

муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение г. Апатиты  
«Основная общеобразовательная школа № 3»

Утверждена  
приказом МБОУ  
ООШ № 3 г. Апатиты  
от 30.08.2024 № 111



**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА  
ЕСТЕСТВЕННО – НАУЧНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ  
«Лабораториум» (физика)**

Срок реализации программы: 1 год обучения

Объем программы: 68 часов

Возраст учащихся: 13-16 лет

Разработчик: Кулакова Оксана Юрьевна,  
педагог дополнительного образования

г. Апатиты  
2024 г.

# И. КОМПЛЕКС ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ОБЩЕРАЗВИВАЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ

## 1.1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа (далее ДООП) ««Лабораториум» (физика) разработана на основе следующих нормативно-правовых документов:

1. Федеральный Закон «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 № 273ФЗ;

2. Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 27 июля 2022г. № 629 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»;

3. Письмо Министерства образования и науки Российской Федерации от 18 ноября 2015 года № 09-3242 «Методические рекомендации по проектированию дополнительных общеразвивающих программ»;

4. Распоряжение правительства Российской Федерации от 31 марта 2022 года № 678-р «Концепция развития дополнительного образования детей до 2030 года»;

5. Распоряжение правительства Российской Федерации от 29 мая 2015 года №996-р «Стратегия развития воспитания в Российской Федерации на период до 2025 года»;

6. «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи» (Постановление Главного государственного санитарного врача России от 28.09.2020 №СП 2.4.3648-20;

7. Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28.01.2021 года №2 «Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»;

8. Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 22.09.2021 № 652н «Об утверждении профессионального стандарта «Педагог дополнительного образования детей и взрослых»;

9. Устав МБОУ ООШ №3 г. Апатиты.

**Актуальность** данной программы заключается в развитии интереса к точным наукам, начиная уже со средней школы. Реализация программы будет проходить в центре

образования естественно - научного и технологического профилей «Точка роста» с помощью цифровых образовательных ресурсов и оборудования (**цифровая лаборатория «Releon»**).

Особенностью дополнительной общеразвивающей деятельности по физике в рамках кружковой работы является то, что она направлена на достижение обучающимися в большей степени личностных и метапредметных результатов. Правильное понимание физики и методов ее изучения позволяют обучающемуся сделать осознанный выбор дальнейшего направления обучения. На сегодняшний день данная задача стоит особо остро, поскольку в стране есть необходимость в стабильном притоке молодых специалистов в области высоких наукоемких технологий.

**Направленность** – естественнонаучная.

**Уровень программы** – базовый.

**Адресат программы:** программа рассчитана на учащихся возрастной категории 13-16 лет.

Для зачисления на общеразвивающую программу ««Лабораториум» (физика), учащимся не требуется владение специальными знаниями и умениями.

**Объем программы** – 68 часов.

**Форма обучения** – очная.

**Формы организации образовательного процесса** – групповая.

**Срок освоения программы** - 1 год.

Оценочная деятельность не предусмотрена.

## **1.2. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ПРОГРАММЫ**

**Цель:** дать возможность учащимся, интересующимся физикой, познакомиться с основными методами физической науки, овладеть измерительными и другими экспериментальными умениями.

### **Задачи:**

- познакомить учащихся с понятиями: физическая величина, измерительные приборы, методы измерения, погрешности измерения, экспериментальное исследование;
- обучить учащихся четкому использованию измерительных приборов;
- дать представление о методах физического экспериментального исследования как важнейшей части методологии физики и ряда других наук, развить интерес к исследовательской деятельности;

- научить учащихся, анализируя результаты экспериментального исследования, делать вывод в соответствии со сформулированной задачей;
- повысить интерес учащихся к изучению физики и проведению физического эксперимента.

В данной программе отдается предпочтение таким формам, методам обучения, которые:

- стимулируют обучающихся к постоянному пополнению знаний (беседы, викторины, олимпиады и т.д.);
- способствуют развитию творческого мышления, методы, обеспечивающие формирование интеллектуальных умений: анализ, синтез, сравнение, установление причинно-следственных связей, а также традиционные методы – беседа, наблюдения, опыт, эксперимент, практические работы.

На занятиях применяются здоровьесберегающие технологии.

### **1.3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ОБУЧАЮЩИМИСЯ ПРОГРАММЫ ВНЕУРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Достижение планируемых результатов в основной школе происходит в комплексе использования четырёх междисциплинарных учебных программ («Формирование универсальных учебных действий», «Формирование ИКТ-компетентности обучающихся», «Основы учебно-исследовательской и проектной деятельности», «Основы смыслового чтения и работы с текстом») и учебных программ по всем предметам, в том числе по физике. После изучения программы дополнительной общеразвивающей деятельности «Лабораториум» (физика) обучающиеся:

- систематизируют теоретические знания и умения по решению стандартных, нестандартных, технических и олимпиадных задач различными методами;
- выработают индивидуальный стиль решения физических задач;
- совершенствуют умения на практике пользоваться приборами, проводить измерения физических величин (определять цену деления, снимать показания, соблюдать правила техники безопасности);
- научатся пользоваться приборами, с которыми не сталкиваются на уроках физики в основной школе;
- разработают и сконструируют приборы и модели для последующей работы в кабинете физики.

– совершенствуют навыки письменной и устной речи в процессе написания исследовательских работ, инструкций к выполненным моделям и приборам, при выступлениях на научно – практических конференциях различных уровней.

– определяют дальнейшее направление развития своих способностей, сферу научных интересов, определяются с выбором дальнейшего образовательного маршрута, дальнейшего профиля обучения в старшей школе.

**Предметными результатами программы** дополнительной общеразвивающей деятельности являются:

1. умение пользоваться методами научного познания, проводить наблюдения, планировать и проводить эксперименты, обрабатывать результаты измерений;

2. научиться пользоваться измерительными приборами (датчик температуры, датчик давления, тесламетр, амперметр, вольтметр, осциллограф,), собирать несложные экспериментальные установки для проведения простейших опытов;

3. развитие элементов теоретического мышления на основе формирования умений устанавливать факты, выделять главное в изучаемом явлении, выявлять причинно-следственные связи между величинами, которые его характеризуют, выдвигать гипотезы, формулировать выводы;

4. развитие коммуникативных умений: докладывать о результатах эксперимента, кратко и точно отвечать на вопросы, использовать справочную литературу и другие источники информации.

**Метапредметными результатами** программы дополнительной общеразвивающей деятельности являются:

1. овладение навыками самостоятельного приобретения новых знаний, организации учебной деятельности, постановки целей, планирования, самоконтроля и оценки результатов своей деятельности, умениями предвидеть возможные результаты своих действий;

2. приобретение опыта самостоятельного поиска анализа и отбора информации с использованием различных источников и новых информационных технологий для решения экспериментальных задач;

3. формирование умений работать в группе с выполнением различных социальных ролей, представлять и отстаивать свои взгляды и убеждения, вести дискуссию;

4. овладение экспериментальными методами решения задач.

**Личностными результатами** программы дополнительной общеразвивающей деятельности являются:

1. сформированность познавательных интересов, интеллектуальных и творческих способностей учащихся;
2. самостоятельность в приобретении новых знаний и практических умений;
3. приобретение умения ставить перед собой познавательные цели, выдвигать гипотезы, доказывать собственную точку зрения;
4. приобретение положительного эмоционального отношения к окружающей природе и самому себе как части природы.

## II. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ ВНЕУРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

*Вводное занятие - 2 часа (Инструктаж по охране труда и техники безопасности)*

Введение в образовательную программу. Знакомство с участниками творческого объединения. Инструктаж по охране труда и технике безопасности при работе в лаборатории. План работы объединения. Мотивация на дальнейшее обучение.

