

Общество с ограниченной ответственностью «ЦЕНТР ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»

(ООО «Центр образовательных технологий»)

ИНН 0600023803 ОГРН 1260600000913

386231, Республика Ингушетия, г. Карабулак, ул. Дьякова, д. 108

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

по выполнению внеаудиторной работы при реализации программы дополнительного
общеобразовательного образования

«Электромагнетизм и квантовая физика»

г. Карабулак

2026

ВВЕДЕНИЕ

Данные методические рекомендации разработаны для системного сопровождения образовательного процесса по программе дополнительного общеобразовательного общеразвивающего образования «Электromагнетизм и квантовая теория». Документ ориентирован на совершенствование методики преподавания, формирование предметных и метапредметных компетенций обучающихся, а также обеспечение единых подходов к организации экспериментально-практической деятельности.

Практические и экспериментальные работы по физике являются важной частью учебного процесса. Они обеспечивают:

- формирование экспериментальных умений и навыков;
- развитие логического и критического мышления;
- закрепление теоретических знаний на практике;
- формирование навыков безопасной работы с физическим оборудованием;
- развитие исследовательской компетентности обучающихся.

Практические работы направлены на выполнение измерений, расчётов и определение физических величин, экспериментальные — на проведение опытов, наблюдение электромагнитных, оптических и квантовых явлений, исследование зависимостей между физическими величинами.

Общая цель:

Формирование предметных, метапредметных и личностных результатов обучения через выполнение физического эксперимента в области электродинамики, колебаний и волн, оптики и квантовой физики.

Задачи:

- научить проводить наблюдения, измерения и делать выводы;
- развить умение исследовать зависимости между физическими величинами и записывать результаты измерений с учётом погрешности;
- формировать культуру безопасного труда при работе с лабораторным оборудованием и электрическими цепями;
- развивать самостоятельность и ответственность.

Методические рекомендации:

- обеспечение безопасности;
- проведение обязательного инструктажа перед началом работы;
- контроль соблюдения правил техники безопасности;
- проверка готовности рабочего места;
- формирование культуры физического эксперимента.

Важно не просто перечислить правила, а объяснить их необходимость и последствия их нарушения.

Чёткая постановка цели работы:

Преподаватель должен:

- сформулировать цель практической и экспериментальной работы в понятной форме;
- связать эксперимент с изучаемой темой;
- обозначить ожидаемый результат;
- акцентировать внимание на том, что именно необходимо измерить, исследовать или установить.

Обучающиеся должны понимать, зачем выполняется опыт, а не просто следовать инструкции.

Организация деятельности обучающихся:

- ознакомление с алгоритмом выполнения работы;
- разбор последовательности действий;
- уточнение порядка фиксации измерений и наблюдений;
- распределение ролей при работе в парах или группах.

Преподаватель выступает не только контролёром, но и консультантом.

Формирование наблюдательности:

Особое внимание следует уделять:

- фиксации показаний приборов (амперметра, вольтметра, осциллографа, линейки);
- наблюдению за электромагнитными процессами (индукция, колебания, волны);
- наблюдению за оптическими явлениями (преломление, дисперсия, интерференция, дифракция);
- анализу зависимостей между физическими величинами.

Важно учить обучающихся различать наблюдение и объяснение (сначала фиксируется факт, затем даётся его физическое обоснование).

Корректность оформления результатов:

Преподаватель должен контролировать:

- правильность записи результатов измерений с указанием единиц;
- правильность расчётов с использованием формул;
- логичность формулировки выводов;
- соответствие вывода поставленной цели.

Вывод должен отражать результат эксперимента, а не пересказывать ход работы.

Развитие аналитического мышления:

Во время работы рекомендуется задавать вопросы:

1. Почему происходит данное физическое явление?
2. Как изменится результат при изменении условий опыта?
3. Можно ли провести измерение другим способом?
4. Какие факторы влияют на точность результата?

Такие вопросы стимулируют осмысленное выполнение опыта.

Дифференциация заданий:

Рекомендуется:

- предлагать дополнительные вопросы для сильных обучающихся;
- давать подсказки тем, кто испытывает затруднения;
- включать элементы мини-исследования.

Контроль и обратная связь:

После выполнения работы важно:

- провести краткое обсуждение результатов;
- разобрать типичные ошибки;

- сопоставить полученные результаты с теоретическими знаниями;
- организовать самооценку обучающихся.

