

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина»

**ШКОЛЬНОЕ
ДЕМОНСТРАЦИОННОЕ
ОБОРУДОВАНИЕ
ПО ФИЗИКЕ**

Учебно-методическое пособие

Рязань 2015

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ С.А. ЕСЕНИНА»

ШКОЛЬНОЕ ДЕМОНСТРАЦИОННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ПО ФИЗИКЕ

Учебно-методическое пособие

Рязань 2015

УДК 371.66:53(075)
ББК 77.262.23–26я73
Ш67

Печатается по решению редакционно-издательского совета федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина».

Рецензенты

Б.С. Кирьяков, д-р пед. наук, проф. (РГУ им. С.А. Есенина)

А.Е. Айзензон, д-р пед. наук, проф. (РВВДУ)

Ш67 **Школьное** демонстрационное оборудование по физике: учебно-методическое пособие / авт.-сост. А.В. Ельцов, Н.Б. Федорова, О.В. Кузнецова; Ряз. гос. ун-т им. С.А. Есенина. – Рязань, 2015. – 116 с.
ISBN 978-5-88006-888-3

В пособии представлены сведения о различных физических приборах, используемых на уроках физике. Содержит шесть лабораторных работ, которые состоят из теоретической части, в которой описываются устройства приборов, физические явления и законы, положенные в основу действия демонстрационного оборудования, и практической части, направленной на закрепление изученного материала.

Учебно-методическое пособие адресовано бакалаврам и магистрантам педагогических направлений подготовки по физике.

физика, школьное демонстрационное оборудование, лабораторная работа, электродинамика.

УДК 371.66:53(075)
ББК 77.262.23–26я73

© Ельцов А.В., Федорова Н.Б., Кузнецова О.В., авт.-сост., 2015

© федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина», 2015

ISBN 978-5-88006-888-3

ВВЕДЕНИЕ

Настоящее учебно-методическое пособие предназначено для бакалавров и магистров направления подготовки 050100 «Педагогическое образование» (физика) и является руководством к проведению школьного демонстрационного эксперимента и выполнению лабораторных работ.

Основная цель данного пособия – научить студентов и магистрантов эксплуатировать и совершенствовать образовательную среду школьного кабинета физики в соответствии с современными требованиями научной организации педагогического труда.

Физика – наука экспериментальная. Следовательно, овладение методами научного познания, развитие наблюдательности и образного мышления, формирование умений анализировать наблюдаемые процессы и обобщать изучаемые физические явления определяется активным включением демонстрационного и фронтального эксперимента в процесс обучения физике.

Эффективность демонстрационного эксперимента во многом определяется грамотным использованием на уроке магистрантами и учителями физических приборов. Поэтому изучение в отдельности каждого школьного демонстрационного оборудования позволяет лучше усвоить законы физики и наглядно увидеть их проявление в действии различных физических установок.

Данное учебно-методическое пособие содержит сведения о различных физических приборах и возможности их применения в процессе преподавания физики.

Пособие содержит шесть лабораторных работ, каждая из которых состоит из двух частей. В первую часть входят теоретические сведения об устройстве приборов и физических явлениях и законах, положенных в основу действия демонстрационного оборудования. Во вторую часть пособия включены практические задания по использованию демонстрационного оборудования.

Для каждой работы определен конкретный уровень требований знаний, умений и навыков, которыми должны овладеть студенты и магистранты при выполнении лабораторных работ и которые направлены на формирование компетенций будущих учителей. В конце работы указываются требования к отчету, представлены контрольные вопросы и рекомендуемая литература.

Пособие рекомендовано для освоения дисциплин бакалавриата «Физический кабинет» и «Современное школьное оборудование», а также дисциплин магистратуры «Методика преподавания современной физики в профильной школе» и «Проектирование школьного физического эксперимента».

Указанные дисциплины направлены на овладение студентами и магистрантами общекультурными и профессиональными компетенциями.

На уровне бакалавриата при изучении дисциплин «Физический кабинет» и «Современное школьное оборудование» происходит формирование следующих компетенций: способностью использовать возможности образовательной среды для формирования универсальных видов учебной деятельности и обеспечения качества учебно-воспитательного процесса (ПК-5); готовностью использовать систематизированные теоретические и практические знания для определения и решения исследовательских задач в области образования (ПК-11); способностью использовать в учебно-воспитательной деятельности основные методы научного исследования (ПК-13).

Изучаемые магистрантами дисциплины «Методика преподавания современной физики в профильной школе» и «Проектирование школьного физического эксперимента» направлены на развитие способности формировать ресурсно-информационные базы для решения профессиональных задач (ОК-4), применять современные методики и технологии организации и реализации образовательного процесса на различных образовательных ступенях в различных образовательных учреждениях (ПК-1), формировать образовательную среду и использовать свои способности в реализации задач инновационной образовательной политики (ПК-3), а также проектировать новое учебное содержание, технологии и конкретные методики обучения (ПК-16).

В результате студенты должны знать общетехнические и методические приемы использования учебного оборудования; правила техники безопасности для физических кабинетов общеобразовательных школ; дидактические приемы использования учебного физического оборудования для осуществления учебного процесса и внеурочной работы; уметь организовать и провести профилактическое обслуживание оборудования школьного кабинета физики, ориентироваться в специфике школьных физических приборов с целью их рационального подбора, а также владеть поиском причин бездействия электрических цепей, определением неисправностей физических приборов и устранения простейших поломок.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1
«ЭЛЕКТРОИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ»

ЭЛЕКТРОИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ

Электроизмерительные приборы относятся к числу приборов, часто применяемых в различных видах физических экспериментов. Во всех демонстрационных установках, в которых требуется измерение тока, напряжения и сопротивления, используются только демонстрационные амперметры и вольтметры. Поэтому, во избежание поломок приборов, учителю необходимо изучить их устройство и принцип действия, научиться правильно использовать их при проведении эксперимента.

Для получения допуска к работе необходимо:

1) в тетради зарисовать:

- схему установки по подбору шунта к амперметру;
- схему установки по подбору добавочного сопротивления к вольтметру;
- схему установки для измерения мощности лампочки на переменном токе с использованием демонстрационного амперметра и вольтметра;
- схему установки для измерения мощности потребителя (лампочки) с помощью ваттметра;
- схематические рисунки для обнаружения различной чувствительности демонстрационных гальванометров;
- схемы демонстрационных электроизмерительных приборов.

2) знать:

- принцип действия электроизмерительных приборов электромагнитной, магнитоэлектрической и электродинамической систем;
- достоинства и недостатки приборов рассматриваемых систем;
- понятия «шунт» и «добавочное сопротивление», их назначение при измерении физических величин;
- способ включения демонстрационных электроизмерительных приборов в цепь постоянного и переменного тока;
- понятие «мощность электрического тока», формулу мощности, единицы измерения мощности и их соотношение;
- понятие «чувствительность электроизмерительного прибора».

Демонстрационные амперметры и вольтметры

Для измерений напряжения и силы тока в цепях постоянного и переменного тока, а также в качестве гальванометров в школах используются в основном два вида приборов: демонстрационный амперметр и демонстрационный вольтметр (рис. 1.1). В этих приборах сочетается магнитоэлектрическая система с выпрямляющим устройством

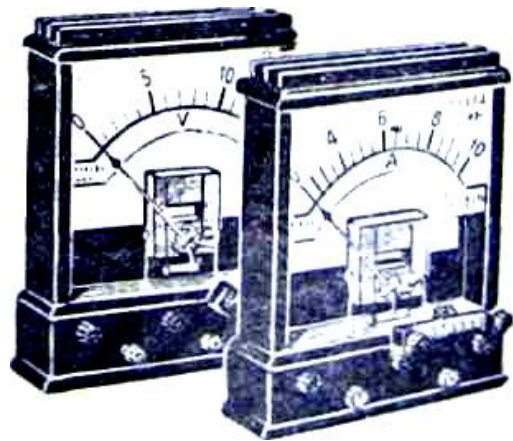


Рис. 1.1

Открытые конструкции этих приборов и большие размеры позволяют использовать их не только для измерения электрических величин при постановке различных опытов, но и для изучения самого устройства амперметра и вольтметра магнитоэлектрической системы.

