

Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение г. Астрахани
«Средняя общеобразовательная школа №32 с углубленным изучением
предметов физико-математического профиля»

«Утверждена»

Принята на методическом
объединении
№ 3

от 25 декабря 2025 г.

Директор МБОУ г. Астрахани «СОШ № 32»



Сидорина О.Н.

Приказ № 01-10-280

от «12» января 2026 года



КВАНТОРИУМ

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ
ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА
Направленность: естественно-научная

«Физический практикум»

Возраст обучающихся: 13 -16 лет

Срок реализации: 1 год

Разработчик (автор-составитель):

Педагог дополнительного образования

Орлов Сергей Александрович

Астрахань, 2026 г.

Пояснительная записка

Дополнительная общеразвивающая общеобразовательная программа «Физический практикум» разработана на основании примерной программы министерства просвещения РФ «Реализация образовательных программ по физике с использованием оборудования детского технопарка Школьный Кванториум».

Дополнительная общеразвивающая программа «Физический практикум» ориентирована на работу с детьми в области физики. В результате освоения программы дети получают навыки исследовательской работы по измерению физических величин, оценке погрешностей измерений и обработке результатов; умения пользоваться цифровыми измерительными приборами; умение обсуждать полученные результаты с привлечением соответствующей физической теории; умение публично представлять результаты своего исследования; умение самостоятельно работать с учебником и научной литературой, а также излагать свои суждения как в устной, так и письменной форме.

Программа соответствует естественнонаучной направленности.

При разработке программы учитывались нормативно-правовые документы, регламентирующие образовательную деятельность в дополнительном образовании:

1. Федеральный закон от 29.12.2012 N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации».
2. Санитарные правила СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи».
3. Концепция развития дополнительного образования детей (утверждена распоряжением Правительства РФ от 31. 03. 2022 № 678-р).
4. Приказ министерства просвещения Российской Федерации от 27 июля 2022 года № 629 «Об утверждении порядка организации и осуществления деятельности по дополнительным общеобразовательным программам».
5. Письмо министерства просвещения Российской Федерации от 31 января 2022 года № ДГ – 245/06.
6. Приказ Минобрнауки России от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ».
7. Приказ Минобрнауки России N 882, Минпросвещения России N 391 от 05.08.2020 "Об организации и осуществлении образовательной деятельности при сетевой форме реализации образовательных программ" (вместе с "Порядком организации и осуществления образовательной деятельности при сетевой форме реализации образовательных программ") и примерной формой договора
8. Стратегия развития воспитания в Российской Федерации на период до 2025 г.

Дополнительная общеразвивающая общеобразовательная программа «Физический практикум» имеет социальную значимость для нашего общества. Российскому обществу нужны образованные, нравственные, предприимчивые люди, которые могут самостоятельно принимать ответственные решения в ситуациях выбора, прогнозируя их возможные последствия. Одной из задач сегодняшнего образования — воспитание в учащемся самостоятельной личности.

Предлагаемая программа способствует развитию у учащихся самостоятельного мышления, формирует у них умения самостоятельно приобретать и применять полученные знания на практике. Развитие и формирование вышеуказанных умений возможно благодаря стимулированию научно-познавательного интереса во время занятий.

Концепция современного образования подразумевает, что учитель перестаёт быть основным источником новых знаний, а становится организатором познавательной активности учащихся, к которой можно отнести и исследовательскую деятельность. Современные экспериментальные исследования по физике уже невозможно представить без использования аналоговых и цифровых измерительных приборов. В Федеральном государственном образовательном стандарте (ФГОС) прописано, что одним из универсальных учебных действий (УУД), приобретаемых учащимися, должно стать умение «проведения опытов, простых экспериментальных исследований, прямых и

косвенных измерений с использованием аналоговых и цифровых измерительных приборов». Для этого учитель физики может воспользоваться учебным оборудованием нового поколения — **цифровыми лабораториями**.