Рекомендации для обучающихся

Перед выполнением работы необходимо:

- повторить теоретический материал;
- ознакомиться с целью и ходом работы;
- подготовить тетрадь для практических и экспериментальных работ.

Во время работы:

- соблюдать технику безопасности;
- работать аккуратно;
- внимательно наблюдать изменения;
- записывать результаты измерений сразу;
- не использовать оборудование не по назначению.

После выполнения:

- оформить отчёт;
- записать вывод;
- привести рабочее место в порядок.

Структура оформления практической и экспериментальной работы

Тема:

- записывается полностью, без сокращений;
- формулируется так же, как указано в задании.

Цель:

- формулируется кратко и конкретно;
- отвечает на вопрос: что нужно измерить, исследовать или установить?
- начинается со слов: «измерить», «исследовать», «определить», «установить».

Оборудование:

- перечисляются через запятую;
- указываются как приборы, так и используемые материалы.

Ход работы:

- описывается в последовательности выполнения действий;
- записывается кратко, без лишних подробностей.

Результаты измерений:

- записываются в таблицу с указанием единиц измерения;
- указывается погрешность измерений.

Вывод:

- формулируется кратко;
- должен соответствовать цели работы.

КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

Оценка «5» (отлично)

- работа выполнена полностью и самостоятельно;
- соблюдена техника безопасности;
- правильно выполнены измерения и расчёты;
- сделан обоснованный вывод;
- аккуратное оформление.

Оценка «4» (хорошо)

- допущены незначительные неточности в расчётах;
- вывод сделан правильно, но кратко;
- незначительные ошибки в оформлении.

Оценка «3» (удовлетворительно)

- работа выполнена частично;
- допущены ошибки в расчётах или измерениях;
- вывод неполный;
- требовалась помощь преподавателя.

Оценка «2» (неудовлетворительно)

- работа не выполнена;
- грубые ошибки;
- нарушение техники безопасности.

ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ РАБОТЫ

Практическая (экспериментальная) работа №

Тема:

Цель работы:

Оборудование:

Ход работы

Что делали	Что наблюдали / результаты измерений	Выводы и расчёты

Вывод:

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

Общие правила:

- к выполнению работы приступать только после инструктажа и разрешения преподавателя;
- внимательно ознакомиться с заданием и порядком выполнения работы;
- не отвлекаться во время выполнения эксперимента;
- не прикасаться к приборам, не относящимся к выполняемой работе;
- не оставлять включённые электрические цепи без присмотра;
- при обнаружении неисправности немедленно сообщить преподавателю.

Правила работы с электрическим оборудованием:

- перед сборкой электрической цепи убедиться, что источник тока отключён;
- собирать цепь строго по схеме, начиная с источника тока;
- не допускать короткого замыкания;
- не превышать допустимых значений силы тока и напряжения для используемых приборов;
- включать цепь только после проверки преподавателем;
- при работе с конденсаторами убедиться в их разряженности перед подключением;
- не прикасаться к оголённым проводникам и клеммам при включённой цепи.

Правила работы с оптическим оборудованием:

- не направлять линзы и зеркала на глаза при работе с источниками света;
- при работе с лазерными источниками не направлять луч на людей;
- обращаться с линзами и призмами аккуратно, не допуская падения;
- при работе с дифракционной решёткой не прикасаться к рабочей поверхности пальцами.

Правила работы с магнитным оборудованием:

- не подносить постоянные магниты к электронным устройствам и магнитным носителям;
- при работе с электромагнитами соблюдать осторожность при включении и отключении тока;
- не допускать резкого изменения тока в катушках индуктивности.

После окончания работы:

- отключить источник тока;
- разобрать электрическую цепь;
- вернуть оборудование на место;
- протереть рабочую поверхность;
- вымыть руки.

Не включать электрические цепи без разрешения преподавателя. Все опыты с электрическим током проводятся под контролем преподавателя.

Практическая работа № 1.

Исследование зависимости периода малых колебаний нитяного маятника от длины нити и массы груза.

Цель:

Исследовать зависимость периода колебаний математического маятника от длины нити; проверить, влияет ли масса груза на период колебаний.