Демонстрационные амперметр и вольтметр по своему устройству одинаковы и отличаются только элементами электрической схемы и начертанием шкал (рис. 1.2).

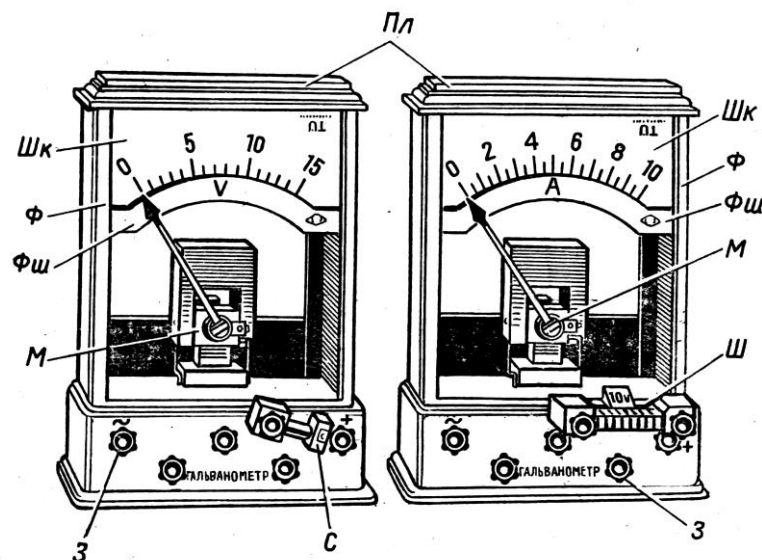


Рис. 1.2

Приборы состоят из следующих основных частей: измерительного механизма магнитоэлектрической системы, сменных шкал, полупроводникового выпрямителя, сменных добавочных сопротивлений в вольтметрах или сменных шунтов в амперметрах. Приборы смонтированы в пластмассовых корпусах. Выпрямитель расположен в нижней части корпуса. Для рассмотрения выпрямителя нужно снять дно корпуса. Снизу на лицевой

стороне корпуса установлено пять клемм. Три клеммы одного цвета расположены наверху, а две клеммы другого цвета — внизу. У одной верхней клеммы имеется обозначение переменного тока «~», а у другой поставлен знак «+». Для использования прибора в качестве гальванометра служат две нижние клеммы.

С обратной стороны прибора, видимой из заднего окна корпуса, на шкале нанесено десять равномерных делений. Начало и конец делений соответствуют началу и концу рабочих шкал. Эти деления предназначены для определения относительного положения стрелки, а также для контроля за работой при проведении опытов преподавателем. Ниже этого окна расположена головка корректора, вращая которую устанавливают стрелку прибора в исходное нулевое положение.

Каждый прибор можно использовать для трех видов измерений, поэтому приборы снабжены тремя шкалами, на которых помечено их назначение (рис. 1.3).

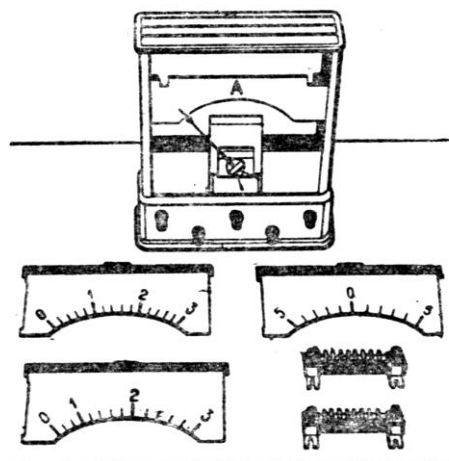


Рис. 1.3

Амперметр демонстрационный. Этот прибор служит для измерения силы постоянного тока в пределах от 3 до 10 А, для измерения силы переменного тока также от 3 до 10 А и как гальванометр. При измерении постоянного и переменного тока используются одни и те же шунты. Принципиальная схема прибора показана на рисунке 1.4.

Шкала постоянного тока на 3 А имеет 15 делений, шкала на 10 А — 20 делений.

Для подготовки амперметра к измерениям в цепях постоянного тока необходимо:

а) присоединить шунт к правым верхним клеммам (обозначенным знаком «+») и к средней клемме;

б) в передний паз на крышке прибора поставить шкалу постоянного тока того же предела измерения, что к установленный шунт;

в) установить с помощью корректора стрелку на нулевое деление.

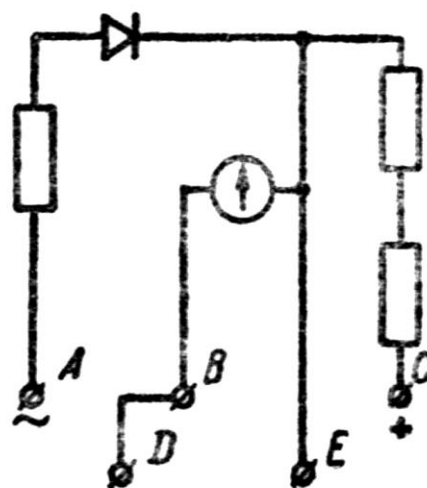


Рис. 1.4

Для измерения силы переменного тока необходимо:

- а) присоединить соответствующий шунт к левым верхним клеммам;
- б) установить соответствующую шкалу переменного тока;
- в) установить стрелку на нулевое деление.

Как видно из схемы амперметра (рис. 1.4), обмотка рамки прибора через спиральные пружины подключается непосредственно к нижним клеммам с надписью «гальванометр».

Поэтому для использования прибора в качестве гальванометра, чувствительного к току, необходимо (цена деления гальванометра указывается на его шкале):

- а) в передний паз на крышке прибора поставить шкалу с нулем – посередине;
- б) установить с помощью корректора стрелку на нулевое деление шкалы;
- в) присоединить исследуемую цепь к клеммам гальванометра (нижние).

При работе с гальванометром необходимо помнить о его высокой чувствительности и не включать в цепь с силой тока более 0,25 мА во избежание сгорания обмотки или повреждения стрелки.

Усилители к гальванометру от демонстрационного амперметра. Для ряда демонстраций по школьному курсу физики необходимы более чувствительные приборы, чем гальванометр от демонстрационного амперметра. В школьных физических кабинетах получили распространение две конструкции этих усилителей.

Усилитель конструкции М.И. Гринбаума (рис. 1.5) собран на шести транзисторах. Усилитель питается от батареи КБС, расположенной в нижней части корпуса.

На верхней крышке усилителя расположены:

- 1) два зажима, имеющие обозначения «Вход», «-» и «+»;
- 2) два зажима, имеющие обозначения «Выход», «-» и «+»; первые служат для присоединения исследуемой цепи, а вторые — для присоединения к клеммам гальванометра;
- 3) ручки двух потенциометров: одна — для установки нуля при входном сопротивлении от 0 до 500 Ом, другая — для установки нуля при весьма больших входных сопротивлениях;
- 4) тумблер для питания усилителя;
- 5) ручка переключателя на три положения («0», «500» и «∞»).



Рис. 1.5

Для демонстрации опытов соединяют «Выход» усилителя с клеммами гальванометра от демонстрационного амперметра. «Вход» усилителя соединяют через ключ с исследуемой цепью. Максимальное усиление достигается при согласованности сопротивления нагрузки и усилителя (они должны быть одного порядка). Поэтому надо оценить порядок величины сопротивления подключенной цепи и поставить в соответствующее положение переключатель усилителя. Установку нуля производят при разомкнутом ключе в присоединенной цепи. Для этого включают питание усилителя с помощью тумблера и через 3—5 мин (необходимых для прогрева и стабилизации прибора) соответствующими ручками потенциометров устанавливают гальванометр на нуль. После этой подготовки прибор готов к работе.

Вольтметр демонстрационный.

Принципиальная схема прибора показана на рисунке 1.6. Основу его составляет гальванометр магнитоэлектрической системы, чувствительный к напряжению. (Цена деления гальванометра указана на его шкале.) Провода от измерительного механизма выведены к нижним клеммам на корпусе прибора. Для измерения напряжения прибор снабжен дополнительными сопротивлениями, на которых указаны род измеряемого напряжения (« = » или « ~ ») и верхний предел.