Цифровые лаборатории по физике представлены датчиками для измерения и регистрации различных параметров, интерфейсами сбора данных и программным обеспечением, визуализирующим экспериментальные данные на экране. При этом эксперимент остаётся традиционно натурным, но полученные экспериментальные данные обрабатываются и выводятся на экран в реальном масштабе времени и в рациональной графической форме, в виде численных значений, диаграмм, графиков и таблиц. Основное внимание учащихся при этом концентрируется не на сборке и настройке экспериментальной установки, а на проектировании различных вариантов проведения эксперимента, накоплении данных, их анализе и интерпретации, формулировке выводов. Эксперимент как исследовательский метод обучения увеличивает познавательный интерес учащихся к самостоятельной, творческой деятельности.

Занятия на программе «Физический практикум» интегрируют теоретические знания и практические умения учащихся, а также способствуют формированию у них навыков проведения творческих работ учебно-исследовательского характера.

Целевая аудитория: учащиеся 13-16 лет общеобразовательных организаций

Цели программы: ознакомить учащихся с физикой как экспериментальной наукой; сформировать у них навыки самостоятельной работы с цифровыми датчиками, проведения измерений физических величин и их обработки.

Личностными результатами изучения являются следующие умения:

1) осознавать единство и целостность окружающего мира, возможности его познаваемости и объяснимости на основе достижений науки. Постепенно выстраивать собственное целостное мировоззрение:

- вырабатывать свои собственные ответы на основные жизненные вопросы, которые ставит личный жизненный опыт;
- учиться признавать противоречивость и незавершённость своих взглядов на мир, возможность их изменения;
- учиться использовать свои взгляды на мир для объяснения различных ситуаций, решения возникающих проблем и извлечения жизненных уроков;

2) осознавать свои интересы, находить и изучать в учебниках по разным предметам материал, имеющий отношение к своим интересам. Использовать свои интересы для выбора индивидуальной образовательной траектории, потенциальной будущей профессии и соответствующего профильного образования;

3) приобретать опыт участия в делах, приносящих пользу людям;

4) оценивать жизненные ситуации с точки зрения безопасного образа жизни и сохранения здоровья. Учиться выбирать стиль поведения, привычки, обеспечивающие безопасный образ жизни и сохранение своего здоровья, а также близких людей и окружающих;

5) оценивать экологический риск взаимоотношений человека и природы. Формировать экологическое мышление: умение оценивать свою деятельность и поступки других людей с точки зрения сохранения окружающей среды.

Метапредметными результатами изучения является формирование УУД.

Регулятивные УУД:

- Самостоятельно обнаруживать и формулировать проблему в классной и индивидуальной учебной деятельности.
- Выдвигать версии решения проблемы, осознавать конечный результат, выбирать из предложенных средств и искать самостоятельно средства достижения цели.
- Составлять (индивидуально или в группе) план решения проблемы.
- Работая по предложенному и (или) самостоятельно составленному плану, использовать наряду с основными средствами и дополнительные: справочную литературу, физические приборы, компьютер.
- Планировать свою индивидуальную образовательную траекторию.
- Работать по самостоятельно составленному плану, сверяясь с ним и целью деятельности,

исправляя ошибки, используя самостоятельно подобранные средства.

- Самостоятельно осознавать причины своего успеха или неуспеха и находить способы выхода из ситуации неуспеха.
- Уметь оценивать степень успешности своей индивидуальной образовательной деятельности.
- Давать оценку своим личностным качествам и чертам характера («каков я»), определять направления своего развития («каким я хочу стать», «что мне для этого надо сделать»).

Познавательные УУД:

- Анализировать, сравнивать, классифицировать и обобщать изученные понятия.
- Строить логичное рассуждение, включающее установление причинно-следственных связей.
- Представлять информацию в виде конспектов, таблиц, схем, графиков.
- Преобразовывать информацию из одного вида в другой и выбирать удобную для себя форму фиксации и представления информации.
- Использовать различные виды чтения (изучающее, просмотровое, ознакомительное, поисковое), приёмы слушания.
- Самому создавать источники информации разного типа и для разных аудиторий, соблюдать правила информационной безопасности.
- Уметь использовать компьютерные и коммуникационные технологии как инструмент для достижения своих целей.
- Уметь выбирать адекватные задаче программно-аппаратные средства и сервисы.

