Вт работает 4 минуты. Найди расход энергии.

18. Кинетическая энергия

Тело массой 2 кг движется со скоростью 3 м/с. Определи его кинетическую энергию.

19. Биоэнергия

При сгорании 1 кг древесины выделяется 15000 кДж. Сколько энергии даст 3 кг?

11 класс

20. Гидравлический пресс

Площадь поршня $0,01 \text{ м}^2$, прикладывается сила 100 Н . Какое давление будет на втором поршне?

21. Электромагнитная индукция

В катушке 200 витков, магнитный поток изменился на $0,05 \text{ Вб}$. Найди ЭДС.

22. Экономия электроэнергии

Сравни энергосберегающую и обычную лампу. Рассчитай потребление и оплату за месяц.

23. Модель генератора

Ручной генератор делает 300 оборотов в минуту. Если ЭДС 6 В , найди силу тока и мощность.

24. Фотоэлектрический эффект

Свет с длиной волны 500 нм попадает на металл. Будет ли выброс электронов? ($\phi = 2 \text{ эВ}$)

25. Конденсат (STEM задание)

Известно, что в морозные зимние дни на внутренней стороне окон в помещении появляется иней. Иней образуется в результате перехода водяного пара из воздуха комнаты, который соприкасается с холодным окном, минуя жидкую фазу и сразу переходя в твёрдое состояние. Количество инея на окне зависит от разницы температур на улице и в комнате. В зимний день на улице -30°C , в комнате $+20^\circ\text{C}$, и на стекле окна площадью $1,5 \text{ м} \times 1,2 \text{ м}$ образуется иней толщиной $0,8 \text{ мм}$, покрывающий $1/5$ части площади стекла. При постоянной температуре в комнате и снижении температуры на улице на 1°C площадь инея увеличивается на $0,7\%$. ($c_{\text{лёд}} = 2100 \text{ Дж/кг}\cdot^\circ\text{C}$; $\lambda_{\text{плавл}} = 330 \text{ кДж/кг}$; $c_{\text{вода}} = 4200 \text{ Дж/кг}\cdot^\circ\text{C}$)

2.1. Объём инея на окне:

- А) 288 см^3
- В) $0,288 \text{ см}^3$
- С) 2880 см^3
- Д) $28,8 \text{ см}^3$
- Е) $2,88 \text{ см}^3$

2.2. Явление, когда при резком понижении температуры на улице иней образуется сразу, минуя конденсацию воды:

- A) сублимация
- B) десублимация
- C) кристаллизация
- D) замерзание
- E) конденсация

2.3. Если средняя плотность инея 35 кг/м^3 , масса инея на стекле:

- A) 100 г
- B) 70 г
- C) 60 г
- D) 80 г
- E) 90 г

2.4. Если температура в комнате не меняется, а температура на улице падает до -38°C , площадь инея на окне увеличится на:

- A) $0,05 \text{ м}^2$
- B) $0,01 \text{ м}^2$
- C) $0,04 \text{ м}^2$
- D) $0,03 \text{ м}^2$
- E) $0,02 \text{ м}^2$

2.5. Если температура инея равна $1/6$ части температуры наружного воздуха, количество тепла, необходимое для полного таяния инея:

- A) 18 гЛ
- B) 34 гЛ
- C) 13 гЛ
- D) 27 гЛ
- E) 21 гЛ

На основе STEM-обучения можно составить учебный план по физике. Такой план будет сочетать традиционные знания и практико-ориентированные проекты, развивая у учеников навыки критического мышления, междисциплинарного подхода и творческого решения задач.

Пример краткого учебного плана по физике с элементами STEM (7–11 классы)

Цели:

- Углубленное понимание ключевых физических понятий и законов.
- Развитие навыков экспериментальной работы и анализа данных.
- Формирование инженерного мышления и умения применять знания на практике.

- Воспитание умений работать в команде и вести научные дискуссии.

Таблица 12. Структура учебного плана

Темы	STEM-проекты/практики	Междисциплинарные связи
Введение в физику. Механика: движение, силы, маятник.	Проект «Конструирование маятника для детской качели»	Математика (графики, формулы), Технология (конструирование)
Тепловые явления: температура, теплообмен.	Исследование теплоизоляционных материалов	Химия (материалы), Экология (энергосбережение)
Электричество: простые цепи, закон Ома.	Создание электрической цепи с выключателем и лампочкой	Технология (электропайка), Информатика (моделирование цепей)
Механика: законы Ньютона, работа, мощность.	Изготовление простого транспортного средства с двигателем	Математика, Технология (движущиеся механизмы)
Тепловая физика: удельная теплоёмкость, тепловые двигатели.	Эксперимент по нагреву и охлаждению различных веществ	Химия, Биология (процессы в природе)
Магнетизм и электромагнитные явления.	Создание электромагнита и исследование его свойств	Инженерия, Технология
Волны и звук. Оптика: законы отражения и преломления.	Построение лабиринта из зеркал, изучение световых лучей	Математика, Искусство (дизайн лабиринта)
Электричество: законы Кирхгофа, электрические приборы.	Создание и тестирование электрической схемы	Технология, Информатика
Кинематика и динамика. Импульс и закон сохранения.	Моделирование столкновений на компьютере и в реальности	Математика, Информатика
Термодинамика: первые законы, циклы.	Проект «Миниатюрный тепловой двигатель»	Химия, Технология

Электромагнитные волны и их применение.	Создание антенны и изучение её свойств	Инженерия, Технология
Основы квантовой физики и атомная структура.	Виртуальные лаборатории по фотоэффекту и спектроскопии	Математика, Информатика
Астрономия: движение планет, звездные системы.	Создание модели солнечной системы	Математика, География
Современные технологии в физике.	Проекты по возобновляемой энергетике, робототехнике	Инженерия, Экология

Форматы уроков и проектов

- **Лабораторные работы:** опытно-исследовательская деятельность с измерениями и анализом.
- **Проекты:** создание моделей, прототипов, презентаций.
- **Междисциплинарные задачи:** интеграция знаний из математики, химии, информатики и технологии.
- **Групповые дискуссии и дебаты:** развитие коммуникативных навыков и критического мышления.

Оценивание

- **Формирующее:** наблюдение за процессом, участие в обсуждениях, промежуточные тесты.
- **Контрольное:** выполнение лабораторных отчетов, защита проектов, тесты и контрольные работы.
- **Самооценка и взаимная оценка:** учащиеся анализируют свои работы и работы одноклассников.

Общее построение урока с элементами STEM

1. **Цель урока:** чётко сформулированные знания, умения, компетенции (знание теории + применение на практике).
2. **Введение в тему:** краткое объяснение теоретических основ -зачем это важно, где используется.
3. **Проектная задача / Практическое задание:** ученик решает реальную проблему, используя знания из разных дисциплин.
4. **Междисциплинарность:** привлечение математики для расчетов, техники -для создания моделей, инженерии -для проектирования.