Этот прибор может быть использован как вольтметр постоянного тока с пределами измерения 5 и 15 В и ценой деления соответственно 0,5 и 1 В; как вольтметр переменного тока с пределами измерения 15 и 250 В и ценой деления соответственно 1 и 25 В; как гальванометр (рис. 1.7).

Для подготовки прибора к измерению напряжения в цепях постоянного тока необходимо:

а) установить в переднем пазу крышки прибора шкалу постоянного тока нужного предела измерений;

б) к клемме, помеченной знаком « + » (крайняя правая), подключить добавочное сопротивление, соответствующее выбранному пределу измерения и роду напряжения;

в) установить стрелку в нулевое положение.

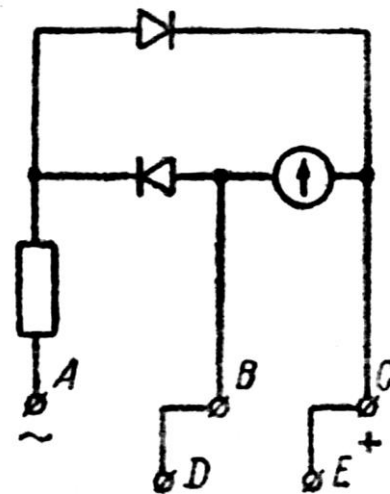


Рис. 1.6

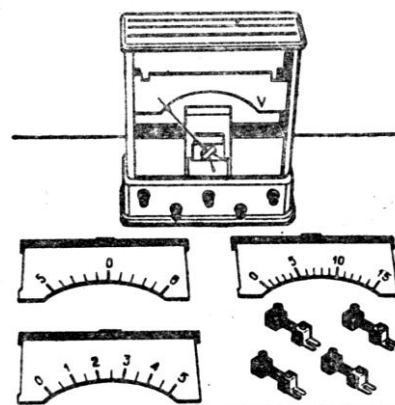


Рис. 1.7

Для подготовки прибора к измерению напряжения в цепях переменного тока необходимо:

а) установить в переднем пазу крышки прибора шкалу переменного тока нужного предела измерений;

б) к клемме, помеченной знаком « ~ » (крайняя левая), подключить добавочное сопротивление, соответствующее пределу измерения и роду напряжения;

в) установить стрелку в нулевое положение шкалы.

Для использования прибора в качестве гальванометра необходимо:

а) установить в переднем пазу крышки прибора шкалу с нулем посередине;

б) установить с помощью корректора стрелку на нулевое деление шкалы;

в) подсоединить исследуемую цепь к клеммам гальванометра (нижние).

Усилитель конструкции В. А. Булова собран на двух транзисторах. Принципиальная схема усилителя показана на рисунке 1.8. Усилитель питается от элемента ФБС-0,25, расположенного внутри корпуса. Питание возможно осуществить и от внешнего источника с напряжением 1,5 – 4В, который следует соединить с зажимами с надписью «батарея», расположенными на лицевой стороне корпуса слева. Справа на корпусе размещены зажимы с надписью «вход», отмеченные знаками « + » и « - ». Выход усилителя выполнен в виде штепселей 1 и 2 на задней стенке корпуса усилителя, которые вставляют непосредственно в гнезда универсальных зажимов гальванометра (от демонстрационного амперметра). При этом благодаря кнопке 3, расположенной между штепселями, автоматически включается питание усилителя. Нуль гальванометра устанавливают при помощи потенциометра, ручка которого расположена на середине лицевой стороны корпуса.

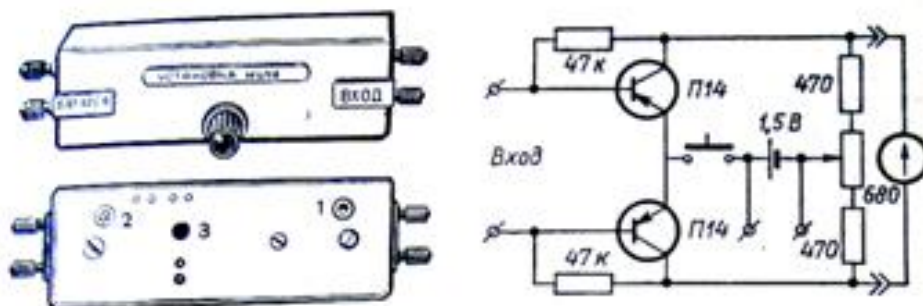


Рис. 1.8

Гальванометр демонстрационный М-1032 (со световым указателем) (рис. 1.9) представляет собой магнитоэлектрический прибор с

подвижной частью на растяжках. Прибор предназначен для измерения малых сил токов и напряжений в цепях постоянного тока. Параметры прибора:

1. Цена деления по току – $5 \cdot 10^{-7}$ А/дел.
2. Цена деления по напряжению – $4 \cdot 10^{-5}$ В/дел.
3. Внутреннее сопротивление ($R_{Г}$) – 30 Ом.
4. Внешнее критическое сопротивление ($R_{к}$) – 100 Ом.

Высокая чувствительность прибора достигается применением светового указателя.

Измерительный механизм закреплен в специальном гнезде и закрыт литой металлической крышкой. Осветитель размещен в корпусе напротив измерительного механизма. Луч света, пройдя от лампы осветителя через застекленное отверстие и объектив, попадает на зеркало подвижной части. С помощью удваивающего зеркала луч от зеркала подвижной части отражается дважды и, вторично пройдя через объектив, попадает на наружное зеркало. Наружное зеркало проецирует на шкалу нить лампы осветителя в виде узкой световой полоски — светового указателя.

Ход светового луча изображен пунктирными линиями. Наружное зеркало может поворачиваться вокруг своей оси. Это обеспечивает регулировку положения светового указателя на шкале в вертикальном направлении.

Шкала укрепляется, на кронштейне и может быть обращена к наблюдателю любой из двух ее сторон. В верхней части размещен корректор, позволяющий при круговом вращении устанавливать световой указатель на нулевую отметку шкалы.

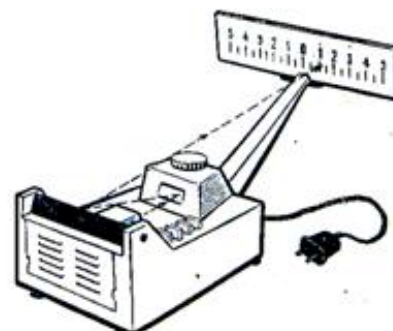


Рис. 1.9

Конструкция осветителя обеспечивает продольное, поперечное перемещение, а также вращение лампы для регулировки размеров и яркости светового указателя.

На горизонтальной поверхности корпуса расположен переключатель регулятора чувствительности с обозначением «x1», «x10», «x100» и «App». Регулятор чувствительности состоит из комбинации шунтирующих и добавочных сопротивлений и переключателя. Установка переключателя в положение «x1» обеспечивает работу гальванометра при наивысшей чувствительности. При установке переключателя в положение «App» рамка подвижной части гальванометра замыкается накоротко (арретируется).

В осветителе используется лампа СМ 13-10. Питание лампы производится от сети переменного тока напряжением 127 и 220 В через встроенный трансформатор. Завод выпускает прибор для питания от сети с

напряжением 220 В. При наличии сети с напряжением 127 В необходимо отвинтить винты, крепящие дно к корпусу, снять дно и перепаять провод с контакта трансформатора, маркированного цифрой 3, на контакт, маркированный цифрой 2.

Ваттметр демонстрационный (рис. 1.10) предназначен для измерения активной мощности в цепях однофазного переменного тока промышленной частоты. Прибор может служить наглядным пособием при изучении устройства и действия приборов ферродинамической системы.

Ваттметр имеет пределы измерения мощности, указанные в таблице 1.

Таблица 1

<i>Предел по силе тока, А</i>	<i>Предел по напряжению, В</i>	<i>Предел измерения мощности, Вт</i>
1	30	30
1	150	150
1	300	300
5	30	150
5	150	750
5	300	1500
Погрешность измерения $\pm 5\%$		

Ваттметр демонстрационный состоит из следующих частей: измерительного механизма, сменных добавочных сопротивлений и сменных шкал. Прибор смонтирован в пластмассовом корпусе, лицевая сторона которого застеклена.