Предметные УУД:

При обучении физике деятельность, связанная с проведением физического эксперимента, оказывается комплексной. Она включает в себя ряд этапов: планирование, моделирование, выдвижение гипотез, наблюдение, подбор приборов и построение установок, измерение, представление и обобщение результатов. Для освоения указанных этапов применяется экспериментальный метод изучения физических явлений и процессов.

Решение экспериментальных задач формирует у учащихся следующие умения:

- проводить наблюдения и описывать их;
- задавать вопросы и находить ответы на них опытным путём, т. е. планировать выполнение простейших опытов;
- проводить прямые измерения при помощи наиболее часто используемых приборов;
- представлять результаты измерений в виде таблиц;
- делать выводы на основе наблюдений;
- находить простейшие закономерности в протекании явлений и осознанно использовать их в повседневной жизни, соблюдая разумные правила техники безопасности и прогнозируя последствия неправильных действий.

Выполнение практических работ физического практикума должно быть связано с организацией самостоятельной и творческой деятельности учащихся. Возможный вариант индивидуализации работы — это подбор нестандартных заданий творческого характера, например постановка новой лабораторной работы. Оригинальность такого задания заключается в том, что учащийся первым совершает определённые действия по выполнению лабораторной работы. При этом результат его экспериментальной деятельности первоначально неизвестен ни ему, ни учителю. Фактически здесь проверяется не столько знание какого-либо физического закона, явления или процесса, сколько способность учащегося к постановке и выполнению физического эксперимента. Проведя серию необходимых измерений и вычислений, он оценивает погрешности измерений и, если они недопустимо велики, находит основные источники ошибок и пробует их устранить.

Другим учащимся класса можно предложить индивидуальные задания исследовательского характера, в ходе выполнения которых они получают возможность открыть новые, неизвестные закономерности или даже создать изобретение. Самостоятельное открытие известного в физике закона или «изобретение» способа измерения физической величины является объективным доказательством способности учащихся к самостоятельному творчеству. В результате такой деятельности у них формируется уверенность в своих интеллектуальных способностях.

В процессе экспериментального исследования физических явлений (процессов) и обобщения полученных результатов учащиеся должны научиться:

- устанавливая функциональную связь и взаимозависимость явлений (процессов);

- моделировать явления (процессы);
- выдвигать гипотезы, экспериментально проверять их и интерпретировать полученные результаты;

- изучать физические законы и теории, устанавливать границы их применимости.

Коммуникативные УУД:

- Отстаивая свою точку зрения, приводить аргументы и подтверждать их фактами.
- Уметь в дискуссии выдвигать контраргументы, перефразировать свою мысль (владение механизмом эквивалентных замен).

- Учиться критично относиться к своему мнению, уметь признавать ошибочность своего мнения и его корректировать.

- Различать в письменной и устной речи мнение (точку зрения), доказательства (аргументы, факты), гипотезы, аксиомы, теории.

- Уметь взглянуть на ситуацию с иной позиции и договариваться с людьми, придерживающихся иных точек зрения.

Планируемые образовательные результаты

Учащиеся должны приобрести:

- навыки исследовательской работы по измерению физических величин, оценке погрешностей измерений и обработке результатов;
 - умения пользоваться цифровыми измерительными приборами;
- умение обсуждать полученные результаты с привлечением соответствующей физической теории;
 - умение публично представлять результаты своего исследования;
- умение самостоятельно работать с учебником и научной литературой, а также излагать свои суждения как в устной, так и письменной форме.

Срок реализации: программа рассчитана на 1 год обучения. Периодичность занятий: 2 раза в неделю, длительность одного занятия — 1,5 академических часа (академический час 40 минут).

Формы и методы обучения: учащиеся организуются в учебную группу постоянного состава.

Основное содержание программы

Учебно-тематический план

Раздел 1. Вводные занятия. Физический эксперимент и цифровые лаборатории

Практическая работа № 1. «Цифровые датчики. Общие характеристики. Физические эффекты, используемые в работе датчиков»

Цель работы: изучить принципы работы и использования измерительных датчиков.