Уточнить представления учащихся о том, кто такие учёные; познакомить с понятиями «наука» (познание), «гипотеза» (предположение), о способе познания мира – эксперименте; о назначении детской лаборатории, о правилах поведения в детской лаборатории.

Знакомьтесь: Лабораториум -2 часа

Знакомство с оборудованием в лаборатории.

### ИЗУЧЕНИЕ КОЛЕБАНИЙ ПРУЖИННОГО МАЯТНИКА

**Теория:** Одним из примеров синхронных колебаний можно назвать колебания, совершаемые пружинным маятником. Он, по своей сути, является грузом, который фиксируется к пружине с жесткостью  $k$ . Различают горизонтальные и вертикальные движения пружинного маятника. Очевидно, что всегда проще получить вертикальные колебания. Когда происходят вертикальные колебания в состоянии равновесия сила тяжести груза балансируется силой упругости растянутой пружины. Такое состояние равновесия груза используем как начало отсчета, и будем от данного значения определять растяжение пружины. Если растяжение пружины незначительное, то оно подчиняется закону Гука, и частота колебаний маятника определяется по формуле: (1) где:  $\nu_T$  – частота колебаний маятника;  $k$  – коэффициент жесткости пружины;  $m$  – масса груза. Отсюда следует, что частота колебаний пружинного маятника не взаимосвязана с амплитудой колебаний. Главный фактор – движения должны быть малыми по амплитуде. Учитывая, что нет взаимосвязи от амплитуды, то формула (1) объективна и с затухающими колебаниями, когда амплитуда сокращается с течением времени

**Практика:** выявить взаимосвязь периода колебаний пружинного маятника от массы груза и степени жесткости пружинного элемента

**Форма контроля:** Заполнение таблицы

**Оборудование:** штатив, датчик ускорения (акселерометр), пружины разной заданной жесткости, грузы по 100 г.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ВЫДЕЛЯЕМОГО ТЕПЛА ПРИ НАГРЕВАНИИ И ОХЛАЖДЕНИИ

**Теория:** Анализируя данные внутренней энергии, отметим, что она может преобразовываться как в процессе совершения работы, так и при теплопередаче (в этом случае работа не совершается). В процессе теплопередачи вырабатываемая энергия может передаваться телу за посредством теплопроводности, конвекции или излучения. Количество теплоты называется энергия, которую получает или теряет тело в процессе теплообмена. Количество теплоты зависит от массы тела, изменения его температуры и рода вещества тела:

Вода имеет высокую удельную теплоемкость. По этой причине все земные водоемы в теплое время года поглощают (а зимой отдают) большое количество теплоты, тем самым сглаживая сезонные перепады температуры.

**Практика:** выявить количество теплоты, отданное горячей водой и полученное холодной, в таком виде теплообмена

**Форма контроля:** Заполнение таблицы

**Оборудование:** датчик температуры, спиртовка, весы, 2 мерные емкости, калориметр.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ УДЕЛЬНОЙ ТЕПЛОТЫ ПЛАВЛЕНИЯ ЛЬДА

**Теория:** В данной лабораторной работе будут проанализированы такие процессы, как плавление веществ. Процесс плавления представляет собой трансформацию вещества из твердого состояния в жидкое. Количество теплоты, которое потребуется для начала процесса перехода из одного состояния вещества в другое, принято называть удельной теплотой плавления  $\lambda$  (Дж/кг). Удельную теплоту плавления льда можно определить калориметрическим методом. Для этого необходимо в калориметр с водой опустить небольшое количество льда. Формула теплового баланса:

**Практика:** рассчитать точные значения удельной теплоемкости льда

**Форма контроля:** Заполнение таблицы

**Оборудование:** калориметр, датчик температуры, емкость с тающим льдом, емкость с жидкостью, весы и грузы

## ИЗУЧЕНИЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО И ПАРАЛЛЕЛЬНОГО СОЕДИНЕНИЯ ПРОВОДНИКОВ

**Теория:** Существует три основных типа соединения проводников в электрической цепи – последовательное, параллельное и смешанное (рисунок 1). При последовательном соединении проводников (рисунок 1а) сила тока в любом участке цепи одинакова: При этом напряжение всей цепи определяется по формуле: (1) Используя в опыте закон Ома для всей цепи и для каждого участка в отдельности, имеем: С учетом (1) получим: **ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ** Оборудование: 2 резистора с различными сопротивлениями, датчики тока и напряжения, источник тока, реостат, ключ, соединительные провода. Цель: определить справедливость законов электрического тока для последовательного и параллельного соединения проводников. **ИЗУЧЕНИЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО И ПАРАЛЛЕЛЬНОГО СОЕДИНЕНИЯ ПРОВОДНИКОВ**  $I = I_1 = I_2$ .  $U = U_1 + U_2$ .  $U = IR$ ,  $U_1 = IR_1$ ,  $U_2 = IR_2$

**Практика:** определить справедливость законов электрического тока для последовательного и параллельного соединения проводников.

**Форма контроля:** Заполнение таблицы

**Оборудование:** резистора с различными сопротивлениями, датчики тока и напряжения, источник тока, реостат, ключ, соединительные провода.

## ИЗУЧЕНИЕ СМЕШАННОГО СОЕДИНЕНИЯ ПРОВОДНИКОВ

**Теория:** Существуют два основных метода соединения различных элементов между собой. Первый метод предполагает – последовательное соединение, второе – параллельное. Используя произвольные варианты соединения этих двух методов, можно добиться смешанного соединения проводников. Смешанное соединение проводников, как можно понять по его названию, по своей природе представляет комбинацию произвольных вариантов двух видов соединения. Вместе с тем в состав такого соединения допускается включать как отдельные резисторы, так и более сложные, комбинированные участки соединений. Для выполнения расчетов смешанного соединения потребуется разделить схему на простые участки, соединенные последовательно или параллельно. В частности, на 1-й схеме (рисунок 1) параллельно соединенные резисторы 2 и 3 можно заменить одним, сопротивление его вычисляется по правилам параллельного соединения. Определим

эквивалентную схему с двумя резисторами, включенными последовательно друг с другом. Их можно заменить одним, сопротивление которого равно общему сопротивлению

**Практика:** удостовериться в истинности основных законов смешанного соединения проводников

**Форма контроля:** Заполнение таблицы

**Оборудование:** источник тока, набор резисторов, цифровая лаборатория с датчиком тока и напряжения, ключ, соединительные провода.

## ИЗМЕРЕНИЕ РАБОТЫ И МОЩНОСТИ ТОКА

**Теория:** Проанализируем цепь (рисунок 1), к которой приложено постоянное напряжение  $U = \varphi_A - \varphi_B$ . За время  $t$  по цепи проходит заряд  $q$ . Электрическое поле, протекающее в проводнике, перенесет этот заряд за рассматриваемый промежуток времени из точки А в точку В. Работу сил электрического поля, или работу электрического тока, можно рассчитать по формуле: (1)

**Практика:** рассчитать мощность тока, а также совершенную им работу

**Форма контроля:** Заполнение таблицы

**Оборудование:** источник тока, цифровая лаборатория с датчиками тока и напряжения, соединительные провода, две лампочки различной мощности, резистор, ключ.