Снизу лицевой стороны корпуса установлены пять клемм (рис. 1.11). Три клеммы верхнего ряда обозначены *1; 1; 5 А, две клеммы нижнего ряда — *U и UB. Клеммы, отмеченные звездочкой, являются генераторными. Клеммы верхнего ряда служат для подключения токовой катушки последовательно в измерительную цепь. Клеммы нижнего ряда служат для подключения катушки напряжения параллельно измерительной цепи. К клеммам U подключают добавочные сопротивления.



Рис. 1.10

В верхней части корпуса имеются три прямоугольных паза, которые предназначены для помещения в них различных шкал. С задней стороны корпуса расположена головка корректора, вращая которую устанавливают стрелку прибора в нулевое положение. В нижней части корпуса имеется выдвижной ящик для хранения добавочных сопротивлений.

Для уменьшения времени колебаний подвижной части в приборе применен магнитоиндукционный успокоитель. Он состоит из секторообразной алюминиевой пластины, скрепленной со стрелкой и двигающейся в небольшом зазоре, создаваемом скобой, где установлен магнит, обладающий высокими магнитными свойствами. При движении пластины в ней индуцируются вихревые потоки, которые тормозят ее движение.

Для включения ваттметра его генераторные клеммы (клеммы, обозначенные *I и *U) соединяются накоротко. Для правильного включения оба генераторных, зажима должны быть присоединены к одному проводу источника тока, а не нагрузки (рис. 1.12). Другим проводом включается последовательно в цепь неподвижная катушка (токовая). Эта катушка состоит из двух секций, соединенных последовательно (рис. 1.12).

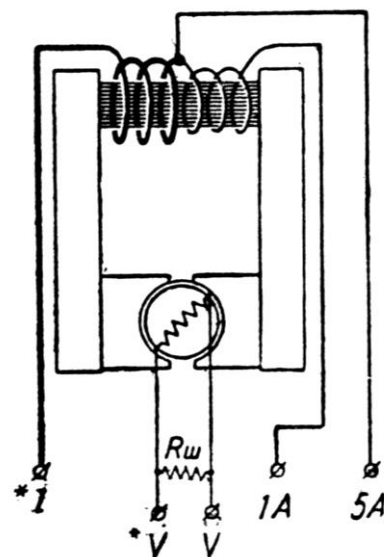


Рис. 1.11

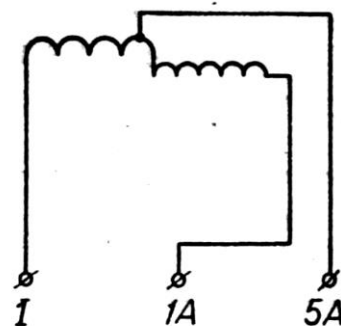
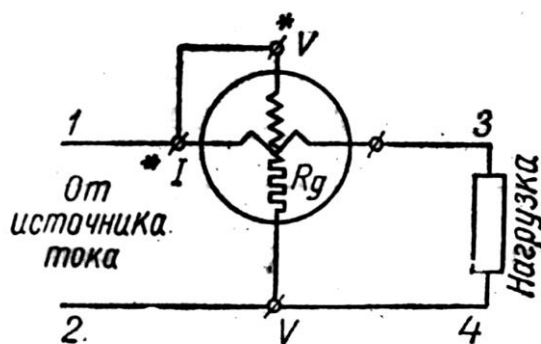


Рис. 1.12

Параллельно нагрузке подключается подвижная катушка (напряжения). При пользовании ваттметром следует особенно внимательно отнестись к установке нужных дополнительных сопротивлений, подключаемых к клемме, обозначенной знаком U.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Задание 1. Знакомство с приборами

1) Проверьте комплектность демонстрационного амперметра (наличие съемных шкал и шунтов).

2) Проследите внутреннюю цепь демонстрационного амперметра при использовании его в цепях постоянного тока, в цепях переменного тока и как гальванометр (для этого воспользуйтесь экземпляром раскрытого демонстрационного амперметра).

3) Рассмотрите, каково сопротивление, цена деления и предел измерения демонстрационного амперметра в режиме гальванометра. Проверьте комплектность демонстрационного вольтметра (наличие съемных шкал и дополнительных сопротивлений).

4) Проследите внутреннюю цепь демонстрационного вольтметра при использовании его в цепях постоянного тока, в цепях переменного тока и как гальванометр (для этого воспользуйтесь экземпляром раскрытого демонстрационного вольтметра).

5) Рассмотрите, каково сопротивление, цена деления и предел измерения демонстрационного вольтметра в режиме гальванометра.

Задание 2. Обнаружение различной чувствительности демонстрационных гальванометров

Используя гальванометр от демонстрационного амперметра, обнаружьте:

а) термоток от термостолбика, нагреваемого лампой или другим источником тепла (рис. 1.13);

б) индукционный ток, возбуждаемый в катушке на 120 В или 220 В от универсального трансформатора при движении полосового или подковообразного магнита (рис. 1.14).

Повторите опыты, указанные в пунктах а, б, используя демонстрационный вольтметр в режиме гальванометра.



Рис. 1.13

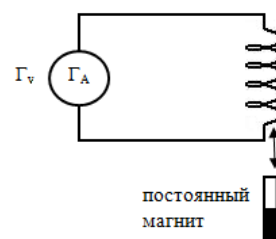


Рис. 1.14

Задание 3. Шунтирование амперметра

Для демонстрации шунтирования амперметра и изменения пределов измерения прибора собирают установку по рисунку 1.15. В цепь последовательно включают демонстрационный амперметр с шунтом на 3 А (этот прибор служит контрольным) и исследуемый прибор с самодельным шунтом. В качестве исследуемого прибора применяется гальванометр от вольтметра. Схема установки представлена на рисунке 1.16.

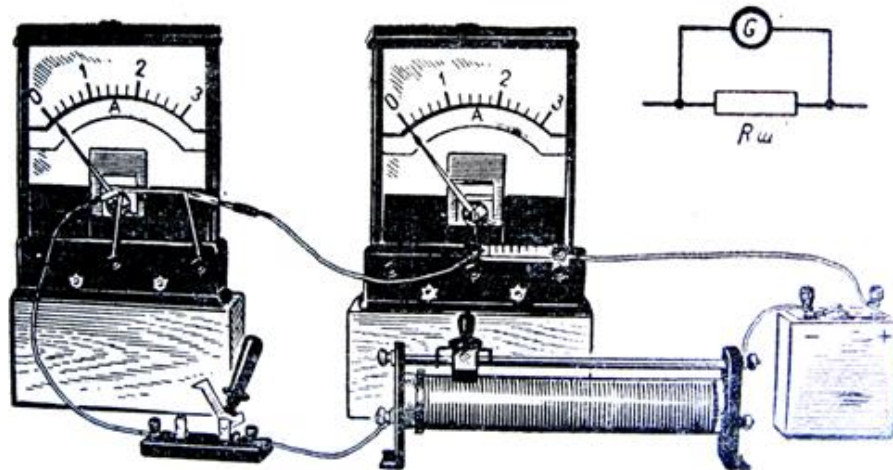


Рис. 1.15. Установка для демонстрации шунтирования амперметра

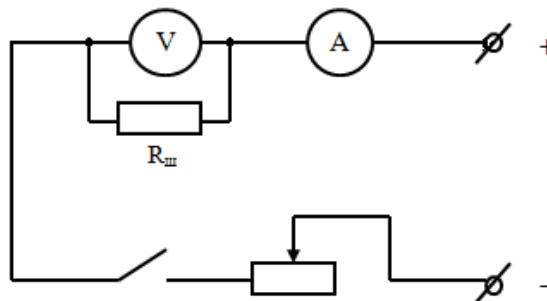


Рис. 1.16. Схема установки для шунтирования амперметра

Задание 4. Подбор дополнительного сопротивления к вольтметру

Чтобы продемонстрировать возможность расширения пределов измерения вольтметра при помощи добавочного сопротивления, собирают установку (рис. 1.17). Демонстрационный вольтметр с дополнительным сопротивлением на 5 В подключают к зажимам потенциометра (реостат на 1000 Ом) и устанавливают величину напряжения, например 1 В.