5. **Эксперимент или моделирование:** изготовление прототипа, опыт, компьютерное моделирование.
6. **Анализ результатов и обсуждение:** выводы, сравнение с теорией, корректировка.
7. **Рефлексия и связь с будущим:** где это пригодится, связь с профессиями и современным миром.

Примеры разработок уроков по физике с элементами STEM

1. Тема: Маятник и его период колебаний (7 класс)

- **Цель:** понять зависимость периода колебаний от длины маятника, рассчитать оптимальную длину для заданного периода.
- **Проект:** спроектировать безопасную и удобную качелю (маятник) с периодом 2 секунды.
- **Элементы STEM:**
 - **S (Science):** закон колебаний маятника, физика гравитации.
 - **T (Technology):** использование секундомера или датчиков движения.
 - **E (Engineering):** расчет и подбор длины веревки, изготовление качели.
 - **M (Mathematics):** вычисления с формулой периода.
- **Практика:** Измерить период качелей с разной длиной, построить график зависимости.

2. Тема: Электрическая цепь и закон Ома (8 класс)

- **Цель:** изучить свойства электрической цепи, научиться рассчитывать силу тока, напряжение и сопротивление.
- **Проект:** собрать цепь из батареи, лампочки и переключателя, исследовать работу разных резисторов.
- **Элементы STEM:**
 - **S:** изучение электрического тока, напряжения.
 - **T:** использование мультиметров.
 - **E:** сборка цепи, поиск ошибок, оптимизация.
 - **M:** расчеты по закону Ома.
- **Практика:** замерить характеристики цепи, сделать выводы о влиянии сопротивления.

3. Тема: Отражение света и лабиринт из зеркал (9 класс)

- **Цель:** изучить законы отражения, создать модель лабиринта с зеркалами.
- **Проект:** создать лабиринт, в котором световой луч будет многократно отражаться, определить путь луча.
- **Элементы STEM:**
 - **S:** закон отражения света.
 - **T:** использование лазерной указки или фонарика.
 - **E:** изготовление конструкции из зеркал.
 - **M:** построение углов отражения, расчет траектории.
- **Практика:** проверить, как изменяется путь луча при изменении положения зеркал.

4. Тема: Солнечная энергия и ее использование (10 класс)

- **Цель:** понять работу солнечных панелей, рассчитать вырабатываемую энергию.
- **Проект:** разработать модель солнечной батареи, оценить ее эффективность при различных углах наклона.
- **Элементы STEM:**
 - **S:** фотоэлектрический эффект.
 - **T:** сборка панели, измерение тока и напряжения.
 - **E:** экспериментальная настройка угла наклона панели.
 - **M:** расчет мощности и энергии.
- **Практика:** анализировать данные, прогнозировать эффективность в разных условиях.

5. Тема: Моделирование движения Луны и фаз (11 класс)

- **Цель:** изучить вращение Луны вокруг Земли и причины фаз.
- **Проект:** создать физическую модель системы Земля-Луна-Солнце.
- **Элементы STEM:**
 - **S:** астрономия, гравитация.
 - **T:** изготовление макета, использование фонарика.
 - **E:** инженерное проектирование макета.
 - **M:** расчеты периодов вращения и углов освещения.
- **Практика:** наблюдать и объяснять смену фаз Луны.

6. Тема: "Измерение плотности твёрдых тел. Создание макета спасательного круга" (7 класс)

- **Цель:** изучить методику измерения массы и объёма тел; определить плотность; применить полученные знания для проектирования спасательного круга.
- **Деятельность учителя:** объясняет методику измерений, консультирует при проектировании, организует обсуждение.
- **Деятельность учащихся:** измеряют массу и объём тел, рассчитывают плотность, разрабатывают модель круга, представляют её.
- **Оценивание:** практическая работа (точность измерений), проект (оригинальность и обоснованность решения), групповая самооценка.
- **Материалы:** мензурки, весы, тела разных форм, картон, фольга, пластиковые бутылки.
- **Дополнительно:** лист наблюдений, таблица расчётов, шаблон проектного описания.

7. Тема: "Изготовление простейшего электродвигателя" (8 класс)

- **Цель:** понять принцип действия электродвигателя и создать работающую модель.
- **Деятельность учителя:** даёт историко-технический контекст, демонстрирует опыт, обеспечивает безопасность.
- **Деятельность учащихся:** собирают устройство, проверяют его работоспособность, анализируют ошибки.
- **Оценивание:** работоспособность устройства, участие в обсуждении, пояснительная записка к проекту.
- **Материалы:** батарейка, медная проволока, магнит, зажимы.
- **Дополнительно:** пошаговая инструкция, таблица испытаний, карточка самооценки.

8. Тема: "Преобразование солнечной энергии в электрическую" (9 класс)

- **Цель:** изучить принципы работы солнечной батареи, собрать и протестировать систему питания.
- **Деятельность учителя:** знакомит с понятием альтернативной энергетики, предоставляет инструкции.
- **Деятельность учащихся:** собирают схему, тестируют, измеряют параметры.
- **Оценивание:** точность измерений, корректность схемы, представление проекта.

- **Материалы:** солнечные панели, мультиметры, светодиоды, резисторы, макетная плата.
- **Дополнительно:** таблица замеров, шаблон отчёта, критерии защиты проекта.

9. Тема: "Исследование движения тела, брошенного под углом к горизонту. Моделирование траектории в Python" (10 класс)

- **Цель:** измерить параметры движения, сравнить с результатами моделирования.
- **Деятельность учителя:** проводит вводный инструктаж, помогает интерпретировать данные.
- **Деятельность учащихся:** проводят опыт, записывают результаты, создают компьютерную модель.
- **Оценивание:** точность расчетов, работа программы, анализ различий.
- **Материалы:** видеокамера, секундомер, рулетка, ПК с Python.
- **Дополнительно:** кодовый шаблон, таблица результатов, рубрика оценивания.

10. Тема: "Создание и тестирование модели теплового двигателя" (11 класс)

- **Цель:** собрать рабочую модель двигателя, определить её КПД.
- **Деятельность учителя:** обсуждает теоретическую базу, направляет исследование, проводит промежуточную проверку.
- **Деятельность учащихся:** разрабатывают модель, проводят измерения температуры, работы, мощности.
- **Оценивание:** инженерный дневник, КПД модели, защита работы, оценка коллег.
- **Материалы:** спиртовка, шприцы, резиновые трубки, термометры, график зависимости температуры от времени.
- **Дополнительно:** журнал наблюдений, рабочая инструкция, чек-лист проверки проекта.

11. Механика

Тема: Законы движения маятника (7–8 класс)

- **Цель:** Исследовать зависимость периода колебаний маятника от длины нити.
- **Введение:** Объяснить формулу периода математического маятника
- **Практика:**

- Измерить период колебаний маятника с разной длиной нити.
- Рассчитать ускорение свободного падения g по экспериментальным данным.
- **STEM-связи:**
 - Математика: обработка данных, графики.
 - Технология: использование секундомера, датчиков движения (если есть).
 - Инженерия: изготовление маятника из подручных материалов.
- **Рефлексия:** Обсудить применение маятников в часах, гироскопах.