## ИЗУЧЕНИЕ ЗАКОНА ДЖОУЛЯ – ЛЕНЦА

**Теория:** Закон Джоуля – Ленца – прохождение электрического тока через проводник, обладающий сопротивлением, всегда сопровождается выделением теплоты. Впервые данный закон был сформулирован английским физиком Джеймсом Джоулем. Впоследствии данный закон был повторно доказан экспериментальным способом русским физиком Эмилем Ленцем. По закону Джоуля – Ленца, количество теплоты, выделившееся за время  $t$ , определяется по формуле:

**Практика:** выявить количество теплоты, которое выделяется при прохождении электрического тока

**Форма контроля:** Заполнение таблицы

**Оборудование:** источник тока, цифровая лаборатория с датчиками тока и температуры, калориметр, крышка для калориметра из теплоизолирующего материала, соединительные провода, резистор, ключ, штатив, нагреватель, емкость с жидкостью.

## ИЗУЧЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ МОЩНОСТИ И КПД ИСТОЧНИКА ОТ НАПРЯЖЕНИЯ НА НАГРУЗКЕ

**Теория:** Замкнутая электрическая цепь состоит из источника тока с ЭДС  $\varepsilon$  и внутренним сопротивлением  $r$ , и потребителя (нагрузки) с сопротивлением  $R$ . Сила тока в замкнутой цепи определяется законом Ома: Мощность тока на нагрузке определяется по формуле: (2) Подставляя (1) в (2), получим: Полезная мощность зависит от сопротивления нагрузки. При  $R = 0$  (такой режим работы источника называют коротким замыканием)  $U = 0$ ,  $P = 0$ . Если же  $R = \infty$  (при этом условии цепь разомкнута), то  $U = \varepsilon$ ,  $P = 0$ . Если же сопротивление  $R$  нагрузки меняется в пределах от 0 до  $\infty$ , то напряжение будет меняться от 0 до  $\varepsilon$ , полезная мощность при этом должна иметь максимальное значение при определенном значении  $R$ .

**Практика:** проанализировать зависимость зависимости мощности и коэффициента полезного действия (КПД) от сопротивления нагрузок.

**Форма контроля:** Заполнение таблицы

**Оборудование:** источник тока, реостат, цифровая лаборатория с датчиками тока и напряжения, ключ, соединительные провода.

## ИЗУЧЕНИЕ ЗАКОНА ОМА ДЛЯ ПОЛНОЙ ЦЕПИ

**Теория:** Полная цепь – цепь, содержащая источник тока, или же цепь, содержащая ЭДС. Для наглядного примера возьмем самый простой вариант – цепь с одним источником и одним потребителем (рисунок 1): Внешняя цепь (участок полной цепи без источника) характеризуется своим сопротивлением  $R$ . Источник же характеризуется своей ЭДС, а также внутренним сопротивлением  $r$  (сопротивление на внутреннем участке цепи). ЭДС источника равна сумме напряжений во внешнем и внутреннем участкам цепи: (1) где:  $U$  – напряжение на внешней цепи;  $U_r$  – падение напряжения на внутреннем сопротивлении источника тока. К внешней цепи можно применить закон Ома для участка цепи: (2) Через источник проходит точно такой же ток, поэтому (3)

**Практика:** удостовериться в истинности закона Ома для участка полной цепи, а также проанализировать режимы работы источника тока.

**Форма контроля:** Заполнение таблицы

**Оборудование:** 3 ключа, источник тока, 2 резистора, датчики тока и напряжения, соединительные провода.

## ИЗУЧЕНИЕ ЗАКОНОВ ОМА ДЛЯ ЦЕПИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

**Теория:** Переменным током называется ток, гармонически изменяющийся во времени по закону: где:  $I_0$  – амплитудное значение тока;  $\varphi$  – начальная фаза;  $\omega$  – циклическая частота. При прохождении переменного тока по проводнику в нем возникает ЭДС (электродвижущая сила) самоиндукции, пропорциональная изменению силы тока в единицу времени. Коэффициент пропорциональности  $L$  называется индуктивностью проводника и зависит от формы и размеров проводника, а также от магнитных свойств окружающей среды. За единицу индуктивности в международной системе измерений принято использовать 1 Гн (генри). В данном случае идет речь об индуктивности определенного проводника, где изменение силы тока на 1 ампер за 1 секунду создает электродинамическую силу самоиндукции в 1 вольт. Что касается линейных проводников, то по большей части они имеют низкую индуктивность. Высокую индуктивность демонстрируют катушки индуктивности, которые включают в свой состав значительное число оборотов. Если же смотреть на образуемое сопротивление проволоки, из которой и состоит катушка индуктивности, то такое сопротивление принято именовать активным сопротивлением. При наличии сопротивления в цепи, уместно говорить и о выделении энергии. Например, если приложить переменное напряжение к концам проводника с активным сопротивлением  $R$ , как это видно из рисунка 1, величина которого в момент времени  $t$  рассчитывается по такой формуле: где  $U_0$  – амплитудное значение напряжения.

**Практика:** проанализировать такое физическое явление, как резонанс в цепи переменного тока, а также удостовериться в истинности закона Ома

**Форма контроля:** Заполнение таблицы

**Оборудование:** реостат, источник переменного напряжения, катушка индуктивности, датчики тока и напряжения, конденсатор, соединительные провода.

## ИЗУЧЕНИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ СОЛЕНОИДА

**Теория:** Соленоид представляет собой разновидность катушки индуктивности. Как правило, под термином «соленоид» принято понимать цилиндрическую обмотку из провода, длина которой в несколько раз больше диаметра провода. На практике можно встретить соленоиды, выполненные как в виде однослойной обмотки, так и многослойной. В тех ситуациях, когда длина обмотки в несколько раз превышает диаметр намотки, то в полости соленоида при подаче в него электрического тока формируется магнитное поле, близкое к однородному. Вместе с тем магнитное поле представляет собой достаточно однородную среду, кроме пространства около концов, где оно ослабевает, а линии напряженности

расходятся. При этом за пределами соленоида магнитное поле чаще всего отсутствует полностью.

**Практика:** проанализировать распределение индукции магнитного поля вокруг оси соленоида

**Форма контроля:** Заполнение таблицы

**Оборудование:** реостат, цифровая лаборатория с датчиками тока и магнитного поля, соленоид, источник тока.

## ЗАКОН ПАСКАЛЯ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДАВЛЕНИЯ ЖИДКОСТИ

**Теория:** В жидкостях частицы достаточно подвижны. Именно этим и обусловлено то, что частицы лишены собственной формы, но обладают собственным объемом, сопротивляются сжатию и растяжению, а также обладают высокой текучестью. Жидкости в спокойном состоянии обладают двумя типами статического давления. В первом случае речь идет о гидравлическом, во втором – о внешнем давлении. Когда на жидкость действует сила земного притяжения, она оказывает давление на дно и стенки сосуда, а также на другие тела, которые предварительно были погружены в данную жидкость. Если мы говорим о гидростатическом давлении, то здесь давление обусловлено весом столба жидкости. Давление жидкости в сосуде на разных высотах различно. Если жидкость находится в емкости цилиндрической формы, с площадью сечения сосуда  $S$ , а высота столба жидкости составляет  $h$ . Тогда: Отметим, что гидравлическое давление зависит от плотности  $\rho$  жидкости, а также от силы ускорения  $g$  свободного падения, и от глубины  $h$ , на которой находится рассматриваемая точка. Данное значение не зависит от формы столба жидкости. Для расчета значений глубины необходимо отсчитывать по вертикали от рассматриваемой точки до уровня свободной поверхности жидкости. Если мы анализируем жидкость, которая находится в невесомости, то гидравлическое давление здесь будет полностью отсутствовать. Если же говорить о внешнем давлении на жидкость, то оно характеризуется сжатием жидкости под воздействием внешних сил. Для расчета этих значений необходимо использовать формулу: где:  $F_n$  – модуль силы, действующий перпендикулярно выделенной площадке;  $S$  – площадь. Пример внешнего давления: атмосферное давление, а также давление, создаваемое в гидравлических системах. В ч

**Практика:** ознакомиться и проанализировать закон Паскаля

**Форма контроля:** Заполнение таблицы

**Оборудование:** трубка, линейка, штатив, цифровая лаборатория с датчиком давления 10 кПа, рабочая емкость.

## АТМОСФЕРНОЕ И БАРОМЕТРИЧЕСКОЕ ДАВЛЕНИЕ. МАГДЕБУРГСКИЕ ПОЛУШАРИЯ

**Теория:** Давление – это физическая величина, численно равная силе действующей на единицу площади поверхности перпендикулярно к этой поверхности. Давление в международной системе СИ измеряется в паскалях Па. Далее проанализируем, какие бывают виды давлений (рисунок 1). **ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ** Оборудование: прибор для демонстрации атмосферного давления (магдебургские полушария), груз 5 кг, груз 10 кг, датчик атмосферного и относительного давления, вакуумный насос. Цель: продемонстрировать и рассчитать абсолютное и барометрическое давление.