Раздел 2. Экспериментальные исследования механических явлений

Практическая работа № 2. «Изучение колебаний пружинного маятника»

Цель работы: изучить гармонические колебания пружинного маятника.

Оборудование и материалы: компьютер, компьютерный интерфейс сбора данных, датчик ускорения, рулетка или линейка, пружина (набор пружин одинаковой длины разной жёсткости), груз с крючком, двухсторонний скотч и штатив с лапкой, электронные весы.

Раздел 3. Экспериментальные исследования по МКТ идеальных газов и давления жидкостей

Практическая работа № 3. «Исследование изобарного процесса (закон Гей-Люссака)»

Цель работы: проверить соотношение между изменениями объёма и температуры газа при его изобарном нагревании.

Оборудование и материалы: компьютер, компьютерный интерфейс сбора данных, мультидатчик (датчики температуры и давления), температурный щуп, штатив, сосуд с поршнем для демонстрации газовых законов, линейка.

Практическая работа № 4. «Исследование изохорного процесса (закон Шарля)»

Цель работы: проверить соотношение между изменениями объёма и температуры газа при его изохорном нагревании.

Оборудование и материалы: компьютер, компьютерный интерфейс сбора данных, мультидатчик (датчики температуры и давления), температурный щуп, штатив, сосуд с поршнем для демонстрации газовых законов, линейка.

Практическая работа № 5. «Закон Паскаля. Определение давления жидкостей»

Цели работы: изучить закон Паскаля; исследовать изменения давления с изменением высоты столба жидкости.

Оборудование и материалы: штатив, мензурка, трубка, линейка, мультидатчик, компьютер или планшет.

Практическая работа № 6. «Атмосферное и барометрическое давление. Магдебургские полушария»

Цель работы: продемонстрировать и вычислить абсолютное и относительное давления.

Оборудование и материалы: прибор для демонстрации атмосферного давления (магдебургские полушария), грузы массами 5 и 10 кг, вакуумный насос, датчики относительного и абсолютного давления, компьютер или планшет.

Раздел 4. Экспериментальные исследования тепловых явлений

Практическая работа № 7. «Изучение процесса кипения воды»

Цели работы: изучить процесс кипения воды; построить график зависимости температуры воды от времени.

Оборудование и материалы: электрическая плитка или горелка, большая пробирка, пробиркодержатель, мультидатчик, температурный щуп, компьютер или планшет, соль.

Практическая работа № 8. «Изучение процессов плавления и кристаллизации аморфного тела»

Цель работы: определить температуру кристаллизации парафина.

Оборудование и материалы: пробирка с парафином, пробиркодержатель, стакан с горячей водой объёмом 150–200 мл, компьютер, компьютерный интерфейс сбора данных, мультидатчик, щуп.

Раздел 5. Экспериментальные исследования постоянного тока и его характеристик

Практическая работа № 9. «Изучение смешанного соединения проводников»

Цель работы: проверить основные законы смешанного соединения проводников в электрической цепи.

Оборудование и материалы: компьютер, компьютерный интерфейс сбора данных, мультидатчик (датчик тока и напряжения), источник тока, набор резисторов, соединительные провода, ключ.

Практическая работа № 10. «Определение КПД нагревательного элемента»

Цель работы: определить КПД нагревательного элемента.

Оборудование и материалы: компьютер, компьютерный интерфейс сбора данных, мультидатчик (датчик температуры, датчик тока и напряжения), температурный щуп, источник тока, калориметр, нагревательный элемент, соединительные провода, мерный цилиндр, ёмкость с водой объёмом 150 см³.

Практическая работа № 11. «Изучение закона Джоуля — Ленца»

Цель работы: определить количество теплоты, выделяемое проводником с током.

Оборудование и материалы: компьютер, компьютерный интерфейс сбора данных, мультидатчик (датчик тока и напряжения), источник тока, резистор, ключ, соединительные провода, штатив, калориметр, ёмкость с водой.