Оборудование:

Штатив с муфтой и лапкой, нить длиной 1 м, набор грузов разной массы, секундомер, линейка.

Ход работы:

1. Закрепите нить с грузом на штативе. Установите длину нити $l_1 = 0,25$ м.
2. Отклоните груз на малый угол ($5-10^\circ$) и отпустите. Измерьте время t для 20 полных колебаний. Вычислите период: $T = t / 20$.
3. Повторите опыт для длин нити $l_2 = 0,50$ м, $l_3 = 0,75$ м и $l_4 = 1,00$ м.
4. Постройте график зависимости T от l . Определите характер зависимости.
5. При фиксированной длине нити ($l = 0,50$ м) повторите измерения для грузов разной массы.
6. Сравните полученные значения периода с расчётными по формуле $T = 2\pi\sqrt{l/g}$.

l (м)	t (с)	N	T (с)	T^2 (с ²)
0,25		20		
0,50		20		
0,75		20		
1,00		20		

Вывод.

Практическая работа № 2.

Измерение показателя преломления стекла.

Цель:

Измерить показатель преломления стеклянной пластины, используя закон преломления света.

Оборудование:

Стеклянная пластина с параллельными гранями, булавки (4 шт.), транспортир, линейка, лист бумаги.

Ход работы:

1. Положите стеклянную пластину на лист бумаги. Обведите её контур карандашом.
2. Воткните две булавки с одной стороны пластины, задавая направление падающего луча под углом α к нормали.
3. С другой стороны пластины расположите две булавки так, чтобы они были на одной линии с изображениями первых двух булавок, видимыми через стекло.
4. Уберите пластину. Проведите падающий и преломлённый лучи. Измерьте углы падения α и преломления β .
5. Вычислите показатель преломления: $n = \sin \alpha / \sin \beta$.
6. Повторите опыт для 3–4 различных углов падения. Вычислите среднее значение n .

№	α (°)	β (°)	$\sin \alpha$	$\sin \beta$	n
1					
2					
3					

Вывод.

Практическая работа № 3.

Исследование свойств изображений в линзах.

Цель:

Исследовать свойства изображений, создаваемых собирающей линзой; проверить формулу тонкой линзы.

Оборудование:

Собирающая линза, экран, свеча (или лампочка на подставке), оптическая скамья (или линейка), штатив.

Ход работы:

1. Определите фокусное расстояние линзы, направив на неё параллельный пучок света и измерив расстояние до экрана, на котором получается чёткое изображение удалённого предмета.
2. Установите свечу на расстоянии $d > 2F$ от линзы. Перемещая экран, получите чёткое изображение. Измерьте расстояние f от линзы до экрана.
3. Повторите опыт для расстояний $d = 2F$, $F < d < 2F$. Запишите характер изображения (увеличенное, уменьшенное, прямое, перевёрнутое).
4. Для каждого опыта проверьте формулу тонкой линзы: $1/F = 1/d + 1/f$.
5. Вычислите увеличение линзы: $\Gamma = f / d$. Сравните с отношением размеров изображения и предмета.

№	d (см)	f (см)	$1/d + 1/f$	F (см)	Γ
1					
2					
3					

Вывод.

Практическая работа № 4.

Наблюдение дисперсии света.

Цель:

Наблюдать разложение белого света в спектр при прохождении через призму; определить порядок расположения цветов в спектре.

Оборудование:

Стеклянная призма, источник белого света (лампа), экран, щелевая диафрагма, линза (для фокусировки).

Ход работы:

1. Направьте узкий пучок белого света от лампы через щелевую диафрагму на стеклянную призму.
2. Расположите экран за призмой. Наблюдайте разложение белого света в спектр.
3. Зарисуйте наблюдаемый спектр, указав порядок расположения цветов.
4. Определите, какой цвет преломляется сильнее (отклоняется на больший угол), а какой — слабее.
5. Объясните наблюдаемое явление на основе зависимости показателя преломления от длины волны.
6. Попробуйте собрать спектр обратно в белый свет с помощью второй призмы или линзы. Опишите результат.

Цвет	Положение в спектре	Степень отклонения
Красный		
Оранжевый		
Жёлтый		
Зелёный		
Голубой		
Синий		
Фиолетовый		

Вывод.

Практическая работа № 5.

Наблюдение линейчатого спектра.