В качестве исследуемого вольтметра применяют гальванометр от амперметра. К его зажимам — среднему и с обозначением «+» — подключают

переменное сопротивление на 20 кОм . Для этого удобно воспользоваться керамическим сопротивлением, установленным на панельке с зажимами для подключения его в цепь и ползунком для изменения величины сопротивления. Схема установки представлена на рисунке 1.18.

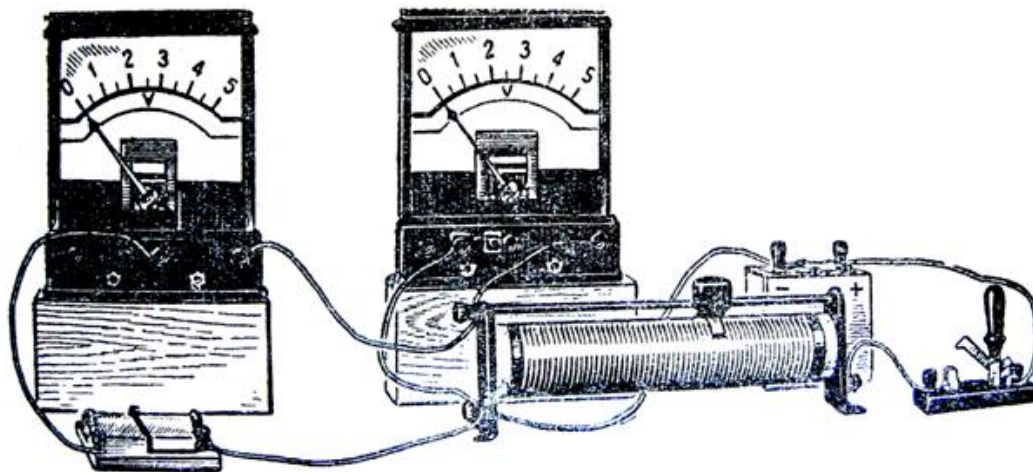


Рис. 1.17. Установка для демонстрации подбора дополнительных сопротивлений к вольтметру

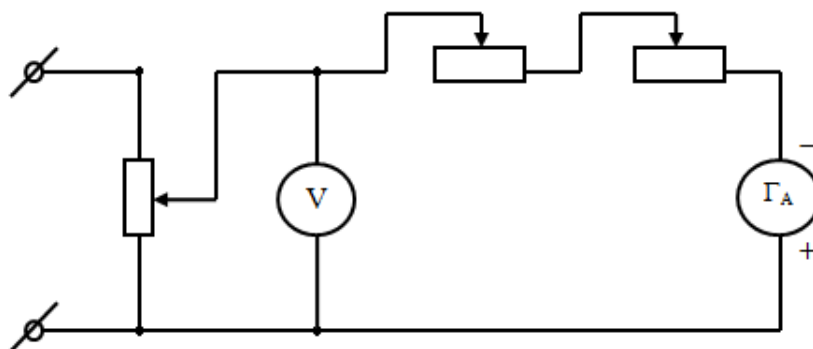


Рис. 1.18. Схема установки для подбора дополнительного сопротивления к вольтметру

Задание 5. Определение мощности лампочки

с помощью демонстрационного амперметра и вольтметра

Соберите установку по схеме представленной на рисунке 1.19 состоящую из лампочки (автомобильная), вольтметра и амперметра. Определите мощность лампочки, работающей на переменном токе.

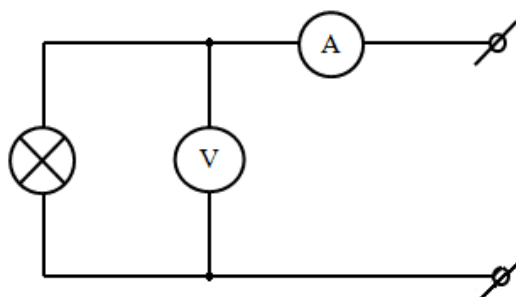


Рис. 1.19. Схема установки для определения мощности лампочки

Задание 6. Изучение демонстрационного ваттметра

Ознакомьтесь с устройством, техническими данными и эксплуатацией демонстрационного ваттметра.

Демонстрационный ваттметр служит для измерения активной мощности в цепях переменного тока в школьном физическом эксперименте. В приборе использован механизм ферродинамической системы.

Электрическая схема ваттметра изображена на рисунке 1.20. Токовая обмотка рассчитана на измеряемый ток до 1 А и имеет отвод на 5 А. Обмотку напряжения включают через добавочные резисторы на 30, 150 и 300 В, подключаемые к зажиму «U». Зажимы *I и *U (помеченные звездочками) являются генераторными. Для успокоения колебаний подвижной системы в ваттметре применен магнитоиндукционный успокоитель, состоящий из алюминиевой секторообразной пластины, колеблющейся в поле постоянного магнита.

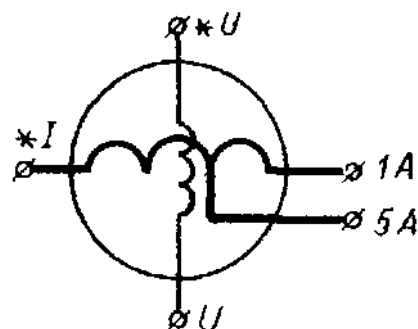


Рис. 1.20

Задание 7. Изучение мультиметра

Ознакомьтесь с устройством, техническими данными и эксплуатацией мультиметра. Проследите с помощью мультиметра цепь токовой катушки и катушки напряжения.

Мультиметр – универсальный прибор для измерений (рис. 1.21). Цифровые мультиметры обладают высокой точностью и отличаются простотой использования. Любой мультиметр имеет два вывода, черный и красный, и от двух до четырех гнезд. Черный вывод является общим (масса). Красный называют потенциальным выводом и применяют для измерений. Гнездо для общего вывода помечается как com или просто (–), т.е. минус, а сам вывод на конце часто имеет так называемый "кроко-

дильчик", для того, чтобы при измерении можно было зацепить его за массу электронной схемы. Красный вывод вставляется в гнездо помеченное символами сопротивления или вольты (V или +), если гнезд больше чем два, то остальные обычно предназначаются для красного вывода при измерениях тока. Помечены как A (ампер), mA (миллиампер), 10 A или 20 A соответственно.

Переключатель мультиметра позволяет выбрать один из нескольких пределов для измерений. Например, простейший китайский стрелочный тестер:

- Постоянное (DCV) и переменное (ACV) напряжение: 10 В, 50 В, 250 В, 1000В.
- Ток (mA): 0.5mA, 50mA, 500mA.
- Сопротивление: X1K, X100, X10, что означает умножение на определенное значение, в цифровых мультиметрах обычно указывается стандартно: 200Ом, 2кОм, 20кОм, 200кОм, 2МОм.

На цифровых мультиметрах пределов измерений обычно больше, к тому же часто добавлены дополнительные функции, такие как звуковая «прозвонка» диодов, проверка переходов транзисторов, частотометр, измерение емкости конденсаторов и датчик температуры.

Для того, чтобы мультиметр не вышел из строя при измерениях напряжения или тока, особенно если их значение неизвестно, переключатель желательно установить на максимально возможный предел измерений, и только если показание при этом слишком мало, для получения более точного результата, переключайте мультиметр на предел ниже текущего.



Рис. 1.21

Требования к отчету по работе

- Знать объяснение всех физических явлений, воспроизводимых и наблюдаемых в данной работе с помощью экспериментальных учебных установок (ЭУУ).
- Знать принципиальные схемы всех предлагаемых в работе электроизмерительных приборов;
- Знать теорию расчета шунтов и добавочных сопротивлений;
- Знать виды успокоителей и их принцип действия. Что представляют собой эти устройства в демонстрационных электроизмерительных приборах;
- Знать устройство, основные технические данные и принцип действия мультиметра, уметь пользоваться им при измерении электрических величин;
- Знать устройство, основные технические данные и правила эксплуатации демонстрационных электроизмерительных приборов.