**АТМОСФЕРНОЕ И БАРОМЕТРИЧЕСКОЕ ДАВЛЕНИЕ. МАГДЕБУРГСКИЕ ПОЛУШАРИЯ** Если говорить об абсолютном давлении, то это истинное давление, которое отсчитывается от абсолютного нуля давления (абсолютного вакуума). На практике значение абсолютного нуля давления достигнуть невозможно. Под барометрическим давлением принято понимать абсолютное давление земной атмосферы. Название такому давлению было придумано благодаря измерительному оборудованию барометру, который как известно определяет атмосферное давление в определенный момент времени при определенной температуре и на определенной высоте над уровнем моря. Относительно этого давления определяются избыточное давление и вакуум

**Практика:** продемонстрировать и рассчитать абсолютное и барометрическое давление

**Форма контроля:** Заполнение таблицы

**Оборудование:** прибор для демонстрации атмосферного давления (магдебургские полушария), груз 5 кг, груз 10 кг, датчик атмосферного и относительного давления, вакуумный насос.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ УДЕЛЬНОЙ ТЕПЛОЕМКОСТИ ВЕЩЕСТВА

**Теория:** Наиболее характерным вариантом определения роста внутренней энергии тела можно назвать классический теплообмен. При возникновении такого явления внутренняя энергия трансформируется на значения, идентичные объему передаваемой теплоты  $Q$ . Как показывает практический опыт, в процессе нагревания идентичного объема разных веществ, но при одинаковых температурных значениях, необходимо различное количество выделяемого тепла. А чтобы его определить, необходимо использовать формулу: (1) где:  $m$  – масса тела;  $\Delta t$  – изменение температуры тела;  $c$  – удельная теплоемкость вещества. Удельной теплоемкостью вещества называется физическая величина, численно равная количеству

теплоты, которое необходимо для нагревания 1 кг вещества на 1 °С. Отдельно отметим, что удельная теплоемкость может существенно отличаться у одного и того же материала/вещества, если оно имеет разные агрегатные состояния (на примере воды в жидком и твердом состоянии эти показатели могут отличаться ровно в два раза).

**Практика:** рассчитать точные значения удельной теплоемкости железа.

**Форма контроля:** Заполнение таблицы

**Оборудование:** нагреватель, штатив, калориметр, железная гирька 0,5 кг, крышка для калориметра из теплоизолирующего материала, емкость с водой, цифровая лаборатория с датчиком температуры.

## ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА КИПЕНИЯ ВОДЫ

**Теория:** Кипением называется интенсивное парообразование по всему объему сосуда, при котором внутри жидкости растут и поднимаются вверх пузырьки пара. Состояние кипения воды имеет несколько стадий:

- на первой стадии происходит нагрев воды, кислород на дне сосуда постепенно высвобождается и поднимается на поверхность воды. Чем более продолжительно нагревается вода, тем большее число пузырьков воздуха высвобождается;
- второй этап кипения воды сопровождается массовым высвобождением кислорода, вызывающий сначала уменьшение ее прозрачности, которое затем переходит в «побеление». Такой процесс непродолжителен по времени;
- на третьем, финальном этапе кипения воды высвобождение пузырьков воздуха еще более интенсивно, кипение сопровождается обилием брызг и появлением пара. Температура, при которой кипит жидкость, называется температурой кипения. Температура кипения зависит от давления, оказываемого на свободную поверхность жидкости. При увеличении этого давления рост и подъем пузырьков внутри жидкости начинается при большей температуре, при уменьшении давления – при меньшей температур

**Практика:** выполнить практические упражнения, проанализировать, охарактеризовать и обосновать процессы нагрева и закипания рабочей жидкости, подготовить график зависимости температурных значений воды от времени

**Форма контроля:** Заполнение таблицы

**Оборудование:** Оборудование: штатив, спиртовка, цифровая лаборатория с индикатором температурных значений, рабочая емкость, соль.

## ИЗМЕРЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ ПРОВОДНИКА (ЗАКОН ОМА ДЛЯ УЧАСТКА ЦЕПИ)

**Теория:** Электрическое сопротивление – физическая величина, характеризующая свойства проводника препятствовать прохождению электрического тока. Сопротивление (часто обозначается буквой  $R$  или  $r$ ) считается, в определенных пределах, постоянной величиной для данного проводника. Основываясь на законе Ома для участка цепи, его можно рассчитать как где:  $R$  – сопротивление;  $U$  – разность электрических потенциалов (напряжение) на концах проводника;  $I$  – сила тока, протекающего между концами проводника под действием разности потенциалов

**Практика:** удостовериться в истинности утверждения, что сила тока в проводнике прямо пропорциональна приложенному напряжению на его концах, овладеть навыками выполнения измерений сопротивления проводника, используя для этого вольтметр и амперметр

**Форма контроля:** Заполнение таблицы

**Оборудование:** источник постоянного тока, исследуемый проводник (никелиновая спираль), реостат, цифровая лаборатория с датчиками тока и напряжения, ключ, соединительные провода.

## ПОЛУЧЕНИЕ ТЕПЛОТЫ ПРИ ТРЕНИИ И УДАРЕ

**Теория:** Специфика сил трения состоит в том, что работа, совершенная против сил трения, не переходит полностью в механическую энергию; вследствие этого полная механическая энергия тел уменьшается. Однако энергия не исчезает бесследно. Прежде всего движение тел при наличии трения ведет к их нагреванию. Трансформация энергии из одного вида в другой осуществляется в том числе и при ударе тел друг о друга. В это время материалы подвергаются определенной деформации, что приводит к изменению взаимного расположения частиц тела. Это ведет к изменению потенциальной энергии частиц наряду с кинетической энергией. Энергия движения и взаимодействия частиц, из которых состоит тело, называется внутренней энергией тела. Из чего следует, что уменьшение механической энергии системы в телах напрямую взаимосвязано с ростом их внутренней энергии. Полная энергия, равная сумме внутренней и механической энергий, всегда при любых процессах остается неизменной

**Практика:** проанализировать процесс перехода механической энергии во внутреннюю

**Форма контроля:** Заполнение таблицы

**Оборудование:** 2 доски, цифровая лаборатория с датчиком давления, 2 свинцовые пластинки, молоток.

## РЕОСТАТ. УПРАВЛЕНИЕ СИЛОЙ ТОКА В ЦЕПИ. ДЕЛИТЕЛЬ НАПРЯЖЕНИЯ

**Теория:** Реостат (потенциометр, переменное сопротивление, переменный резистор) – элемент электрической схемы, служащий для регулировки силы тока и напряжения в электрической цепи путем получения требуемой величины сопротивления. Как правило, состоит из проводящего элемента с устройством регулирования электрического сопротивления. Изменение сопротивления может осуществляться как плавно, так и ступенчато. Изменением сопротивления цепи, в которую включен реостат, возможно достичь изменения величины тока или напряжения. При необходимости изменения тока или напряжения в небольших пределах реостат включают в цепь параллельно или последовательно. Для получения значений тока и напряжения от нуля до максимального значения применяется потенциометрическое включение реостата, являющегося в данном случае регулируемым делителем напряжения. Использование реостата возможно как в качестве электроизмерительного прибора, так и прибора в составе электрической или электронной схемы.