Практическая работа № 12. «Изучение зависимости полезной мощности и КПД источника от напряжения на нагрузке»

Цель работы: изучить зависимость полезной мощности и КПД источника от сопротивления

нагрузки.

Оборудование и материалы: компьютер, компьютерный интерфейс сбора данных, мультидатчик (датчик тока и напряжения), источник тока, реостат, ключ, соединительные провода.

Практическая работа № 13. «Изучение закона Ома для полной цепи»

Цели работы: проверить закон Ома для полной цепи; изучить режимы работы источников тока.

Оборудование и материалы: компьютер, компьютерный интерфейс сбора данных, мультидатчик (датчик тока и напряжения), источник тока, 2 резистора, 3 ключа, соединительные провода.

Практическая работа № 14. «Экспериментальная проверка правил Кирхгофа»

Цель работы: экспериментально проверить законы Кирхгофа.

Оборудование и материалы: компьютер, компьютерный интерфейс сбора данных, мультидатчик (датчик тока и напряжения), источник тока, 5 резисторов, 3 ключа, соединительные провода.

Раздел 6. Экспериментальные исследования магнитного поля

Практическая работа № 15. «Исследование магнитного поля проводника с током»

Цель работы: выявить зависимость модуля индукции магнитного поля проводника с током от силы тока и расстояния до проводника.

Оборудование и материалы: компьютер, компьютерный интерфейс сбора данных, мультидатчик, штативы, источник тока, проводник, линейка, реостат, ключ.

Практическая работа № 16. «Исследование явления электромагнитной индукции»

Цель работы: исследовать явление электромагнитной индукции.

Оборудование и материалы: компьютер, компьютерный интерфейс сбора данных, мультидатчик, линейка, катушка-моток, полосовой магнит, трубка из ПВХ, держатель для трубки, штатив.

Практическая работа № 17. «Изучение магнитного поля соленоида»

Цель работы: исследовать распределение индукции магнитного поля вдоль оси соленоида.

Оборудование и материалы: компьютер, компьютерный интерфейс сбора данных, мультидатчик (датчики тока магнитного поля), источник тока, соединительные провода, соленоид, реостат.

Раздел 7. Вводные занятия Физический эксперимент и цифровые лаборатории

Практическая работа № 18. «Двухканальная приставка-осциллограф. Основные принципы работы» Подключение двухканальной приставки-осциллографа. Блоки настроек. Определение параметров осциллограммы. Работа с триггером.

Цель работы: научиться калибровать, использовать осциллограф для измерений, интерпретировать его показания.

Раздел 8. Экспериментальные исследования переменного тока

Практическая работа № 19. «Измерение характеристик переменного тока осциллографом»

Цель работы: получить электрические сигналы различных форм, измерить амплитуду и период переменного тока с помощью осциллографа.

Оборудование и материалы: двухканальная приставка-осциллограф, звуковой генератор, соединительные провода.

Практическая работа № 20. «Активное сопротивление в цепи переменного тока»

Цель работы: определить зависимость сопротивления от частоты переменного тока, сдвиг фаз между током и напряжением для активной нагрузки.

Оборудование и материалы: двухканальная приставка-осциллограф, звуковой генератор, два резистора сопротивлением 360 Ом, соединительные провода.

Практическая работа № 21. «Ёмкость в цепи переменного тока»

Цель работы: определить зависимость сопротивления от частоты переменного тока, сдвиг фаз между током и напряжением для конденсатора.

Оборудование и материалы: двухканальная приставка-осциллограф, звуковой генератор, резистор сопротивлением 360 Ом, конденсатор ёмкостью 0,47 мкФ, соединительные провода.

Практическая работа № 22. «Индуктивность в цепи переменного тока»

Цель работы: определить зависимость сопротивления от частоты переменного тока, сдвиг фаз между током и напряжением для катушки индуктивности.

Оборудование и материалы: двухканальная приставка-осциллограф, звуковой генератор, резистор сопротивлением 360 Ом, катушка индуктивностью 0,33 мГн, соединительные провода.

Практическая работа № 23. «Изучение законов Ома для цепи переменного тока»

Цель работы: проверить закон Ома для цепи переменного тока.