Контрольные вопросы

1. Каков принцип работы электроизмерительных приборов магнитоэлектрической системы? В чем положительные и отрицательные стороны приборов этой системы?
2. Каков принцип работы электроизмерительных приборов ферродинамической системы? В чем положительные и отрицательные стороны приборов этой системы?
3. Зачем нужны в электроизмерительных приборах демпфирующие устройства? Что из себя представляют эти устройства в приборах магнитоэлектрической и ферродинамической систем?
4. Для каких измерений и с какими пределами служит демонстрационный амперметр?
5. Для каких измерений и с какими пределами служит демонстрационный вольтметр?
6. Почему демонстрационный амперметр имеет один, а демонстрационный вольтметр два вентиля?
7. Почему рекомендуется предварительно при измерениях данным гальванометром устанавливать переключатель в положение «х 100»?
8. Можно ли с этим гальванометром показать зависимость величины ЭДС индукции, возбуждаемой в линейном проводнике, от направления и скорости движения проводника в однородном магнитном поле постоянного U-образного магнита?

9. При каких условиях возникает наибольшее отклонение стрелки гальванометра и как это можно экспериментально показать?

10. Какую роль играют в приборах бронзовые спирали?

11. Какой максимальной силы ток можно обнаружить с помощью гальванометра от демонстрационного амперметра?

12. Какое максимальное напряжение можно обнаружить с помощью гальванометра от демонстрационного вольтметра?

13. Чем объяснить, почему гальванометр от демонстрационного амперметра имеет большое сопротивление (порядка 400 Ом) по сравнению с сопротивлением гальванометра от демонстрационного вольтметра?

Литература

1. Демонстрационный эксперимент по физике в средней школе. Ч.1 под ред. Покровского А.А., изд. 3-е, М.; Просвещение, 1978.
2. Евсюков А.А. Электротехника. Учебное пособие для студентов физ. спец. пед. институтов. М., Просвещение, 1979.
3. Марголис А.А. и др. Практикум по школьному физическому эксперименту. Учебное пособие для студентов физ.-мат. фак. пед. ин-ов. Изд. 3-е, М., Просвещение, 1977.
4. Никифорова Г.Г. Учебное оборудование для кабинетов физики общеобразовательных учреждений. М., Дрофа, 2005
5. Смирнов А.В., Смирнов С.А. Образовательная среда и средства обучения физике. Монография. М.: Школа Будущего, 2009

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2
«ВЫПРЯМИТЕЛИ»

ВЫПРЯМИТЕЛИ

Возможность преобразования переменного тока в постоянный имеет большое значение в практике использования человеком электрической энергии.

В преподавании физики постоянный ток широко применяется в различных видах физического эксперимента. В девятом классе изучается десятичасовая тема «Постоянный ток».

Программа средней школы по физике требует от учащихся умений обращаться с выпрямителями, что в свою очередь обязывает учителя вооружиться необходимыми знаниями и умениями в работе с выпрямителями, особенно школьного типа: ВС-24М, ВС-4-12, ВУП-1, ВУП-2М.

Для допуска к работе необходимо:

- Ознакомится с техническими характеристиками и правилами эксплуатации выпрямителей школьного типа (3, с. 30-34)
- Составить схему установки для демонстрации односторонней проводимости полупроводникового диода (1, с. 283)
- Составить схему установки для демонстрации односторонней проводимости лампового диода (1, с. 256)
- Составить схему установки однополупериодного выпрямления переменного тока (1, с. 286)
- Составить схему установки для двухполупериодного выпрямления переменного тока (со средней точкой) (1, с. 287)
- Составить мостовую схему установки для двухполупериодного выпрямления переменного тока (2, с. 126)

Описание приборов

При постановке различных демонстраций, лабораторных работ и физического практикума требуется постоянное напряжение. Для всех этих учебных целей промышленность выпускает полупроводниковые выпрямители как наиболее простые по своей конструкции и надежные в эксплуатации.

Источники электропитания, которые применяются на уроках физики для питания учебных экспериментальных установок, разделяют по виду учебного эксперимента на используемые в демонстрациях, в лабораторных работах и работах физического практикума.

Из источников, предназначенных для проведения демонстраций, в школе наибольшее распространение получили выпрямитель В-24, В-24М, ВС-4-12, источник питания демонстрационный ИПД-1 и универсальный выпрямитель ВУП.

Выпрямитель В-24, внешний вид которого показан на рис. 2.1, осуществляет преобразование переменного электрического тока частотой 50 Гц и напряжением 220 В в переменный ток с плавно регулируемым напряжением от 0 до 30 В и силой тока до 10 А, а также в выпрямленный ток с плавно регулируемым напряжением от 0 до 24 В и силой тока до 10 А. Максимальная мощность, потребляемая выпрямителем, может достигать 500 Вт. Габаритные размеры 350x200x210 мм. Масса не более 8,7 кг.

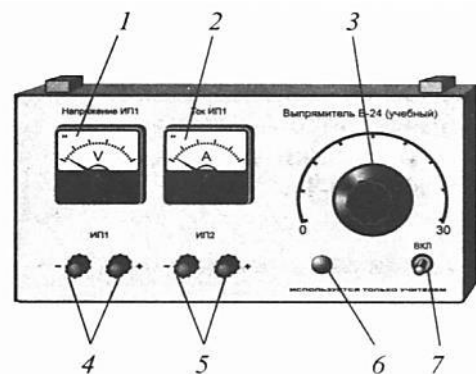


Рис. 2.1

Корпус выпрямителя состоит из двух частей: передней стенки и съемного кожуха. На передней стенке установлены тороидальный трансформатор, детали выпрямителя, щиток с предохранителем, колодка для присоединения сетевого шнура. На лицевой части передней панели размещены вольтметр 1 и амперметр 2, измеряющие напряжение и силу выпрямленного тока, ручка плавной регулировки выходного напряжения 3, выходные гнезда 4 и 5, индикаторная лампа 6 и тумблер включения прибора 7.

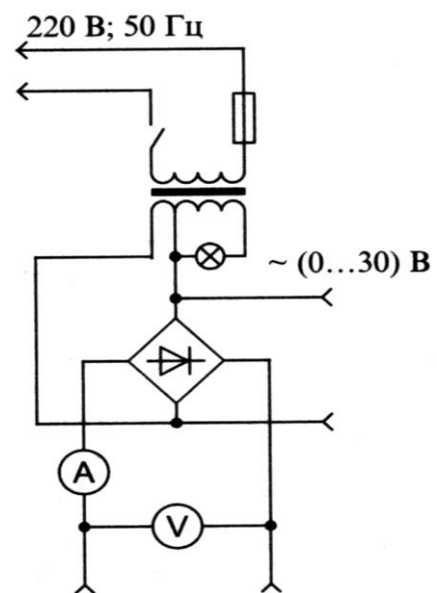


Рис. 2.2

Принципиальная схема выпрямителя показана на рис. 2.2. В выпрямителе применена мостовая схема, позволяющая получить выпрямленное напряжение с частотой пульсаций 100 Гц.

Суммарная сила тока на выходах выпрямителя не должна превышать 10 А.

Выпрямитель должен питаться от распределительного щита, снабженного быстродействующим выключателем УЗОШ.

Перед эксплуатации выпрямитель следует заземлить. Клемма для заземления расположена на задней поверхности кожуха. Суммарная сила тока выпрямленного и переменного на выходе выпрямителя не должна превышать 10 А. Время непрерывной работы выпрямителя не более 45 мин. Работать с выпрямителем разрешается только учителю или лаборанту, но не учащимся.

К наиболее часто встречающимся неисправностям прибора, которые могут самостоятельно устранить учитель или лаборант, можно отнести перегорание сигнальной лампочки.

Выпрямитель селеновый ВС-4-12 (рис. 2.3) служит для преобразования переменного напряжения электросети 127 и 220 В с частотой 50 Гц в постоянное пульсирующее напряжение до 12 В при силе тока до 3 А.