**Практика:** показать и объяснить принцип действия реостата, как регулятора тока в цепи, а также продемонстрировать его функцию в качестве делителя напряжения

**Форма контроля:** Заполнение таблицы

**Оборудование:** источник питания, реостат, низковольтная лампа на подставке, цифровая

## ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК В ЭЛЕКТРОЛИТАХ

**Теория:** Электролиты – это водные растворы солей, кислот и щелочей, содержащие большую концентрацию ионов, обеспечивающих прохождение электрического тока. Главное свойство электролитов – способность к электролитической диссоциации, то есть к распаду молекул при взаимодействии с молекулами воды (или других растворителей) на заряженные ионы. Наряду с диссоциацией в растворе наблюдается обратный процесс – рекомбинация ионов, в результате которой появляются нейтральные молекулы

**Практика:** провести эксперимент по прохождению тока в жидких средах

**Форма контроля:** Заполнение таблицы

**Оборудование:** панелька с 2 электродами, 4 стакана с чистой водой, пищевая соль, сахар, раствор серной кислоты, лампа электрическая на 15-25 Вт на подставке, цифровая лаборатория с датчиком тока, пипетка, штатив, палочка стеклянная, провода соединительные, проводник соединительный на изолирующей ручке.

## ИССЛЕДОВАНИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ ПРОВОДНИКА С ТОКОМ

**Теория:** Общеизвестный факт, что электрический ток провоцирует образование магнитных волн. Чтобы подтвердить данное утверждение, целесообразно обратиться к ранее проанализированному опыту Эрстеда, когда проводник с током заставляет отклониться магнитную стрелку. Вместе с тем заряд в спокойном состоянии не способен заставить стрелку двигаться. В пространстве, окружающем проводник с током, возникает магнитное поле. При этом данное поле имеет свой вектор движения и характеризуется вектором магнитной индукции. Анализируя бесконечно длинный прямой провод с током в воздушной среде, можно понять, что индукция магнитного поля в произвольной точке может быть определена с помощью формулы:

**Практика:** определить корреляции индукции магнитного поля проводника с током от силы тока и дальности до конкретного проводника.

**Форма контроля:** Заполнение таблицы

**Оборудование:** реостат, штативы, цифровая лаборатория с датчиками тока и магнитного поля, источник тока, проводник, линейка, ключ.

#### ДЕМОНСТРАЦИЯ РАБОТЫ ЭЛЕКТРОМАГНИТА

**Теория:** Электромагнит – устройство, создающее магнитное поле при прохождении электрического тока. Традиционно электромагнит включает в себя обмотку, а также сердечник на основе ферромагнита, который приобретает свойства магнита при прохождении по обмотке электрического тока. В электромагнитах, предназначенных, прежде всего, для создания механического усилия, также присутствует якорь (подвижная часть магнитопровода), передающий усилие. Применение электромагнитов широко используется в различных промышленных отраслях. В частности, электромагниты используются в реле, электровонках, а также для погрузки и разгрузки металлолома

**Практика:** на практике провести опыт по работе электромагнита

**Форма контроля:** Заполнение таблицы

**Оборудование:** соединительные провода, источник питания, электромагнит, цифровая лаборатория с датчиками тока и магнитного поля, реостат, ключ, магнитная стрелка.

#### САМОИНДУКЦИЯ ПРИ ЗАМЫКАНИИ И РАЗМЫКАНИИ ЦЕПИ

**Теория:** Любой замкнутый контур обладает таким специфическим свойством, как индуктивность. При изменении силы тока в контуре изменяется и связанный с ним магнитный поток, пронизывающий его. В результате этого изменения в цепи возникнет дополнительный индукционный ток за счет электромагнитной индукции. Такое явление

называется самоиндукцией, а возникающий при этом ток – током самоиндукции. Индуктивность контура зависит от его геометрических размеров и магнитной проницаемости среды, в которой он находится. Токи самоиндукции всегда направлены так, чтобы препятствовать изменениям тока в цепи, т. е. направлены противоположно току, создаваемому источником. При выключении тока дополнительные токи имеют то же направление, что и ослабевающий ток. Поэтому наличие индуктивности в цепи приводит к замедлению исчезновения или установления тока в цепи.

**Практика:** провести эксперимент на задержку нарастания и падения тока при выполнении замыкания и размыкания электрической цепи.

**Форма контроля:** Заполнение таблицы

**Оборудование:** неоновая лампа, трансформатор универсальный, реостат, маловольтные лампы на подставках, ключ, цифровая лаборатория с датчиком тока, соединительные провода.

## ИЗМЕРЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ПЕРЕМЕННОГО ТОКА ОСЦИЛЛОГРАФОМ

**Теория:** Под термином «переменный ток» принято понимать такой вид электрического тока, который с течением времени изменяется по величине и/или направлению. Под термином «периодический переменный ток» принято понимать такой вид электрического тока, который через равные промежутки времени повторяет полный цикл своих изменений, возвращаясь к своей исходной величине. Чтобы вызвать в цепи такой ток, используются источники переменного тока, создающие переменную ЭДС, периодически изменяющуюся по величине и направлению. Такие источники называются генераторами переменного тока. Переменным синусоидальным током называется ток, гармонически изменяющийся во времени по закону синуса: где:  $I_0$  – амплитудное значение тока;  $\varphi$  – начальная фаза;  $\omega$  – циклическая частота. Для сравнения разных переменных токов существуют величины, которые характеризуют тот или иной ток. К таким параметрам относятся: период, амплитуда и частота переменного тока. Период – это промежуток времени, в течение которого совершается один полный цикл изменения тока. Период измеряют в секундах и обозначают буквой  $T$ . Число полных циклов изменения тока, совершаемых за 1 секунду, называется частотой переменного тока и обозначается буквой  $f$ . Максимальное значение переменного тока, которое достигается за один период, называется амплитудой переменного тока. Осциллограф – это контрольно–измерительный прибор для исследования и визуализации электрических сигналов, а также определения амплитудных и временных параметров электрического сигнала. Они воспроизводят в графическом виде различные электрические колебания. Чаще всего с помощью осциллографа наблюдается зависимость напряжения от

времени в декартовой системе координат, где по горизонтальной оси  $X$  – время, по вертикальной  $Y$  – напряжение, другими словами, осциллограф делает временную развертку сигнала.