Оборудование и материалы: датчик тока, датчик напряжения, источник переменного напряжения, реостат, катушка индуктивности, конденсатор, соединительные провода.

Практическая работа № 24. «Последовательный резонанс»

Цель работы: изучить явление электрического резонанса для последовательного колебательного контура (резонанс напряжений).

Оборудование и материалы: двухканальная приставка-осциллограф, звуковой генератор, резистор сопротивлением 360 Ом, катушка индуктивностью 0,33 мГн, конденсатор ёмкостью 0,47 мкФ, соединительные провода.

Практическая работа № 25. «Параллельный резонанс»

Цель работы: изучить явление электрического резонанса для параллельного колебательного контура (резонанс токов).

Оборудование и материалы: двухканальная приставка-осциллограф, звуковой генератор, резистор сопротивлением 360 Ом, катушка индуктивностью 0,33 мГн, конденсатор ёмкостью 0,47 мкФ, соединительные провода.

Практическая работа № 26. «Диод в цепи переменного тока»

Цель работы: исследовать прохождение переменного электрического тока через полупроводниковый диод.

Оборудование и материалы: двухканальная приставка-осциллограф, звуковой генератор, резистор сопротивлением 360 Ом, полупроводниковый диод, соединительные провода.

Практическая работа № 27. «Действующее значение переменного тока»

Цель работы: определить действующее значение переменного тока.

Оборудование и материалы: двухканальная приставка-осциллограф, звуковой генератор, резистор сопротивлением 360 Ом, соединительные провода, милливольтметр переменного тока.

Практическая работа № 28. «Затухающие колебания»

Цель работы: изучение затухающих колебаний в колебательном контуре.

Оборудование и материалы: двухканальная приставка-осциллограф, звуковой генератор, резистор сопротивлением 360 Ом, катушка индуктивностью 0,33 мГн, конденсатор ёмкостью 0,47 мкФ, соединительные провода.

Практическая работа № 29. «Взаимоиндукция. Трансформатор»

Цель работы: изучить принцип работы трансформатора.

Оборудование и материалы: двухканальная приставка-осциллограф, звуковой генератор, многообмоточный трансформатор, соединительные провода.

Раздел 9. Смартфон как физическая лаборатория

Практическая работа № 30. «Тепловая карта освещённости»

Цель работы: построить тепловую карту освещённости помещения.

Оборудование и материалы: смартфон с предустановленным мобильным приложением Sensor

Box for Android.

Практическая работа № 34. «Свет далёкой звезды»

Цель работы: проверить закон обратных квадратов для освещённости.

Оборудование и материалы: смартфон с предустановленным мобильным приложением Sensor Box for Android, лампочка, измерительная лента.

Практическая работа № 31. «Уровень шума»

Цель работы: определить самый шумный источник звука, порог слышимости человека.

Оборудование и материалы: смартфон с предустановленным мобильным приложением Sensor Box for Android, источник звука, программа Simple Tone Generator.

Практическая работа № 32. «Звуковые волны»

Цель работы: изучить график звуковой волны.

Оборудование и материалы: смартфон с предустановленным мобильным приложением Sound Oscilloscope и программой Simple Tone Generator.

Практическая работа № 33. «Клетка Фарадея»

Цель работы: определить, экранирует ли фольга радиоволны.

Оборудование и материалы: лист пищевой алюминиевой фольги, линейка, два смартфона.

Практическая работа № 34. «По волнам Wi-Fi»

Цель работы: исследовать затухание и поглощение электромагнитных волн.

Оборудование и материалы: смартфон с предустановленным мобильным приложением WiFi Analyzer, второй смартфон как точка доступа Wi-Fi.