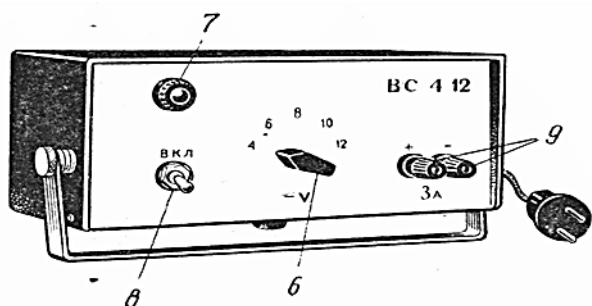


Рис. 2.3

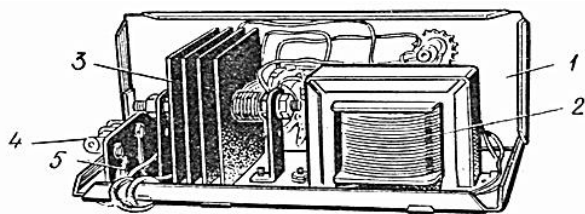


Рис. 2.4

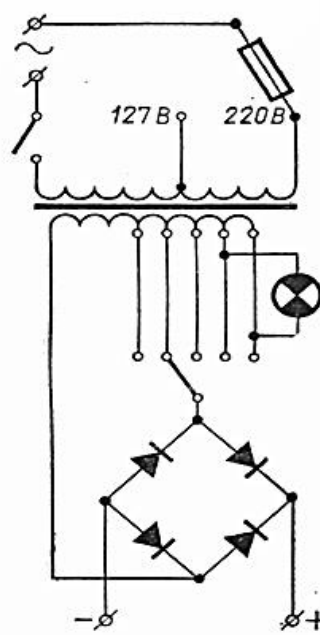


Рис. 2.5

Выпрямитель (рис. 2.4) состоит из следующих основных частей: металлического корпуса 1, на дне которого установлен трансформатор понижающий 2, селеновых вентилей 3, щитка для предохранителей 4 и колодки для присоединения электрошнура с вилкой 5.

На передней панели выпрямителя (рис. 2.3) смонтированы ручка переключателя напряжения 6, сигнальная лампа 7, тумблер включения прибора в сеть переменного тока 8, клеммы подключения нагрузки 9.

Принципиальная электрическая схема выпрямителей показана на рисунке 2.5. В выпрямителе использована однофазная мостовая двухполупериодная схема.

Наличие переключателя во вторичной цепи трансформатора позволяет получать различные выпрямленные напряжения от 4 до 12 В (4, 6, 8, 10, 12 В).

Перед включением выпрямителя в сеть необходимо отвернуть два винта, крепящие кожух с дном, и проверить исправность и соответствие установленного предохранителя сетевому напряжению (при напряжении сети 220 В необходимо установить предохранитель на 0,5 А, а при напряжении 127 В – на 1 А). После этого следует кожух поставить на место. Затем надо присоединить к выходным клеммам собранную схему и ручкой переключателя установить нужную величину выпрямленного напряжения (**помните, что нагрузка на выпрямитель не должна превышать 3 А!**).

Выпрямитель селеновый ВС-24м (рис. 2.6) наиболее мощный из трех типов, школьных селеновых выпрямителей. Он предназначен для получения постоянного напряжения до 24 В при максимальной силе тока 10 А. Кроме того, прибор позволяет получать переменное регулируемое напряжение от 0 до 30 В.

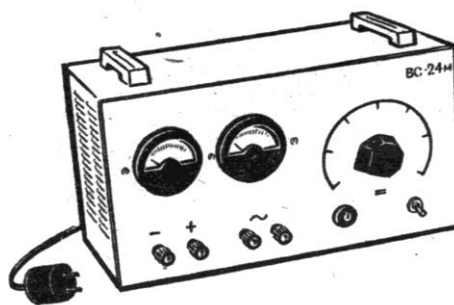


Рис. 2.6

Прибор предназначен для работы от сети переменного тока 127 или 220 В частотой 50 Гц. Потребляемая мощность выпрямителя при максимальной нагрузке вторичной цепи составляет 450 Вт.

Устройство выпрямителя показано на рисунке 2.7.

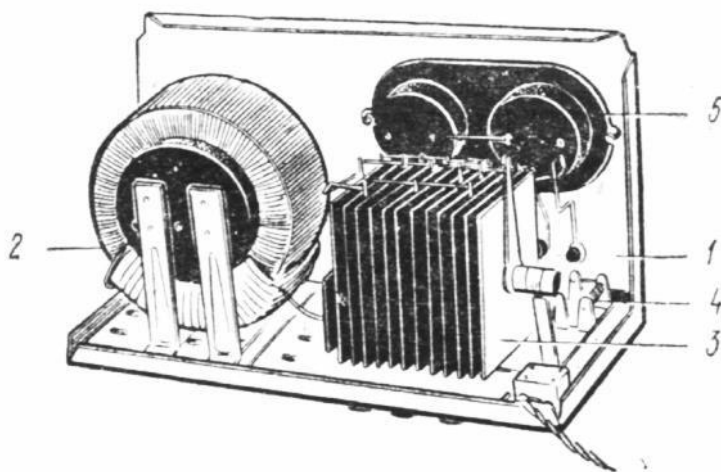


Рис. 2.7

Он состоит из шасси 1, на котором установлены понижающий трансформатор с сердечником тороидальной формы 2, селеновые вентили 3, щиток для предохранителей 4. На вертикальной панели установлены электроизмерительные приборы 5.

На передней панели прибора смонтированы вольтметр и амперметр постоянного тока, сигнальная лампа, ручка для плавного изменения снимаемого напряжения и две пары универсальных клемм для снятия выпрямленного и переменного напряжения.

В приборе использована мостовая схема для получения двухполупериодного выпрямления. Электрическая схема выпрямителя показана на рисунке 2.8.

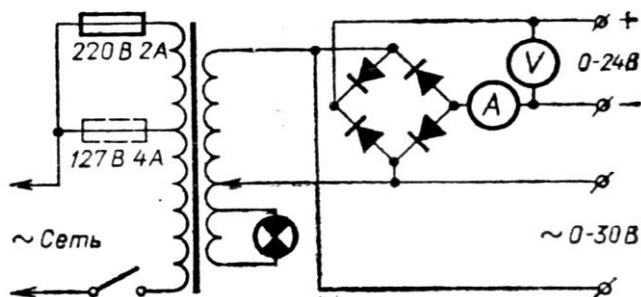


Рис. 2.8

Перед началом работы с прибором необходимо убедиться в исправности и правильности установки предохранителя. Следует помнить, что одновременно устанавливаются только один предохранитель на 4 А для 127 В или на 3 А для 220 В. До подключения нагрузки ручку плавной регулировки снимаемого напряжения нужно переместить в нулевое положение шкалы. Величины снимаемого постоянного напряжения и тока показывают измерительные приборы, смонтированные в панели выпрямителя. Величина переменного напряжения ориентировочно определяется по шкале плавного регулятора.

При одновременном подключении к прибору нагрузок постоянного и переменного напряжения суммарное значение силы тока не должно превышать 10 А.

Источники питания для работ физического практикума делают комбинированными. Они обеспечивают работы практикума как постоянным, так и переменным напряжением. Выходные напряжения этих источников можно регулировать плавно или ступенчато. Они питаются от сети напряжением 42 В.

Из источников этого типа наиболее распространены **источник электропитания для практикума ИЭПП-2** и **источник питания «Практикум»** (рис. 2.9).

Пульсация выходного стабилизированного напряжения источника при силе тока нагрузки 1 А не превышает $\pm 0,07$ В.

Пульсация выходного нестабилизированного напряжения источника при силе тока нагрузки 0,1 А не превышает ± 2 В.

Мощность, потребляемая источником при номинальном напряжении питания, не превышает 130 Вт. Суммарная мощность со всех выходов не должна превышать 70 Вт. Масса источника не превышает 5,5 кг.

Для защиты от перегрузок различных схем, питаемых от электронного стабилизатора, в нем предусмотрена защита по току с плавной регулировкой на ток от 0,03 до 1,5 А.