12. Тепловая физика

Тема: Определение удельной теплоёмкости воды (8–9 класс)

- **Цель:** Научиться вычислять количество теплоты, необходимое для нагрева.
- **Введение:** Формула $Q = cm\Delta T$.
- **Практика:**
 - Нагреть воду, измерить изменение температуры.
 - Рассчитать удельную теплоёмкость.
- **STEM-связи:**
 - Наука: изучение теплопередачи.
 - Технология: использование термометра, нагревателя.
 - Математика: вычисления, построение графиков зависимости температуры от времени.
- **Рефлексия:** Обсуждение важности теплоёмкости в инженерии, энергетике.

13. Электричество и магнетизм

Тема: Изучение закона Ома (8–9 класс)

- **Цель:** Исследовать взаимосвязь между напряжением, током и сопротивлением.
- **Введение:** Закон Ома $V = IR$
- **Практика:**
 - Собрать простую электрическую цепь.
 - Измерить ток при разном напряжении и сопротивлении.
 - Построить графики зависимости тока от напряжения.
- **STEM-связи:**
 - Технология: работа с мультиметром, сборка цепи.
 - Инженерия: проектирование и оптимизация цепи.
 - Математика: анализ графиков, вычисления.

- **Рефлексия:** Рассмотреть применение в бытовых приборах.

14. Оптика

Тема: Исследование закона отражения света (9 класс)

- **Цель:** Проверить равенство угла падения и угла отражения.
- **Введение:** Закон отражения света.
- **Практика:**
 - Используя лазерную указку и плоское зеркало, измерить углы падения и отражения.
 - Создать лабиринт из зеркал и проследить путь луча.
- **STEM-связи:**
 - Наука: световые явления.
 - Технология: работа с лазерным прибором.
 - Инженерия: создание конструкции лабиринта.
 - Математика: измерения углов, построение схем.
- **Рефлексия:** Применение в оптических приборах.

15. Основы квантовой физики

Тема: Фотоэлектрический эффект (11 класс)

- **Цель:** Познакомиться с квантовой природой света через фотоэффект.
- **Введение:** Объяснение явления и формулы Эйнштейна для фотоэффекта.
- **Практика:**
 - Демонстрация опыта с фотокатодом (видеоролик или виртуальный симулятор).
 - Расчет энергии фотонов и энергии выхода электронов.
- **STEM-связи:**
 - Наука: квантовые процессы.
 - Технология: использование современных приборов для измерения.
 - Математика: вычисления энергии и частоты.
- **Рефлексия:** Обсуждение применений в солнечных батареях, фотодетекторах.

16. Основы астрономии

Тема: Фазы Луны и их объяснение (10–11 класс)

- **Цель:** Понять причины смены фаз Луны.
- **Введение:** Орбита Луны вокруг Земли и отражение солнечного света.
- **Практика:**

- Создание модели системы Солнце-Земля-Луна с фонариком и шариками.
- Наблюдение и описание фаз.
- **STEM-связи:**
 - Наука: астрономические явления.
 - Технология: создание макета.
 - Инженерия: сборка модели.
 - Математика: определение углов, расчет периодов.
- **Рефлексия:** Связь с календарями, навигацией.

Общие рекомендации для создания STEM-уроков:

- Связывайте теорию с жизненными задачами и профессиями.
- Используйте доступные материалы для конструирования моделей.
- Вовлекайте учащихся в исследовательскую деятельность -ставьте вопросы, требующие собственного поиска решения.
- Предусматривайте групповые проекты, где необходима командная работа и обсуждение.
- Поощряйте творческий подход и самостоятельность.

Педагогические специалисты, повышая свою квалификацию, получают возможность в любой момент находить основные средства организации учебно-воспитательного процесса в информационном мире, а также новые методы и формы работы. Актуальность развития здесь заключается в том, чтобы научить свободно и всесторонне использовать новые технологии в образовательном процессе.

Итак, новые педагогические технологии -это сложные и открытые системы, включающие взаимосвязанные задачи, содержание, формы и методы организации учебно-воспитательного процесса, объединённые общей концепцией и приоритетными целями образования. В этих системах каждая позиция влияет на другие, создавая в итоге комплекс благоприятных условий для развития ученика. В повседневной практике учителя проводят работу по поиску путей более глубокого понимания основ физики и развитию функциональной грамотности учащихся. В рамках данной темы предлагаем авторскую педагогическую идею Садыковой Ж.Р. под названием «Использование STEM-метода в развитии физического образования».

Педагогическая идея:

Цель: углубленное понимание основ физики и развитие функциональной грамотности учащихся через направление STEM.

Актуальность: развитие практических действий учащихся с использованием STEM-образования, связывая знания с другими предметами, развитие навыков проектирования и исследования.

Развитие компетенций: учащиеся осваивают физику, интегрируя её с другими дисциплинами в рамках STEM, что способствует формированию необходимых умений и глубоких знаний.

Творчество и критическое мышление: обучение творческому подходу к объяснению физических явлений и поиску решений.

Решение проблем: мотивация учеников к решению реальных жизненных задач с помощью физических законов, инженерных и технических решений.

Связь технологии и инженерии: создание условий для применения физических знаний при разработке реальных устройств и технологий.

Основание на ценностях: воспитание патриотизма и уважения к национальным ценностям через приобщение к традициям и культуре.

STEM-образование -это интегрированная система обучения, объединяющая науки (Science), технологии (Technology), инженерию (Engineering) и математику (Mathematics). Этот подход направлен на развитие навыков решения сложных задач, творческого и критического мышления, а также глубокого понимания науки и техники.

Использование STEM в обучении физике помогает развивать практические навыки применения теоретических знаний, что отвечает современным требованиям подготовки будущих специалистов.

STEM в преподавании физики -это современный подход, в котором при изучении физических явлений и законов выявляются взаимосвязи между наукой, технологией, инженерией и математикой. Такой подход развивает не только теоретические знания, но и практические умения учащихся.

Преимущество STEM заключается в том, что ученик, объединяя несколько областей знаний, реализует творческие проекты с помощью доступных и простых материалов. Усиливая межпредметные связи, он создает необходимые вещи, развивает практические навыки и применяет знания в жизни.

Для реализации идеи я сначала изучила календарно-тематические планы по физике для разных классов, выявляя учебные цели, которые можно связать с другими предметами. Затем разработала интегрированные

планы, используя STEM-метод. Это помогает ученикам понять логические связи между предметами и развивать познавательные навыки.