**Практика:** используя осциллограф, провести измерение формы, периода и амплитуды переменного тока

**Форма контроля:** Заполнение таблицы

**Оборудование:** звуковой генератор, двухканальный осциллограф, соединительные провода.

## АКТИВНОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ В ЦЕПИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

**Теория:** Переменным синусоидальным током называется ток, гармонически изменяющийся во времени по закону синуса: где:  $I_0$  – амплитудное значение тока;  $\varphi$  – начальная фаза;  $\omega$  – циклическая частота. Например, в ситуациях, когда к краям проводника, имеющего активное сопротивление  $R$ , приложено переменное напряжение, значение которого в каждый отрезок времени  $t$  можно рассчитать следующим образом: где  $U_0$  – амплитудное значение напряжения. Соответственно, в проводнике формируется переменный электрический ток, сила которого в идентичный промежуток времени рассчитывается по закону Ома: В данном случае ток и напряжение изменяются синфазно, сдвиг фаз между ними равен нулю. Чтобы рассчитать амплитудные значения силы тока, необходимо:

**Практика:** для активной нагрузки выявить взаимосвязь сопротивления от частоты переменного тока, а также сдвиг фаз между током и напряжением

**Форма контроля:** Заполнение таблицы

**Оборудование:** звуковой генератор, двухканальный осциллограф, 2 резистора 360 Ом, соединительные провода.

## ЕМКОСТЬ В ЦЕПИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

**Теория:** Переменным синусоидальным током называется ток, гармонически изменяющийся во времени по закону синуса: где:  $I_0$  – амплитудное значение тока;  $\varphi$  – начальная фаза;  $\omega$  – циклическая частота. (1) где: Величина называется емкостным сопротивлением

**Практика:** для конденсатора определить зависимость сопротивления от частоты переменного тока, а также сдвиг фаз между током и напряжением

**Форма контроля:** Заполнение таблицы

**Оборудование:** звуковой генератор, резистор 360 Ом, двухканальный осциллограф, конденсатор 0,47 мкФ, соединительные провода.

## ИНДУКТИВНОСТЬ В ЦЕПИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

**Теория:** Переменным синусоидальным током называется ток, гармонически изменяющийся во времени по закону синуса: где:  $I_0$  – амплитудное значение тока;  $\varphi$  – начальная фаза;  $\omega$  – циклическая частота. Если участок цепи состоит из конденсатора, емкость которого  $C$ , то ток где: Роль сопротивления в этом случае играет величина  $X_L = \omega L$ , которую называют индуктивным сопротивлением. Ток через индуктивность отстает по фазе от приложенного напряжения на  $\pi/2$ . Если участок цепи состоит из соединенных последовательно индуктивности  $L$  и активного сопротивления  $R$  (рисунок 1), то ток где:  $\varphi$  – сдвиг фаз между током и напряжением, и Величина  $Z = \sqrt{R^2 + (\omega L)^2}$  носит название полного сопротивления, так как она играет в формуле (1) ту же роль, что и активное сопротивление в законе Ома.

**Практика:** для катушки индуктивности определить зависимость сопротивления от частоты переменного тока, а также сдвиг фаз между током и напряжением.

**Форма контроля:** Заполнение таблицы

**Оборудование:** соединительные провода, звуковой генератор, резистор 360 Ом, катушка индуктивности 0,33 мГн, двухканальный осциллограф.

## ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫЙ РЕЗОНАНС

**Теория:** Переменным синусоидальным током называется ток, гармонически изменяющийся во времени по закону синуса: где:  $I_0$  – амплитудное значение тока;  $\varphi$  – начальная фаза;  $\omega$  – циклическая частота. В случае, когда в цепь включены последовательно активное сопротивление  $R$ , индуктивность  $L$  и емкость  $C$ ,

**Практика:** проанализировать явление резонанса для последовательного колебательного контура.

**Форма контроля:** Заполнение таблицы

**Оборудование:** катушка индуктивности 0,33 мГн, звуковой генератор, двухканальный осциллограф, резистор 360 Ом, конденсатор 0,47 мкФ, соединительные провода.

## ПАРАЛЛЕЛЬНЫЙ РЕЗОНАНС

**Теория:** Переменным синусоидальным током называется ток, гармонически изменяющийся во времени по закону синуса: где:  $I_0$  – амплитудное значение тока;  $\varphi$  – начальная фаза;  $\omega$  – циклическая частота. Для параллельно соединенных емкости и индуктивности токи через них сдвинуты по фазе относительно напряжения на углы  $+\pi/2$  и  $-\pi/2$  и суммарный ток может стать  $I = I_C + I_L = 0$ . Из чего следует, что ток через участок цепи не протекает, а полное

сопротивление приближается к бесконечности. Такая особенность называется резонансом тока. Он проявляет себя при равенности реактивных проводимостей емкости и индуктивности. Условие представляется возможным выразить следующим образом

**Практика:** проанализировать явление резонанса для параллельного колебательного контура.

**Форма контроля:** Заполнение таблицы

**Оборудование:** звуковой генератор, резистор 360 Ом, соединительные провода, катушка индуктивности 0,33 мГн, конденсатор 0,47 мкФ, двухканальный осциллограф

## ДИОД В ЦЕПИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

**Теория:** В металлах наблюдается высокая концентрация свободных электронов, поэтому сопротивление металлов электрическому току незначительно. В диэлектриках концентрация свободных электронов очень мала, а их сопротивление значительно. В отношении электрического сопротивления полупроводники занимают промежуточное положение между металлами и диэлектриками. Электрические свойства полупроводников резко меняются под воздействием изменения температуры, освещения, примесей. В отличие от металлов, при понижении температуры сопротивление полупроводников увеличивается, притом значительно. Последняя особенность полупроводников объясняется тем, что плотность свободных электронов в них уменьшается с понижением температуры. К полупроводникам относятся многие элементы третьей, четвертой и шестой групп таблицы Менделеева, многие окислы металлов, сульфиды и некоторые другие соединения. В полупроводниках проводимость объясняется подвижностью свободных электронов (проводимость n-типа) и подвижностью дырок (проводимость p-типа). Дырки – это связи атомов, не занятые электронами. В электрическом поле дырки ведут себя как положительные носители тока и, в противоположность свободным электронам, движутся по направлению поля. Чистые полупроводники обладают смешанной проводимостью (проводимость p-n типа), такая проводимость называется электронно-дырочной проводимостью. У чистых полупроводников концентрация свободных электронов равна концентрации дырок. На практике большое значение приобрели полупроводники с наличием у них примесей. Примеси порядка снижают сопротивление и обуславливают большое содержание свободных электронов или дырок. Очень хорошо изучены и получили широкое применение полупроводники из кремния и германия. Небольшие добавки к ним элементов пятой группы (фосфор, мышьяк) резко увеличивают концентрацию свободных электронов (донорная примесь). Полупроводники с такими примесями являются проводниками n-типа (основные носители тока – свободные электроны). Добавление же к кремнию элемента третьей группы (например, бора) порождает

дополнительные дырки (акцепторная примесь). Полупроводники с такой примесью обладают проводимостью р-типа (основные носители тока – дырки). При контакте полупроводника n-типа с полупроводником р-типа образуется р-n переход, имеющий большое практическое значение. р-n переход является основной частью полупроводникового диода

**Практика:** проанализировать особенности прохождения переменного электрического тока через полупроводниковый диод

**Форма контроля:** Заполнение таблицы

**Оборудование:** двухканальный осциллограф, звуковой генератор, соединительные провода, резистор 360 Ом, полупроводниковый диод.

## ДЕЙСТВУЮЩЕЕ ЗНАЧЕНИЕ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

**Теория:** Действующее (эффективное или среднеквадратичное) значение переменного тока равно величине такого постоянного тока, который за время одного периода переменного тока производит равную работу. Чтобы рассчитать действующее значение тока, используйте формулу: Соответственно, действующее значение зависит от формы переменного тока и не зависит от его частоты. Для синусоидального тока действующее значение может быть выражено как где  $I_0$  – амплитудное значение тока. Для треугольного или пилообразного Для прямоугольного где  $D$  – коэффициент заполнения

**Практика:** определить действующее значение переменного тока.

**Форма контроля:** Заполнение таблицы

**Оборудование:** резистор 360 Ом, звуковой генератор, соединительные провода, милливольтметр переменного тока, двухканальный осциллограф.