Цель:

Наблюдать линейчатые спектры излучения; определить принадлежность спектра конкретному химическому элементу.

Оборудование:

Спектроскоп (или дифракционная решётка), газоразрядные трубки с различными газами (водород, гелий, неон), источник питания, таблица спектров.

Ход работы:

1. Подключите газоразрядную трубку с водородом к источнику питания. Включите разряд.
2. Наблюдайте спектр через спектроскоп (или дифракционную решётку).
3. Зарисуйте наблюдаемые спектральные линии, указав их цвет и приблизительное положение.
4. Повторите наблюдение для трубок с другими газами (гелий, неон).
5. Сравните наблюдаемые спектры с табличными данными. Определите, какому элементу принадлежит каждый спектр.
6. Объясните, почему спектры различных элементов отличаются друг от друга, используя постулаты Бора.

Газ	Наблюдаемые линии (цвет)	Соответствие табличным данным
Водород		
Гелий		
Неон		

Вывод.

Экспериментальная работа № 1.

Изучение магнитного поля катушки с током.

Цель:

Исследовать магнитное поле катушки с током; установить зависимость магнитного поля от силы тока и числа витков.

Оборудование:

Катушка-моток (или соленоид), источник постоянного тока, реостат, амперметр, магнитная стрелка (компас), железные опилки, лист картона.

Ход работы:

Часть 1. Картина магнитного поля.

1. Расположите катушку вертикально. Поместите на неё лист картона с железными опилками.
2. Пропустите через катушку ток. Слегка постучите по картону. Зарисуйте картину силовых линий магнитного поля.
3. Определите расположение полюсов катушки с помощью магнитной стрелки.

Часть 2. Зависимость поля от силы тока.

5. Расположите магнитную стрелку вблизи катушки. Пропустите ток I_1 . Отметьте угол отклонения стрелки.
6. Увеличьте ток с помощью реостата до I_2 и I_3 . Запишите углы отклонения.
7. Сделайте вывод о зависимости магнитного поля от силы тока.

I (A)	Угол отклонения стрелки (°)	Направление отклонения

Общий вывод.

Экспериментальная работа № 2.

Исследование действия постоянного магнита на рамку с током.

Цель:

Исследовать действие магнитного поля постоянного магнита на проводник с током (рамку); наблюдать проявление силы Ампера.

Оборудование:

Подвижная рамка с током (на подвесе или подставке), постоянный магнит (подковообразный), источник постоянного тока, реостат, амперметр, соединительные провода.

Ход работы:

1. Подвесьте рамку между полюсами подковообразного магнита. Подключите рамку к источнику тока через реостат и амперметр.
2. Пропустите ток через рамку. Наблюдайте её поворот. Зафиксируйте направление поворота.
3. Измените направление тока в рамке. Определите, как изменилось направление поворота.
4. Измените расположение полюсов магнита. Наблюдайте изменение направления поворота рамки.
5. Увеличьте силу тока. Определите, как изменился угол поворота рамки.
6. Объясните наблюдаемые явления с использованием правила левой руки и понятия силы Ампера.

№	Направление тока	Расположение полюсов	Направление поворота
1			
2			
3			
4			

Общий вывод.

Экспериментальная работа № 3.

Исследование явления электромагнитной индукции.

Цель:

Исследовать условия возникновения индукционного тока; проверить правило Ленца.

Оборудование:

Катушка-моток, постоянный полосовой магнит, гальванометр (или миллиамперметр), соединительные провода.

Ход работы:

Часть 1. Возникновение индукционного тока.

1. Подключите катушку к гальванометру. Быстро вдвиньте магнит в катушку северным полюсом. Зафиксируйте направление отклонения стрелки гальванометра.
2. Остановите магнит внутри катушки. Наблюдайте показания гальванометра.
3. Быстро выдвиньте магнит из катушки. Зафиксируйте направление отклонения стрелки.
4. Повторите опыты, вдвигая магнит южным полюсом.

Часть 2. Зависимость ЭДС индукции от скорости изменения потока.

8. Вдвигайте магнит в катушку с разной скоростью. Сравните показания гальванометра.
9. Сделайте вывод о связи ЭДС индукции со скоростью изменения магнитного потока.
10. Проверьте правило Ленца: определите направление индукционного тока и убедитесь, что он препятствует изменению магнитного потока.