Таблица 13. Учебный план на основе STEM-проекта

Тема	Общие учебные цели	Предметы	Проекты и задания
Физические величины. Единицы измерения. Запись больших и малых чисел в сокращенной форме	Владение записью чисел с использованием приставок; стандартное представление чисел	Математика, Физика, Трудовое обучение	Национальная ценность числа 7, изготовление моделей семи предков из пластилина
Графики различных механических движений	Построение графиков зависимости пути от времени; связь математики и физики	Математика, Физика, Рисование, Информатика	Математическое моделирование движения, применение законов движения в робототехнике и транспорте
Анатомия глаза и оптическая система	Изучение анатомии глаза, объяснение дефектов зрения с использованием законов оптики и биологии	Биология, Физика, Медицина	Исследование и корректировка дефектов зрения, проектные работы
Строение атома и химические элементы	Понимание строения атома, химических связей и реакций	Химия, Физика, Информатика	Моделирование атомов и молекул, исследование химических и физических свойств
Атмосферное давление и его	Изучение давления, его	Физика, География,	Создание карт распределения

влияние на организм	измерение и влияние на климат и здоровье	Технология, Химия, Экология, Биология	давления, исследования погодных явлений
Виды энергии и источники света	Изучение возобновляемых источников энергии, их плюсов и минусов	Физика, Химия, География	Исследование ветровой и солнечной энергии, моделирование энергосбережения
Тепловые двигатели	Анализ влияния тепловых процессов на экологию	Физика, География, Химия, Экология	Проект умного города, направленный на повышение энергоэффективности и охрану окружающей среды
Электромагнитные и звуковые волны	Изучение распространения волн и их влияния на здоровье	Физика, Биология	Исследование влияния электромагнитных излучений, связь звука и стресса

Пример раскрытия темы -Физические величины и единицы измерения: В обучении используются национальные ценности, например, число 7, связанное с родословной. Ученики лепят из пластилина фигурки своих семи предков, запоминают соответствующие приставки и числовые значения, создают таблицы. Такой подход не только укрепляет знание физики и математики, но и приобщает к национальной культуре, развивает исследовательские и творческие навыки.

Пример темы -Анатомия и оптика глаза: Объединение биологии и физики в проекте по изготовлению модели глаза из простых материалов, изучение оптических явлений и биологических функций, разработка проектов по коррекции зрения.

Кроме того, мной подготовлено методическое пособие «STEAM BOX лаборатория» -набор доступных материалов и продуктов для обучения по STEM. В нем следующее содержание:

1. Введение
2. Техника безопасности
3. Аккумулятор из фруктов
4. Проект судна

5. Проект вертолета
6. Проект фонтана
7. Проект юрты
8. Проект ракеты
9. Гидравлический механизм
10. Проект солнечной системы
11. STEM и национальные ценности

Вывод:

STEM-образование в преподавании физики развивает у учащихся подготовку к высоким достижениям в науке и технике, формирует логическое мышление и способность решать сложные жизненные задачи. В условиях стремительного развития науки и технологии, а также эпохи Индустрии 4.0, STEM является эффективным инструментом развития необходимых навыков. Поэтому я считаю свою педагогическую идею актуальной и значимой для современного образования.

Формат представления результатов

Ниже приведены примеры форматов представления практических работ и проектов, а также методы и критерии их оценки. Учитель может изменять критерии и форматы представления в зависимости от темы проекта и поставленных целей.

Для всех проектов возможны следующие формы итоговой презентации:

- Постер или стендовый доклад;
- Цифровая презентация (PowerPoint, Canva);
- Видеоэксперимент или видеоролик;
- Исследовательский отчёт;
- Модель, прототип, макет.

Оценивание STEM-работ

Оценка практических и исследовательских проектов, выполненных с использованием STEM-подхода, включает несколько ключевых аспектов, которые помогают объективно оценить как знания учащихся, так и их умения в области применения теоретических знаний на практике. Оценивание должно быть комплексным и учитывать не только технические навыки, но и креативность, умение работать в команде и коммуникативные способности.

Ключевые аспекты оценки STEM-проектов

1. **Техническое выполнение проекта:**
 - Правильность и точность выполнения эксперимента или работы.
 - Использование правильных методик и инструментов.
 - Качество и надёжность собранных моделей, схем или прототипов.

- Соответствие решаемой задаче (эффективность и функциональность конечного продукта).
- 2. **Научная основа и обоснования:**
 - **Теоретическая часть:** Понимание физического процесса, описанного в проекте.
 - **Гипотеза и её проверка:** Умение сформулировать проблему и выдвигать гипотезу.
 - **Анализ данных:** Правильная обработка результатов, построение графиков, анализ погрешностей.
- 3. **Креативность и инновационность:**
 - **Оригинальность подхода:** Новаторский подход к решению задачи, использование нестандартных материалов или методов.
 - **Идеи по улучшению:** Применение полученных результатов для решения реальных проблем (экологические решения, инновации в технике и других сферах).
- 4. **Презентация и коммуникативные навыки:**
 - **Чёткость и логичность представления результатов:** Презентация, оформление отчёта, научная документация.
 - **Умение объяснить и защитить проект:** Логика изложения, убедительность, ответы на вопросы.
- 5. **Работа в команде (если проект выполняется коллективно):**
 - **Роль каждого участника:** Равномерное распределение задач, кооперация и взаимопомощь.
 - **Организация процесса работы:** Чёткое соблюдение сроков, планирование этапов проекта.

Критерии оценки STEM-проектов

Для объективного и систематического оценивания можно использовать **шкалу оценок**, которая будет учитывать ключевые компоненты работы:

Таблица 14. Критерии оценки STEM-проектов

Критерий	Описание	Оценка (баллы)
Цель и гипотеза проекта	Чёткость формулировки цели, логичность гипотезы и научное обоснование.	10 баллов
Используемые методы и инструменты	Соответствие выбранных методов и инструментов задачам проекта. Применение теоретических знаний на практике.	15 баллов

Качество выполнения	Надёжность работы, точность измерений, корректность расчётов.	20 баллов
Анализ и интерпретация данных	Правильный анализ полученных данных, умение сделать выводы и обосновать результаты.	15 баллов
Креативность и инновационность	Оригинальность решения задачи, новизна подхода и использования материалов.	15 баллов
Презентация работы	Оформление отчёта, использование визуальных материалов (графиков, диаграмм), логика презентации.	10 баллов
Участие в группе (если применимо)	Сотрудничество, распределение обязанностей, организация процесса работы в команде.	10 баллов
Обоснованность выводов и заключений	Умение обосновать свои выводы на основе собранных данных, предложить пути развития проекта.	15 баллов
	Итого:	100 баллов

Формы и инструменты оценки

Оценка может быть проведена в разных формах, в зависимости от типа проекта и его целей:

- **Индивидуальная оценка:** если проект выполняется индивидуально, оценка проводится с учётом всех критериев (от отчёта до защиты).
- **Групповая оценка:** в случае группового проекта важно учитывать вклад каждого члена команды, что можно отразить в оценке по результатам самопрезентации команды и коллективного отчёта.
- **Оценка презентации и защиты проекта:** важная часть работы - это защита проекта, на которой учащиеся могут продемонстрировать глубину понимания материала, уверенность в себе и способность аргументировать.