Учебно-тематический план

№	Название практической работы	Цель работы	Оборудование и материалы	Количество часов	
				Теория	Практ.
1.	Практическая работа № 1. «Цифровые датчики. Общие характеристики. Физические эффекты, используемые в работе датчиков»	Изучить общие характеристики цифровых датчиков и физические эффекты, используемые в их работе.	Цифровые датчики, аналоговые приборы.	1,5	1,5
2.	Практическая работа № 2. «Изучение колебаний пружинного маятника»	Изучить гармонические колебания пружинного маятника.	Компьютер, датчик ускорения, рулетка, пружины, груз, скотч, штатив, весы.	1,5	1,5
3.	Практическая работа № 3. «Исследование изобарного процесса (закон Гей-Люссака)»	Проверить соотношение между изменениями объёма и температуры газа.	Компьютер, мультидатчик, термощуп, штатив, сосуд с поршнем, линейка.	1,5	1,5
4.	Практическая работа № 4. «Исследование изохорного процесса (закон Шарля)»	Проверить соотношение между изменениями давления и температуры газа.	Компьютер, мультидатчик, термощуп, штатив, сосуд с поршнем, линейка.	1,5	1,5

5.	Практическая работа № 5. «Закон Паскаля. Определение давления жидкостей»	Изучить закон Паскаля; исследовать изменения давления от высоты столба жидкости.	Штатив, мензурка, трубка, линейка, мультидатчик, компьютер или планшет.	1,5	1,5
6.	Практическая работа № 6. «Атмосферное и барометрическое давление. Магдебургские полушария»	Продемонстрировать и вычислить абсолютное и относительное давления.	Магдебургские полушария, грузы 5 и 10 кг, вакуумный насос, датчики давления, компьютер.	1,5	1,5
7.	Практическая работа № 7. «Изучение процесса кипения воды»	Изучить процесс кипения; построить график зависимости температуры от времени.	Электроплитка, пробирка, держатель, мультидатчик, температурный щуп, компьютер, соль.	1,5	1,5
8.	Практическая работа № 8. «Изучение процессов плавления и кристаллизации аморфного тела»	Определить температуру кристаллизации парафина.	Пробирка с парафином, держатель, стакан с горячей водой, компьютер, щуп.	1,5	1,5
9.	Практическая работа № 9. «Изучение смешанного соединения проводников»	Проверить основные законы смешанного соединения проводников.	Компьютер, мультидатчик (I, U), источник тока, резисторы, провода, ключ.	1,5	1,5
10.	Практическая работа № 10. «Определение КПД нагревательного элемента»	Определить КПД нагревательного элемента.	Мультидатчик (T, I, U), термощуп, источник тока, калориметр, нагреватель, мерный цилиндр.	1,5	1,5
11.	Практическая работа № 11. «Изучение закона Джоуля — Ленца»	Определить количество теплоты, выделяемое проводником с током.	Мультидатчик (I, U), источник тока, резистор, ключ, провода, штатив, калориметр, вода.	1,5	1,5
12.	Практическая работа № 12. «Изучение зависимости полезной мощности и КПД источника»	Изучить зависимость мощности и КПД от сопротивления нагрузки.	Мультидатчик (I, U), источник тока, реостат, ключ, соединительные провода.	1,5	1,5
13.	Практическая работа № 13. «Изучение закона Ома для полной цепи»	Проверить закон Ома для полной цепи; изучить режимы работы источников.	Мультидатчик (I, U), источник тока, 2 резистора, 3 ключа, соединительные провода.	1,5	1,5
14.	Практическая работа № 14. «Экспериментальная проверка правил Кирхгофа»	Экспериментально проверить законы Кирхгофа.	Мультидатчик (I, U), источник тока, 5 резисторов, 3 ключа, соединительные провода.	1,5	1,5
15.	Практическая работа № 15. «Исследование магнитного поля проводника с током»	Выявить зависимость индукции поля от силы тока и расстояния.	Мультидатчик, штативы, источник тока, проводник,	1,5	1,5