## ЗАТУХАЮЩИЕ КОЛЕБАНИЯ

**Теория:** Затухающие колебания – колебания, энергия которых уменьшается с течением времени. В природе не существует бесконечных свободных колебаний, поскольку энергия будет рассеиваться на необратимые процессы, определяющие сопротивление среды, например, на излучение тепла в активной нагрузке. Рассмотрим случай колебательного электрического контура, который состоит из соединенных друг с другом конденсатора и катушки индуктивности. Если конденсатор заряжен до напряжения  $U_0$ , то его энергия составит: Если соединить конденсатор с катушкой индуктивности, то в цепи потечет ток  $I$ . Это вызовет в катушке электродвижущую силу (ЭДС) самоиндукции, которая будет направлена на уменьшение тока в данной цепи. Ток, вызванный этой ЭДС, в начальный момент будет равен току разряда конденсатора, то есть результирующий ток будет равен

нулю. Магнитная энергия катушки в этот (начальный) момент равна нулю. Затем результирующий ток в цепи будет возрастать, а энергия из конденсатора будет переходить в катушку до полного разряда конденсатора. В этот момент электрическая энергия конденсатора  $E_c = 0$ . Магнитная же энергия, сосредоточенная в катушке, станет максимальной и равна: После этого начнется перезарядка конденсатора, то есть зарядка конденсатора напряжением другой полярности. Перезарядка будет проходить до тех пор, пока магнитная энергия катушки не перейдет в электрическую энергию конденсатора. При этом сам конденсатор станет обладать зарядом, который равен значению  $U_0$ . Таким образом, в цепи возникают колебания, длительность которых будет обратно пропорциональна потерям энергии в представленном контуре. Эти потери обусловлены в основном преобразованием энергии контура в тепло при протекании электрического тока в проводах.

**Практика:** изучить и проанализировать затухающие колебания в колебательном контуре.

**Форма контроля:** Заполнение таблицы

**Оборудование:** резистор 360 Ом, конденсатор 0,47 мкФ, звуковой генератор, двухканальный осциллограф, катушка индуктивности 0,33 мГн, соединительные провода.

## ВЗАИМОИНДУКЦИЯ. ТРАНСФОРМАТОР

**Теория:** Трансформатор – электромагнитное устройство, имеющее две или более индуктивно связанные обмотки и предназначенное для преобразования посредством электромагнитной индукции одной системы переменного тока в другую систему с сохранением частоты. Конструктивно трансформатор может состоять из одной или нескольких изолированных проволочных или ленточных обмоток, намотанных обычно на сердечник из ферромагнитного магнитомягкого материала. Работа трансформатора основана на двух принципах: 1. Изменяющийся во времени электрический ток создает изменяющееся во времени магнитное поле (электромагнетизм). 2. Изменение магнитного потока, проходящего через обмотку, создает ЭДС в этой обмотке (электромагнитная индукция). Переменный ток, протекающий в первичной обмотке, создает в сердечнике переменное магнитное поле. Магнитное поле передается через сердечник во вторичную обмотку, что приводит к возникновению ЭДС индукции во вторичной обмотке. Так как ЭДС отдельных витков направлены согласованно и складываются, результирующие ЭДС индукции  $\varepsilon_1$  в первичной и  $\varepsilon_2$  во вторичной обмотках идентичны общему количеству витков здесь. Отношение ЭДС индукции в обмотках: Если сопротивлением обмоток пренебречь, то ЭДС индукции в них равны напряжению на их зажимах  $\varepsilon_1 \approx U_1$  и  $\varepsilon_2 \approx U_2$ . Тогда коэффициент трансформации напряжения  $k$  может быть определен

**Практика:** ознакомиться и проанализировать принцип работы трансформатора.

**Форма контроля:** Заполнение таблицы

**Оборудование:** соединительные провода, звуковой генератор, двухканальный осциллограф, многообмоточный трансформатор.

### ЗАКОН ОМА ДЛЯ УЧАСТКА ЦЕПИ

**Теория:** Еще в начале XIX века, а именно в 1826 году, выдающемуся немецкому физику Георгу Симону Ому удалось на практике при проведении профильных экспериментов доказать, что сила тока  $I$ , который протекает по однородному металлическому проводнику, пропорциональна напряжению  $U$  на концах проводника и обратно пропорциональна сопротивлению  $R$  проводника. Данное определение выражает закона Ома для однородного участка цепи. Анализируя такое понятие, как электрическое сопротивление, отметим, что это физическая величина, характеризующая свойства проводника препятствовать прохождению электрического тока. Сопротивление (обозначается буквой  $R$ ) и считается постоянной величиной для данного проводника. Опираясь на закон Ома для участка цепи, его можно рассчитать следующим образом:  $I = \frac{U}{R}$  где:  $R$  – сопротивление;  $U$  – напряжение, разность электрических потенциалов на концах проводника;  $I$  – сила тока, протекающего между концами проводника под действием разности потенциалов.

**Практика:** удостовериться в истинности закона Ома для участка цепи, а также овладеть навыками корректного измерения сопротивления проводника при помощи вольтметра и амперметра.

**Форма контроля:** Заполнение таблицы

**Оборудование:** соединительные провода, регулируемый источник тока, резистор сопротивлением 1000 Ом, датчики тока и напряжения, ключ.

### ЗАКОНА ОМА ДЛЯ ПОЛНОЙ ЦЕПИ

**Теория:** Полная цепь – цепь, содержащая источник тока, или же цепь, содержащая источник ЭДС. Для наглядного примера возьмем самый простой вариант – цепь с одним источником ЭДС и одним потребителем (рисунок 1). **ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ** Оборудование: источник тока с питанием от USB, ключ, датчики тока и напряжения, резистор сопротивлением 360 Ом, соединительные провода. Цель: удостовериться в истинности закона Ома для полной цепи.

Внешняя цепь (участок полной цепи без источника) характеризуется своим сопротивлением  $R$ . Источник же характеризуется своей ЭДС, а также сопротивлением  $r$  (внутреннее

сопротивление источника тока). ЭДС равна сумме падений напряжений на внешней цепи и на самом источнике: (1) где:  $U$  – напряжение на внешней цепи;  $U_r$  – падение напряжения на внутреннем сопротивлении источника тока. К внешней цепи можно применить закон Ома для участка цепи: (2)

**Практика:** удостовериться в истинности закона Ома для полной цепи

**Форма контроля:** Заполнение таблицы

**Оборудование:** источник тока с питанием от USB, ключ, датчики тока и напряжения, резистор сопротивлением 360 Ом, соединительные провода.

## ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЕ СОЕДИНЕНИЕ ПРОВОДНИКОВ

**Теория:** Существует три основных типа соединения проводников в электрической цепи – последовательное, параллельное и смешанное (рисунок 1). ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ

**Оборудование:** соединительные провода, резистор сопротивлением 360 Ом, два резистора сопротивлением 1000 Ом, датчики тока и напряжения, регулируемый источник тока, ключ.

**Цель:** удостовериться в истинности закона электрического тока для последовательного соединения проводников. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЕ СОЕДИНЕНИЕ ПРОВОДНИКОВ

При последовательном соединении проводников (рисунок 1а) сила тока в любом участке цепи одинакова: При этом напряжение на всей цепи равно: (1) Применив закон Ома для всей цепи и для каждого участка в отдельности, имеем: С учетом (1) получим: При последовательном соединении общее сопротивление цепи равно сумме сопротивлений отдельных проводников:  $I = I_1 = I_2$ .  $U = U_1 + U_2$ .  $U = IR$ ,  $U_1 = IR_1$ ,  $U_2 = IR_2$ .  $IR = IR_1 + IR_2$  или  $R = R_1 + R_2$ . I I1 I I1 I2 R1 R2 R1 R2 I2 а) б)  $R = R_1 + R_2 + \dots + R_n$ .