Примерная шкала оценки для научно-исследовательского проекта

Для более детальной оценки проектов можно использовать шкалу для научных работ, которая включает следующие элементы:

Таблица 15. Шкала оценки научно-исследовательского проекта

Критерий	Описание	Макс. баллы
----------	----------	-------------

Актуальность проблемы и оригинальность работы	Описание проблемы и её значимость, оригинальность подхода, новизна проекта.	10
Научная новизна и решение проблемы	Умение предлагать научное решение проблемы, предложение новых подходов или моделей.	25
Этапы выполнения исследования	Полный цикл работы: постановка задачи, эксперимент, анализ, выводы.	15
Обоснование теоретической части	Глубина теоретических знаний, правильность применения теории.	15
Обработка данных и выводы	Точность и качество анализа результатов, выводы, возможность практического применения.	20
Презентация проекта	Качество отчёта, грамотность и оформление, способность ясно и убедительно представить работу.	15
Ответы на вопросы и защита	Способность ответить на вопросы комиссии, убедительность и аргументированность при защите.	15
	Итого: 100 баллов	

Оценивание с использованием рубрики

Для детальной оценки проектов можно использовать **рубрики**. Например, рубрика для оценки **защиты проектов** может выглядеть так:

Таблица 16. Рубрика для оценки защиты проектов

Критерий	Недостаточно (1-2 балла)	Достаточно (3-4 балла)	Хорошо (5 баллов)
Чёткость и логичность изложения	Тема неполно раскрыта, изложение путано.	Основные моменты объяснены, но недостает логики.	Логичное и чёткое изложение материала, все элементы проекта объяснены.
Глубина научной работы	Очень поверхностный подход к теме, без анализа данных.	Данные представлены, но без глубокого анализа.	Глубокий анализ данных, понимание теории и результатов.

Ответы на вопросы	Неумение ответить на вопросы.	Ответы на большинство вопросов неполные.	Ответы на все вопросы точные и аргументированные.
Презентационные навыки	Невнятная речь, отсутствие визуальных материалов.	Презентация с минимальным и графическими материалами, небольшие проблемы с речью.	Отличная речь, продвинутая презентация с чёткими визуальными материалами.

Этот подход к оцениванию позволяет учителю не только объективно оценить знания и достижения учащихся, но и выявить сильные стороны их работы, а также области для дальнейшего развития.

Соблюдение техники безопасности при STEM-обучении в школах

STEM-образование (наука, технологии, инженерия и математика) предполагает активную работу учащихся с различным оборудованием, химическими веществами, инструментами и технологиями. Это требует особого внимания к соблюдению техники безопасности, чтобы предотвратить возможные травмы и создать безопасную рабочую среду для студентов. Важно, чтобы как учащиеся, так и преподаватели строго соблюдали правила безопасности, что поможет обеспечить эффективное и безопасное освоение технологий.

Общие принципы безопасности при проведении STEM-уроков

1. Оборудование и инструменты:

- Все инструменты и оборудование, используемые в рамках STEM-образования (например, при работе с робототехникой, 3D-принтерами, электронными комплектами и т.д.), должны быть проверены и соответствовать стандартам безопасности.

- Преподаватели должны провести инструктаж по безопасному использованию каждого инструмента перед началом работы.

- Устройства и оборудование должны быть оснащены защитными механизмами (например, защитными экранами на станках или автоматическими выключателями).

2. Применение химических веществ:

- В STEM-уроках, связанных с химией, биологией и физикой, нужно использовать безопасные и сертифицированные химические вещества.

- Все химические работы должны проводиться в специально оборудованных лабораториях с вентиляцией и защитными экранами.

- Учащиеся должны соблюдать правила обращения с химическими веществами, в том числе знать, как правильно хранить и утилизировать химикаты.

3. Личная защита:

- В ходе практических занятий необходимо использовать средства индивидуальной защиты (СИЗ), такие как перчатки, защитные очки, фартуки и другие, в зависимости от выполняемых работ.

- Для работы с электрическими компонентами или химическими веществами следует носить соответствующие защитные средства (например, изолирующие перчатки, защитные очки).

4. Работа с электрическими устройствами:

- При работе с электрическими схемами и устройствами необходимо соблюдать осторожность, избегать коротких замыканий и повреждений проводки.

- Учащиеся должны быть обучены безопасному подключению и отключению электрооборудования, а также должны использовать исправные розетки и провода.

5. Работа с инструментами и станками:

- В рамках STEM-уроков, связанных с механической и инженерной деятельностью, важно научить учащихся безопасно работать с инструментами, такими как паяльники, сверла, шлифовальные машины и т.д.

- Все инструменты должны использоваться по назначению, а рабочая поверхность должна быть защищена от случайных повреждений или травм.

Обучение безопасности учителей и учащихся

1. Инструктаж и тренинги:

- Прежде чем приступить к практическим занятиям, учителя должны провести инструктаж по технике безопасности. Этот инструктаж должен включать как общие правила безопасности, так и специфические рекомендации для работы с конкретным оборудованием или веществами.

- Для учащихся рекомендуется проводить тренировки по основам первой помощи, чтобы они знали, как реагировать в экстренных ситуациях.

2. Регулярное обновление знаний:

- Учителя должны регулярно обновлять свои знания в области техники безопасности, проходя курсы и тренинги. Это также касается обновления стандартов безопасности, например, в связи с новыми технологическими трендами (например, при использовании лазерных станков или новых технологий).

3. Роль учителя как наставника:

- Преподаватели должны не только обучать детей основам STEM, но и следить за соблюдением правил безопасности, предотвращая возможные опасные ситуации. Это может включать в себя использование методов контроля (например, мониторинг действий учеников в

лаборатории) и активное вовлечение детей в процесс соблюдения безопасности.

Специфика безопасности при работе с различными STEM-направлениями

1. Робототехника:

- При работе с роботами важно соблюдать правила безопасности при работе с электроникой, механизмами и движущимися частями. Учащиеся должны избегать попадания в рабочую зону робота во время его работы.

- Использование паяльников, паяльных станций и других горячих инструментов требует дополнительной осторожности, и учащиеся должны быть обучены правильному обращению с ними.

2. Программирование и работа с компьютерами:

- Важно следить за эргономикой рабочего места при длительной работе за компьютером, чтобы избежать нагрузок на зрение и осанку.

- Программы и оборудование должны быть проверены на вирусы и шпионские программы для защиты данных учащихся и предотвращения нарушений в работе устройств.

3. Работа с 3D-принтерами:

- Принтеры могут работать с высокими температурами, поэтому учащиеся должны соблюдать осторожность при извлечении горячих объектов из принтера.

- Учащиеся должны быть обучены правильному использованию принтеров, включая выбор материалов и настройки температуры.