Действие	Направление движения магнита	Полюс	Отклонение гальванометра
Вдвигание	Внутрь	N	
Покой	—	N	
Выдвигание	Наружу	N	
Вдвигание	Внутрь	S	
Выдвигание	Наружу	S	

Общий вывод.

Экспериментальная работа № 4.

Исследование переменного тока в цепи из последовательно соединённых конденсатора, катушки и резистора.

Цель:

Исследовать свойства переменного тока в цепи, содержащей резистор, катушку индуктивности и конденсатор; наблюдать явление резонанса.

Оборудование:

Генератор звуковой частоты, резистор, катушка индуктивности, конденсатор, амперметр переменного тока, вольтметр, соединительные провода.

Ход работы:

1. Соберите последовательную цепь из генератора, резистора, катушки и конденсатора. Подключите амперметр последовательно в цепь.
2. Установите на генераторе начальную частоту (например, 100 Гц). Запишите показания амперметра.
3. Плавно увеличивайте частоту генератора. Для каждого значения частоты записывайте силу тока.
4. Найдите частоту, при которой сила тока максимальна (резонансная частота).
5. Сравните экспериментальное значение резонансной частоты с расчётным: $f_0 = 1 / (2\pi\sqrt{LC})$.
6. Постройте график зависимости силы тока от частоты. Определите ширину резонансной кривой.

f (Гц)	I (мА)	U _r (В)	U _l (В)	U _c (В)

Общий вывод.

Экспериментальная работа № 5.

Исследование треков частиц (по готовым фотографиям).

Цель:

Научиться определять параметры заряженных частиц по их трекам в камере Вильсона (или пузырьковой камере); идентифицировать частицы по характеру треков.

Оборудование:

Фотографии треков заряженных частиц в камере Вильсона (пузырьковой камере), линейка, транспортир, справочные данные о частицах.

Ход работы:

1. Рассмотрите фотографию треков частиц. Определите направление магнитного поля (указано на фотографии).
2. Измерьте радиус кривизны трека для каждой частицы с помощью линейки.
3. По направлению закручивания трека определите знак заряда частицы (используя правило левой руки).
4. По радиусу кривизны и известному магнитному полю оцените импульс частицы: $p = qBR$.
5. По характеру трека (толщина, плотность ионизации, длина) определите тип частицы (α -частица, электрон, протон).
6. Сравните результаты с табличными данными о массах и зарядах частиц.

Трек №	R (см)	Знак заряда	p (кг·м/с)	Тип частицы
1				
2				
3				

Общий вывод.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Практические и экспериментальные работы по физике играют ключевую роль в формировании устойчивых предметных знаний и экспериментальных умений обучающихся. Именно через самостоятельное выполнение измерений, наблюдение электромагнитных, оптических и квантовых явлений, исследование зависимостей между физическими величинами и анализ полученных результатов формируется научное мышление, умение устанавливать причинно-следственные связи и делать обоснованные выводы.

Организация практических работ в условиях дополнительного образования требует особого внимания к вопросам безопасности, дисциплины и ответственности. В этих условиях возрастает роль:

- чётких инструкций;
- предварительного инструктажа;
- строгого соблюдения техники безопасности;
- контроля со стороны преподавателя.

Практико-ориентированный характер работ способствует:

- лучшему усвоению теории;
- развитию навыков самостоятельной деятельности;
- формированию исследовательской культуры;
- повышению учебной мотивации;
- развитию аккуратности, внимательности и ответственности.

Особенно важно, чтобы обучающиеся не выполняли эксперимент формально, а:

- осознавали цель каждого действия;
- понимали физическую сущность происходящих процессов;
- умели объяснять наблюдаемые явления;
- грамотно выполняли расчёты;
- корректно оформляли результаты.

Систематическое проведение практических и экспериментальных работ:

- формирует основу физической грамотности;
- развивает навыки решения расчётных задач;
- способствует профорientации в области естественных наук;
- формирует культуру безопасного обращения с оборудованием.

Эффективность практических и экспериментальных работ достигается при соблюдении следующих условий:

1. Чёткая структура заданий.
2. Наличие критериев оценивания.
3. Обязательное оформление отчёта.
4. Рефлексия обучающихся после выполнения работы.
5. Регулярная обратная связь от преподавателя.