			линейка, реостат, ключ.		
16.	Практическая работа № 16. «Исследование явления электромагнитной индукции»	Исследовать явление электромагнитной индукции.	Мультидатчик, линейка, катушка-моток, полосовой магнит, трубка ПВХ, штатив.	1,5	1,5
17.	Практическая работа № 17. «Изучение магнитного поля соленоида»	Исследовать распределение индукции магнитного поля вдоль оси соленоида.	Мультидатчик (датчики тока и поля), источник тока, соединительные провода, соленоид.	1,5	1,5
18.	Практическая работа № 18. «Двухканальная приставка-осциллограф. Основные принципы работы»	Подключение осциллографа, настройка триггера, определение параметров осциллограммы.	Двухканальная приставка-осциллограф, блоки настроек, компьютер.	1,5	1,5
19.	Практическая работа № 19. «Измерение характеристик переменного тока осциллографом»	Получить сигналы различных форм, измерить амплитуду и период.	Двухканальная приставка-осциллограф, звуковой генератор, соединительные провода.	1,5	1,5
20.	Практическая работа № 20. «Активное сопротивление в цепи переменного тока»	Определить зависимость сопротивления от частоты и сдвиг фаз.	Осциллограф, звуковой генератор, два резистора по 360 Ом, провода.	1,5	1,5
21.	Практическая работа № 21. «Ёмкость в цепи переменного тока»	Определить зависимость сопротивления от частоты и сдвиг фаз для конденсатора.	Осциллограф, генератор, резистор 360 Ом, конденсатор 0,47 мкФ, провода.	1,5	1,5
22.	Практическая работа № 22. «Индуктивность в цепи переменного тока»	Определить зависимость сопротивления от частоты и сдвиг фаз для катушки.	Осциллограф, генератор, резистор 360 Ом, катушка 0,33 мГн, провода.	1,5	1,5
23.	Практическая работа № 23. «Изучение законов Ома для цепи переменного тока»	Проверить закон Ома для цепи переменного тока.	Датчик тока, датчик напряжения, источник переменного напряжения, реостат, катушка, конденсатор.	1,5	1,5
24.	Практическая работа № 24. «Последовательный резонанс»	Изучить явление электрического резонанса (резонанс напряжений).	Осциллограф, генератор, резистор 360 Ом, катушка 0,33 мГн, конденсатор 0,47 мкФ.	1,5	1,5
25.	Практическая работа № 25. «Параллельный резонанс»	Изучить явление электрического резонанса (резонанс токов).	Осциллограф, генератор, резистор 360 Ом, катушка 0,33 мГн, конденсатор 0,47 мкФ.	1,5	1,5
26.	Практическая работа № 26. «Диод в цепи переменного тока»	Исследовать прохождение переменного тока	Осциллограф, генератор, резистор 360 Ом, диод,	1,5	1,5

		через полупроводниковый диод.	соединительные провода.		
27.	Практическая работа № 27. «Действующее значение переменного тока»	Определить действующее значение переменного тока.	Осциллограф, генератор, резистор 360 Ом, милливольтметр переменного тока.	1,5	1,5
28.	Практическая работа № 28. «Затухающие колебания»	Изучение затухающих колебаний в колебательном контуре.	Осциллограф, генератор, резистор 360 Ом, катушка 0,33 мГн, конденсатор 0,47 мкФ.	1,5	1,5
29.	Практическая работа № 29. «Взаимоиндукция. Трансформатор»	Изучить принцип работы трансформатора.	Осциллограф, звуковой генератор, многообмоточный трансформатор, провода.	1,5	1,5
30.	Практическая работа № 30. «Тепловая карта освещённости»	Построить тепловую карту освещённости помещения.	Смартфон с приложением Sensor Box for Android.	1,5	1,5
31.	Практическая работа № 31. «Уровень шума»	Определить самый шумный источник звука, порог слышимости человека.	Смартфон, Sensor Box, программа Simple Tone Generator.	1,5	1,5
32.	Практическая работа № 32. «Звуковые волны»	Изучить график звуковой волны.	Смартфон, Sound Oscilloscope и Simple Tone Generator.	1,5	1,5
33.	Практическая работа № 33. «Клетка Фарадея»	Определить, экранирует ли фольга радиоволны.	Лист алюминиевой фольги, линейка, два смартфона.	1,5	1,5
34.	Практическая работа № 34. «По волнам Wi-Fi»	Исследовать затухание и поглощение электромагнитных волн.	Смартфон с приложением WiFi Analyzer, второй смартфон (точка доступа).	1,5	1,5