4. Математика и физика:

- При выполнении физических экспериментов следует соблюдать осторожность при работе с тяжелыми объектами, жидкостями или газами под давлением.

- При использовании механических моделей важно следить за их стабильностью, чтобы предотвратить их падение или повреждение.

Стандарты безопасности и оборудование

1. Наличие безопасных зон:

- В школьных лабораториях и инженерных мастерских должны быть четко выделены безопасные зоны для работы с опасными веществами или оборудованием. Такие зоны должны быть оснащены всеми необходимыми средствами защиты и средствами первой помощи.

2. Подготовка экстренной помощи:

- Каждая лаборатория и мастерская должны быть оборудованы аптечками первой помощи, а учителя должны быть обучены оказанию первой помощи при травмах или несчастных случаях.

3. Оборудование и материалы с сертификатами безопасности:

- Вся техника, оборудование и материалы должны соответствовать национальным и международным стандартам безопасности

и быть сертифицированными. Важно использовать только качественные и безопасные компоненты, чтобы минимизировать риск аварийных ситуаций.

Соблюдение техники безопасности в STEM-образовании крайне важно для создания безопасной и продуктивной учебной среды. STEM-подход, включающий практические работы, проекты и эксперименты, требует особого внимания к вопросам безопасности, как со стороны преподавателей, так и учащихся.

Для обеспечения безопасности необходимо:

- проводить регулярные инструктажи,
- использовать защитное оборудование,
- следить за правильным использованием инструментов и оборудования.
- включить оценку соблюдения техники безопасности в общую шкалу оценки проекта, чтобы стимулировать учащихся к ответственному отношению к безопасности
- предоставлять учащимся обратную связь по соблюдению техники безопасности, отмечая как положительные моменты, так и области для улучшения.

Соблюдение этих мер обеспечит безопасное и эффективное освоение STEM-обучения, которое поможет школьникам развивать важные навыки для успешной карьеры в науке, технологиях и инженерии. Для обеспечения безопасной учебной среды важно разработать и внедрить систему оценки, которая будет учитывать соблюдение всех необходимых стандартов безопасности

Таблица 17. Примерная шкала оценки соблюдения техники безопасности в STEM-проектах

№	Критерий оценки	Описание	Макс. баллы
1	Соблюдение инструктажа по безопасности	Учащиеся прошли обязательный инструктаж по технике безопасности перед началом работы.	10
2	Использование средств индивидуальной защиты (СИЗ)	Применение защитных очков, перчаток, фартуков и других СИЗ в зависимости от выполняемых работ.	15
3	Безопасная работа с оборудованием	Соблюдение правил при работе с электрическими приборами, станками, 3D-принтерами и др.	20

4	Обращение с химическими веществами	Правильное использование, хранение и утилизация химикатов в лабораториях.	15
5	Организация рабочего пространства	Чистота и порядок на рабочем месте, отсутствие препятствий и потенциальных опасностей.	10
6	Реагирование на чрезвычайные ситуации	Знание и умение применять меры первой помощи, наличие аптечки первой помощи.	15
7	Соблюдение экологических норм	Использование безопасных и экологически чистых материалов, минимизация отходов.	15
8	Ответственность и дисциплина	Соблюдение установленных правил и инструкций, ответственность за собственную безопасность и безопасность окружающих.	10
	Итого		100

Безусловно, безопасность -это тот прочный фундамент, на котором строится любое по-настоящему плодотворное и вдохновляющее STEM-образование. В мире, где исследование и эксперименты открывают двери в неизведанное, соблюдение техники безопасности становится не просто формальностью, а актом уважения к жизни, здоровью и самому процессу познания.

Внедрение предложенной шкалы оценки безопасности помогает учащимся ясно видеть границы дозволенного, понимать важность каждого правила и осознанно следовать им, не забывая, что осторожность -не препятствие, а залог успешного открытия.

Такая шкала не только формирует культуру безопасности, но и воспитывает ответственное отношение к собственной работе и коллективу. Она превращает пространство класса или лаборатории в островок доверия, где каждый ученик чувствует себя защищённым и готовым смело творить, экспериментировать и учиться.

Соблюдение техники безопасности является неотъемлемой частью успешного и эффективного STEM-образования. Внедрение предложенной шкалы оценки поможет создать безопасную рабочую среду и повысить осведомленность учащихся о важности соблюдения правил безопасности

Методические рекомендации по выполнению практических работ с применением STEM-подхода по физике для 7-11 классов – это не просто

набор инструкций, а стратегический документ, направленный на преобразование образовательного процесса. Они призваны помочь учителям создать среду, в которой физика перестанет быть сугубо теоретической дисциплиной и превратится в динамичное, практико-ориентированное исследование окружающего мира.

Ключевые преимущества и принципы, заложенные в рекомендациях:

- **Интеграция теории и практики:** Рекомендации нацелены на то, чтобы учащиеся не просто запоминали законы, а понимали их практическое применение. Через проектные работы, эксперименты и инженерное моделирование физические концепции оживают, становясь понятными и осмысленными. Это позволяет перейти от пассивного усвоения знаний к активному их конструированию.

- **Развитие навыков XXI века:** Внедрение STEM-подхода целенаправленно способствует формированию у школьников навыков критического мышления, креативности, эффективной коммуникации и коллаборации. Практические работы в STEM-контексте требуют от учащихся анализа проблем, поиска нестандартных решений, эффективного взаимодействия в команде и аргументированного представления своих результатов, что крайне важно для успеха в современном мире.

- **Применение современных технологий:** Рекомендации активно поощряют использование цифровых симуляторов (например, PhET, Algodoo), микроконтроллеров (Arduino, Raspberry Pi), 3D-печати и элементов программирования (Python). Это не только делает обучение более увлекательным, но и готовит учащихся к работе с передовыми инструментами, которые станут неотъемлемой частью их будущей профессиональной деятельности в научно-технической сфере.

- **Междисциплинарный подход:** Практические работы в STEM-контексте стимулируют учащихся видеть взаимосвязь физики с другими науками, технологиями, инженерией и математикой. Решение междисциплинарных задач – будь то проектирование мостов, создание роботов или анализ экологических проблем – развивает целостное представление о мире и подготавливает к сложным вызовам реальной профессиональной жизни.

- **Повышение мотивации и профессиональное самоопределение:** Когда учащиеся видят, как их знания и умения могут быть применены для создания чего-то осязаемого или решения реальной проблемы, их интерес к физике и STEM-специальностям значительно возрастает. Это способствует более осознанному выбору будущей профессии и формированию устойчивого интереса к науке и технологиям.

Влияние рекомендаций на учебный процесс:

- **Для учителя:** Данные рекомендации служат надёжным ориентиром, предлагая конкретные примеры и подходы для организации эффективных практических работ. Они стимулируют к методической

гибкости, готовности к сотрудничеству с коллегами и освоению новых образовательных технологий.