**Практика:** удостовериться в истинности закона электрического тока для последовательного соединения проводников

**Форма контроля:** Заполнение таблицы

**Оборудование:** соединительные провода, резистор сопротивлением 360 Ом, два резистора сопротивлением 1000 Ом, датчики тока и напряжения, регулируемый источник тока, ключ.

## ПАРАЛЛЕЛЬНОЕ СОЕДИНЕНИЕ ПРОВОДНИКОВ

**Теория:** Существует три основных типа соединения проводников в электрической цепи – последовательное, параллельное и смешанное (рисунок 1). ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ

ПАРАЛЛЕЛЬНОЕ СОЕДИНЕНИЕ ПРОВОДНИКОВ При параллельном соединении (рисунок 1б) напряжение на концах всех параллельно соединенных проводников одно и то же: Сила тока в неразветвленной цепи равна сумме токов в параллельно включенных

элементах: (1) Применив закон Ома для всей цепи и для каждого участка в отдельности, имеем: С учетом (2) получим: Рисунок 1. Последовательное и параллельное соединение проводников  $U = U_1 = U_2$ .  $I = I_1 + I_2$ .  $I = \frac{U}{R}$ ,  $I_1 = \frac{U}{R_1}$ ,  $I_2 = \frac{U}{R_2}$ .  $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$

**Практика:** удостовериться в истинности закона электрического тока для параллельного соединения проводников

**Форма контроля:** Заполнение таблицы

**Оборудование:** Оборудование: резистор сопротивлением 360 Ом, два резистора сопротивлением 1000 Ом, соединительные провода, датчики тока и напряжения, регулируемый источник тока, ключ. Цель:

### СМЕШАННОЕ СОЕДИНЕНИЕ ПРОВОДНИКОВ

**Теория:** Существует три основных типа соединения проводников в электрической цепи – последовательное, параллельное и смешанное (рисунок 1). Смешанное соединение проводников, как следует из названия, является совокупностью комбинаций последовательного и параллельного соединений, причем в состав этих соединений могут входить как отдельные резисторы, так и более сложные составные участки. Расчет смешанного соединения опирается на принцип разделения схемы на более простые участки, соединенные последовательно или параллельно. Так, например, на первой схеме (рисунок 1) параллельно соединенные резисторы R2 и R3 можно заменить одним резистором, сопротивление которого находится по правилам параллельного соединения. Получим эквивалентную схему с двумя резисторами, включенными последовательно друг с другом. Их можно заменить одним резистором, сопротивление которого равно общему сопротивлению цепи. Аналогично поступают с резисторами R3 и R4 на второй схеме (рисунок 1).

**Практика:** удостовериться в истинности закона Ома для участка цепи, а также овладеть навыками измерения сопротивления проводника при помощи амперметра и вольтметра

**Форма контроля:** Заполнение таблицы

**Оборудование:** ключ, два резистора сопротивлением 1000 Ом, два резистора сопротивлением 360 Ом, регулируемый источник тока, датчики тока и напряжения, соединительные провода.

### III. ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ КУРСА «ЛАБОРАТОРИУМ»

№п/п	Тема	Количество часов
1.	Вводное занятие	2
2.	Изучение колебаний пружинного маятника	2
3.	Определение выделяемого тепла при нагревании и охлаждении	2
4.	Определение удельной теплоты плавления льда	2
5.	Изучение последовательного и параллельного соединения проводников	2
6.	Изучение смешанного соединения проводников	2
7.	Измерение работы и мощности тока	2
8.	Изучение закона Джоуля-Ленца	2
9.	Изучение зависимости мощности и КПД источника от напряжения при нагрузке	2
10.	Изучение закона Ома для полной цепи	2
11.	Изучение закона Ома для цепи переменного тока	2
12.	Изучение магнитного поля соленоида	2
13.	Закон Паскаля определение давления жидкости	2
14.	Атмосферное и барометрическое давление Магдебургские полушария	2
15.	Определение удельной теплоёмкости вещества	2
16.	Изучение процесса кипения воды	2
17.	Измерение сопротивления проводника (Закон Ома для участка цепи)	2
18.	Получение теплоты при трении и ударе	2
19.	Реостат. Управление силой тока в цепи. Делитель напряжения	2
20.	Электрический ток в электролитах	2
21.	Исследование магнитного поля проводника с током	2
22.	Демонстрация работы электромагнита	2
23.	Самоиндукция при замыкании и размыкании цепи	2
24.	Измерение характеристик переменного тока осциллографом	2
25.	Активное сопротивление в цепи переменного тока	2

26.	Ёмкость в цепи переменного тока	2
27.	Индуктивность в цепи переменного тока	2
28.	Последовательный резонанс	2
29.	Параллельный резонанс	2
30.	Диод в цепи переменного тока	2
31.	Действующее значение переменного тока	2
32.	Затухающие колебания	2
33.	Взаимоиндукция. Трансформатор	2
34.	Закон Ома для участка цепи. Закон Ома для полной цепи	2
<b>Всего</b>		<b>68</b>

#### IV. ИНФОРМАЦИОННО – МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Внеурочная деятельность школьников. Методический конструктор: пособие для учителя/ Д.В. Григорьев, П.В. Степанов. – М.: Просвещение, 2011. – 223 с. -. (Стандарты второго поколения).
2. Внеурочная деятельность. Примерный план внеурочной деятельности в основной школе: пособие для учителя/. В.П. Степанов, Д.В. Григорьев – М.: Просвещение, 2014. – 200 с. -. (Стандарты второго поколения).
3. Рабочие программы. Физика. 7-9 классы: учебно-методическое пособие/сост. Е.Н. Тихонова.- М.:Дрофа, 2013.-398 с.
4. Занимательная физика. Перельман Я.И. – М.: Наука, 1972.
5. Хочу быть Кулибиным. Эльшанский И.И. – М.: РИЦ МКД, 2002.
6. Физика для увлеченных. Кибальченко А.Я., Кибальченко И.А.– Ростов н/Д.: «Феникс», 2005.
7. Как стать ученым. Занятия по физике для старшеклассников. А.В. Хуторский, Л.Н. Хуторский, И.С. Маслов. – М. : Глобус, 2008.
8. Фронтальные лабораторные занятия по физике в 7-11 классах общеобразовательных учреждений: Книга для учителя./под ред. В.А. Булова, Г.Г. Никифорова. – М. : Просвещение, 1996. 12
9. Сайт для учителей и родителей "Внеклассные мероприятия" – Режим доступа: <http://school-work.net/zagadki/prochie/>
10. Сайт Министерства образования и науки Российской Федерации – Режим доступа: <http://minobrnauki.gov.ru>

11. Единая коллекция Цифровых Образовательных ресурсов – Режим доступа: <http://school-collection.edu.ru/>
12. Издательский дом "Первое сентября" - Режим доступа: <http://1september.ru/>
13. Проектная деятельность учащихся / авт.-сост. М.К. Господникова и др. <http://www.uchmag.ru/estore/e45005/content>
14. Федеральный государственный образовательный стандарт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://standart.edu/catalog.aspx?Catalog=227> 11.
15. Методическая служба. Издательство «БИНОМ. Лаборатория знаний» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://methodist.lbz.ru/>
16. Игровая программа на диске «Дракоша и занимательная физика» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.media2000.ru/>
17. Развивающие электронные игры «Умники – изучаем планету» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.russobit-m.ru/>
18. Авторская мастерская (<http://methodist.lbz.ru/>).
19. Алгоритмы решения задач по физике: [festival.1september.ru/articles/310656](http://festival.1september.ru/articles/310656) 17. Формирование умений учащихся решать физические задачи.