- Для ученика: Практические работы, выполненные с применением STEM-подхода, превращаются в увлекательное путешествие в мир научных открытий. Учащиеся развивают не только академические знания, но и личностные качества: ответственность, творческое мышление и проактивность – качества, необходимые для успешной самореализации в будущем. Они учатся не только изучать законы природы, но и применять их, создавая и испытывая новые технические решения.

Общий вывод:

Таким образом, методические рекомендации по выполнению практических работ с применением STEM-подхода по физике являются фундаментальным шагом к подготовке учащихся к реалиям XXI века. Они помогают формировать поколение специалистов, способных интегрировать знания, критически мыслить, инновационно решать задачи и уверенно смотреть в будущее, претворяя в жизнь самые сложные вызовы современности. Эти рекомендации – это инвестиция в будущее, где школьники становятся активными участниками научного и инженерного прогресса.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение STEM-подхода в обучении физике способствует более глубокому пониманию предмета и развитию ключевых компетенций учащихся. Практические работы делают обучение более увлекательным, интересным, практико-ориентированным и междисциплинарным. Также помогают развивать навыки критического мышления и командной работы. Вот несколько способов внедрения STEM в уроки физики:

1. Проектные работы и эксперименты: создание моделей физических явлений (например, моделирование электромагнитных волн, механических систем); разработка и сборка простых устройств (электромоторов, солнечных батарей)

2. Интеграция технологий и программирования (использование программных симуляторов для моделирования физических процессов, например, PhET, Algodoo).

3. Решение междисциплинарных задач (анализ физических аспектов инженерных проектов, например проектирование мостов или роботов; исследование экологических проблем с точки зрения физики и технологий).

4. Работа в командах и развитие навыков 21 века: совместное выполнение проектов способствует развитию коммуникации, критического мышления и креативности.

5. Использование современных средств обучения: виртуальные лаборатории и онлайн-сервисы для проведения экспериментов и моделирования.

Преимущества STEM-метода на уроках физики заключается в повышении мотивации учащихся через практическую деятельность, углубление понимания теоретических концепций через их применение на практике и подготовка к современным требованиям рынка труда, где ценятся междисциплинарные знания и навыки.

STEM-подход в преподавании физики открывает перед учащимися новые горизонты для творческого и аналитического освоения наук, стимулируя интерес к экспериментальной и исследовательской деятельности. Использование практических работ и проектов в обучении позволяет учащимся не только глубже понять физические законы и явления, но и развить необходимые компетенции для дальнейшего обучения и профессиональной деятельности в технических и научных областях.

Реализация STEM-методов в школьном курсе физики способствует:

- **Развитию критического мышления:** Учащиеся учатся задавать вопросы, анализировать, обоснованно подходить к решению проблем и принимать обоснованные решения.

- **Формированию исследовательских навыков:** Процесс проведения экспериментов, обработка данных, создание моделей и прототипов укрепляет способность учащихся работать в рамках научных методов.

- **Развитию инженерного мышления:** Построение и моделирование физических объектов помогает учащимся не только осваивать теорию, но и учиться применять её на практике, разрабатывать инновационные решения реальных задач.

- **Совершенствованию навыков командной работы:** Множество проектов предполагает групповые исследования и разработки, где учащиеся учат друг друга, обмениваются знаниями и решают задачи сообща, что является важным в реальной профессиональной жизни.

Внедрение STEM-подхода позволяет школьникам научиться интегрировать знания из различных областей науки, техники, инженерии и математики, создавая у них целостное представление о взаимосвязях между этими дисциплинами. Это открывает возможности для углублённого изучения предметов и подготовки учащихся к реальной профессиональной жизни, где междисциплинарные знания становятся важным ресурсом.

Таким образом, методические рекомендации по выполнению практических работ с применением STEM-подхода являются не только инструментом для углублённого изучения физики, но и важным шагом в развитии учащихся как будущих учёных, инженеров и специалистов, готовых решать самые сложные задачи современности.

STEM-подход в обучении физике позволяет соединить глубокие научные знания с практическими умениями и инженерным мышлением. Практические занятия становятся источником вдохновения, развития творческих способностей и профессионального самоопределения учащихся. Успешная реализация этого подхода требует от учителя гибкости, методической грамотности и готовности к сотрудничеству. Настоящее пособие стремится стать надёжным ориентиром в этом пути, способствуя возрождению интереса к физике и формированию у школьников компетенций будущего через прикосновение к законам природы и технике своими руками.

Преимущество метода STEM на уроках физики заключается в повышении мотивации учащихся через практическую деятельность, углублении теоретических понятий через их применение на практике и формировании междисциплинарных знаний и навыков, соответствующих требованиям современного рынка труда.

Внедрение STEM-метода позволяет учащимся учиться интегрировать знания из областей науки, техники, инженерии и математики, что способствует формированию целостного представления о взаимосвязях между этими предметами. Это, в свою очередь, дает возможность подготовить учеников к реальной профессиональной жизни, углубленному изучению предметов и овладению междисциплинарными знаниями и навыками. Через практические занятия STEM-образование демонстрирует детям применение научно-технических знаний в реальной жизни. Если на уроках они создают современные промышленные изделия, разрабатывают прототипы реальных продуктов, то их знания значительно расширяются

через работу над проектами. Работая над проектами, ученики развивают навыки критического мышления и решения проблем.

Дети, создавая разные изделия, строя мосты и дороги, запускают самолёты и вагоны, испытывают роботов и электронные игры -с каждым разом они приближаются к цели, решая все задачи самостоятельно и достигая результата. Каждая победа повышает их уверенность в своих способностях. Программы STEM стимулируют активное взаимодействие и командную работу. В ходе обсуждений создаётся свободная атмосфера для дебатов и высказывания мнений.

STEM-программы также готовят детей к технологически развитому миру. Сегодня невозможно представить мир без технологий. Это также означает, что технологическое развитие будет продолжаться, а STEM-навыки являются основой этого развития. Например, на уроках физики изучают напряжение Земли, объясняют формулами на доске, а в STEM-классах ученики конструируют парашюты или самолёты и запускают их, укрепляя свои знания на практике. Ученикам трудно понять незнакомые термины, например, о расширении объёма или давлении при повышении температуры. В STEM-классах они легче усваивают эти понятия, проводя увлекательные эксперименты. Поэтому многие страны, такие как США, Канада, Россия и другие, активно сотрудничают со STEM-центрами в средних школах.

Выполнение практических работ через призму STEM открывает перед школьниками простор для экспериментов, где теория оживает в руках и умах, а знания превращаются в навыки, необходимые для будущих профессиональных свершений. Это не просто уроки -это первые шаги в мир инженерного творчества, научных открытий и междисциплинарного сотрудничества.

Таким образом, эти рекомендации становятся фундаментом, на котором строятся не только знания, но и характер, ответственность, творческое мышление -качества, столь необходимые современному специалисту, готовому с уверенностью смотреть в будущее и решать сложнейшие задачи нашего времени.

Методические рекомендации по выполнению практических работ с использованием STEM не только являются инструментом углублённого изучения физики, но и важным шагом в развитии будущих специалистов, готовых к работе в науке, инженерии и решению современных задач.

Методические рекомендации по выполнению практических работ с применением STEM-подхода по физике для 7-11 классов представляют собой не просто сборник инструкций, а стратегическое руководство по трансформации образовательного процесса. Они призваны помочь учителям создать условия, при которых физика перестанет быть исключительно теоретической дисциплиной и превратится в динамичное, практико-ориентированное исследование окружающего мира.

Основные принципы и преимущества рекомендаций:

1. Интеграция теории и практики: Рекомендации направлены на то, чтобы учащиеся не просто запоминали формулы и законы, но и понимали их практическое применение. Через проектные работы, эксперименты и инженерное моделирование физические концепции оживают, становясь понятными и осмысленными.

2. Развитие ключевых навыков XXI века: Внедрение STEM-подхода способствует формированию у школьников навыков критического мышления, креативности, коммуникации и коллаборации. Практические работы в рамках STEM-подхода требуют от учащихся анализа проблем, поиска нестандартных решений, эффективного взаимодействия в команде и аргументированного представления своих результатов.

3. Применение современных технологий: Рекомендации активно поощряют использование цифровых симуляторов (PhET, Algodoo), микроконтроллеров (Arduino, Raspberry Pi), 3D-печати и элементов программирования (Python). Это не только делает обучение более увлекательным, но и готовит учащихся к работе с передовыми технологиями, востребованными в современном мире.

4. Междисциплинарный подход: Практические работы в STEM-контексте стимулируют учащихся видеть взаимосвязь физики с другими науками, технологиями, инженерией и математикой. Решение междисциплинарных задач – будь то проектирование мостов, создание роботов или анализ экологических проблем – развивает целостное представление о мире и подготавливает к сложным вызовам реальной профессиональной жизни.

5. Повышение мотивации и профессиональное самоопределение: Когда учащиеся видят, как их знания и умения могут быть применены для создания чего-то осязаемого или решения реальной проблемы, их интерес к физике и STEM-специальностям значительно возрастает. Это способствует более осознанному выбору будущей профессии и формированию устойчивого интереса к науке и технологиям.

Что дают эти рекомендации учителю и ученику:

- Для учителя: Пособие становится надёжным ориентиром, предлагая конкретные примеры и подходы для организации эффективных практических работ. Оно стимулирует к методической гибкости, готовности к сотрудничеству и освоению новых технологий.

- Для ученика: Практические работы, выполненные с применением STEM-подхода, превращаются в увлекательное путешествие в мир научных открытий. Учащиеся развивают не только знания, но и характер, ответственность, творческое мышление – качества, необходимые для успешной самореализации в будущем. Они учатся не только изучать законы природы, но и применять их, создавая и испытывая новые технические решения.

В конечном итоге, методические рекомендации по выполнению практических работ с применением STEM-подхода по физике являются

фундаментальным шагом к подготовке учащихся к реалиям XXI века. Они помогают формировать поколение специалистов, способных интегрировать знания, критически мыслить, инновационно решать задачи и уверенно смотреть в будущее, решая самые сложные вызовы современности. Эти рекомендации – это инвестиция в будущее, где школьники становятся активными участниками научного и инженерного прогресса.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Жалпы орта білім беру мазмұнын STEM-технология негізінде қайта құрылымдау. Ы. Алтынсарин атындағы Ұлттық білім академиясы, 2022 ж.
2. Бейсембаев Г., Караев Ж. STEM тәсілі негізінде орта білім беру жүйесін трансформациялаудың өзекті мәселелері. Білім – Образование, № 3, 2021 ж.
3. Technology for Industry 4.0 // Scientific Dialogue. - 2018. - № 11.
4. <http://www.kitaphana.kz/ru/downloads/referatu-na-kazakskom/231-kazak-adebieti/2521-gilimi-tanim.html>
5. Международный школьный научный вестник. 2017. № 5 (часть 2) С. 381-386 URL: <https://school-herald.ru/ru/article/view?id=448>
6. Имангалиев Н. STEM образование в Казахстане: текущее состояние и перспективы развития: исследование проведено при поддержке компании «Chevron» в рамках проекта «Караван Знаний» / Имангалиев Н., Сагадатов Д., Омашева М., Хайриева Г., Турдалы Д., Каримова Н., Аккисев Е. – 2020. – 133 с.
7. Рамазанов Р.Г., Годунова Е.А. STEM-білім беру: мүмкіндіктері мен перспективалары. // Ашық мектеп, №1, 2021 ж.
8. Караев Ж.А., Бейсембаев Г.Б., Мазбаев О. STEM тәсіліне негізделген білім беру жүйесінің дамуының дидактикалық мәселелері. Білім – Образование, №1, 2022 ж.
9. Фаритов А.Т. Жалпы білім беретін мектептердегі инженерлік білім беруді әртүрлі елдерде талдау // Ғылыми шолу. Педагогикалық ғылымдар. №1, 2020 ж.
10. Ногайбаева Г. Развитие STEM образования в мире и Казахстане. «Білімді ел- Образованная страна» №20 (57) от 25 октября 2016г.
11. Жадраева Л.У., Куатбаева Д.Е. Преподавание школьной физики в условиях stem образования. Вестник КазНПУ им. Абая, серия «Физико-математические науки». – 2020. №1(69), – С.194-198. Режим доступа: URL: <https://doi.org/10.51889/2020-1.1728-7901.33>.
12. Қазбекова Г.Н., Исмагулова Ж.С. Инновациялық STEM-білім беру тәсілін қалыптастыру //А.Ясауи университетінің хабаршысы. – 2022. – №3(125). – Б.200–210. Кіру режимі: URL: <https://doi.org/10.47526/2022-3/2664-0686.17>
13. Абдрахманова Х.К., Кудайбергенова Қ.Б. Мектеп мұғалімдерінің STEM - білім беру әдісімен жаратылыстану пәндерін оқытуға дайындығы //Қазақстан республикасы ұлттық ғылым академиясының хабаршысы. – 2023. - № 5. (405), Б.7-19. - Кіру режимі: URL: <https://doi.org/10.32014/2023.2518-1467.572>.
14. Баркова Е. Ю. Подготовка учащихся к проектной деятельности при обучении физике в средней школе: Дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02. – Астрахань, 2006. – 162 с.

15. Образовательная и тренировочная программа ВМС «Простейшие механизмы, и как они работают»
<https://tinybop.com/assets/handbooks/simple-machines/Tinybop-EL4-Simple-Machines-Handbook-RU.pdf>

16. В.Н. Ланге, Экспериментальные физические задачи на смекалку: Учебное руководство, М. Наука, 1985

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1 Анализ международного и отечественного опыта применения STEM подхода в обучении физике.	7
2 Методические рекомендации по выполнению практических работ с применением STEM подхода по физике (7-11 классы).	34
Заключение	153
Список использованных источников	158