Принципиальная схема источника приведена на рис. 2.10. При включении тумблера *S1* напряжение питающей сети через предохранитель *F1* подается на первичную обмотку трансформатора *T*. Напряжения со вторичных обмоток трансформатора подаются на выходные клеммы «~12 В», колодку «~36 В» и два выпрямителя – на выпрямитель *V1... V4* и выпрямитель *V6... V9*. От выпрямителя *V1... V4* питается электронный стабилизатор, который позволяет получить на входных клеммах «0,5 ... 12 В» стабилизированное на-

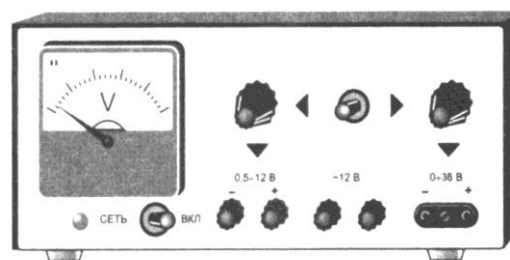


Рис. 2.9

пряжение постоянного тока в пределах 0,5... 12 В при силе тока нагрузки от 0 до 1 А. Электронный стабилизатор позволяет также получить в кратковременном режиме стабилизированное напряжение постоянного тока 12 В при силе тока нагрузки свыше 1 А (до 1,5 А).

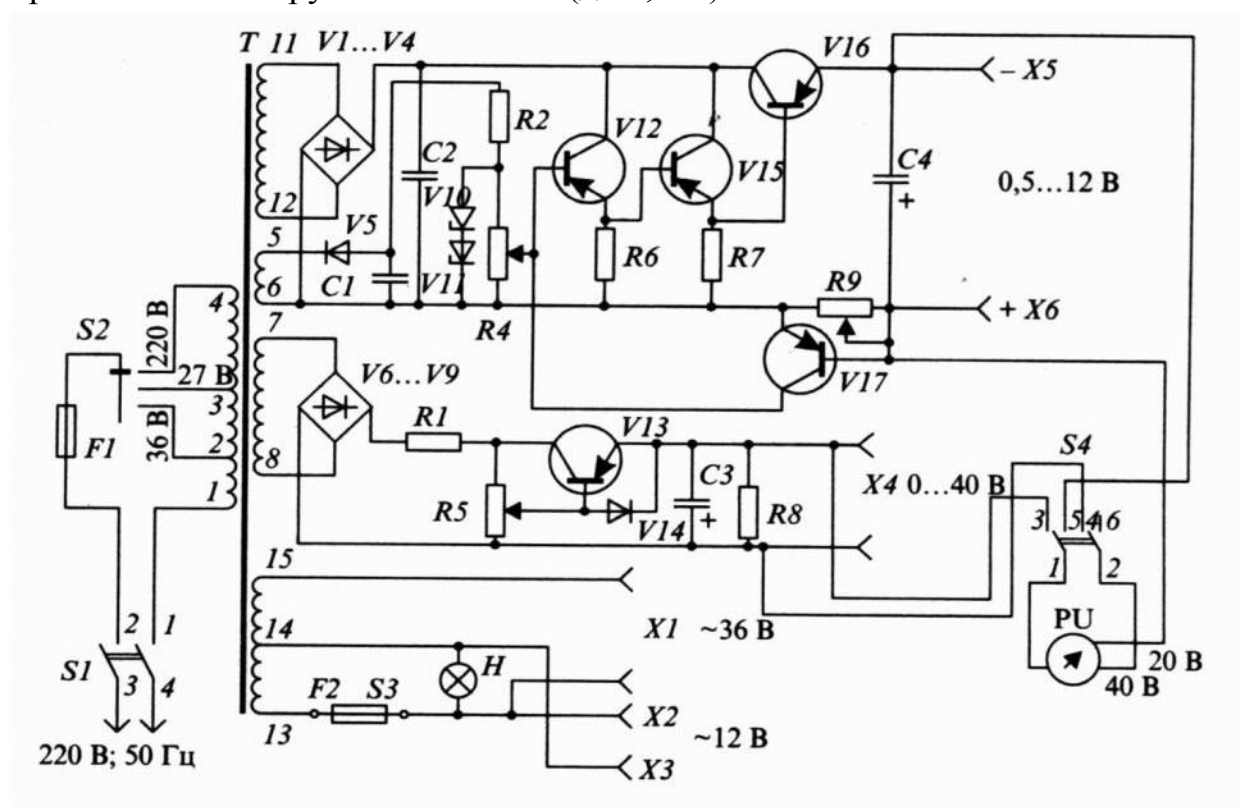


Рис. 2.10

Для защиты от перегрузок различных схем, питаемых от электронного стабилизатора, в нем предусмотрена защита по току с плавной регулировкой на ток от 0,03 до 1,5 А.

От второго выпрямителя $V6...V9$ питается схема (эмиттерный повторитель), позволяющая получить на выходной колодке «0...36 В» нестабилизированное напряжение постоянного тока величиной от 0 до 36 В при токе нагрузки от 0 до 0,4 А. От обмотки, рассчитанной на напряжение переменного тока 36 В и силу тока нагрузки 1,5 А, выполнены отводы на колодку «-36 В», которая расположена на задней стенке основания источника. От части этой обмотки выполнены отводы на клеммы «~12 В», с которых можно снять напряжение переменного тока 12 В при силе тока нагрузки 0,5 А, и на сигнальную лампу Н.

Конструктивно источник выполнен на основании из тонколистовой стали. К основанию крепится блок питания, состоящий из трансформатора, блока транзисторов, блока печатной платы, блока предохранителей.

На лицевой стенке основания установлены гнезда «0,5... 12 В», «~12 В», колодка «0...36 В», тумблер для включения источника в сеть и отключения от

сети, тумблер для переключения вольтметра на положения 20 В и 36 В, вольтметр и ручки для регулировки выходного напряжения.

На задней стенке основания предусмотрены отверстия, через которые можно осуществлять замену предохранителей $F1$ и $F2$, а также установить ток защиты.

Выпрямитель универсальный ВУП-1 (рис. 2.11) является универсальным источником выпрямленного высокого напряжения для питания всевозможных слаботочных радиотехнических цепей. Принципиальная схема выпрямителя показана на рисунке 2.12.

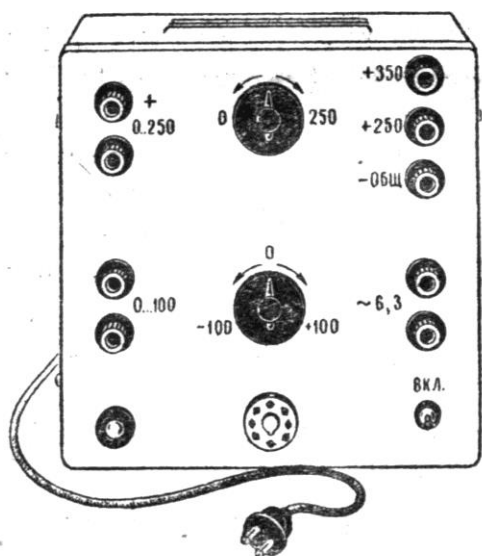


Рис. 2.11

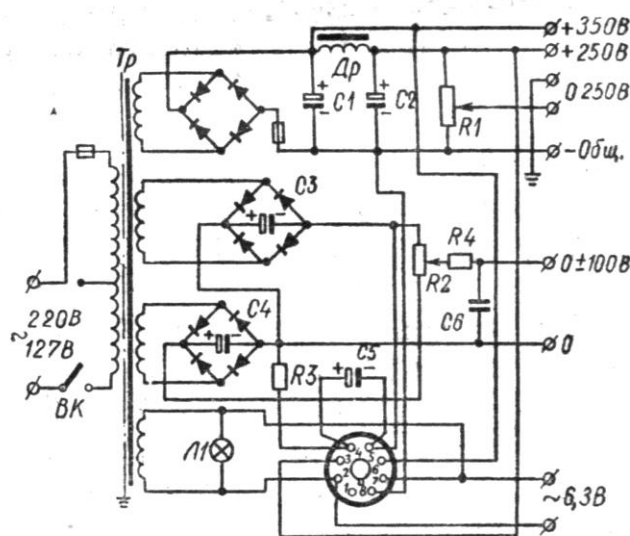


Рис. 2.12

Выпрямитель смонтирован на металлическом шасси, состоит из следующих основных частей:

- 1) блока питания – трансформатора мощностью 150 Вт, работающего от сети переменного тока частотой 50 Гц и напряжением 127 и 220 В;
- 2) выпрямительного устройства на полупроводниковых мостах. Один высоковольтный смонтирован на диодах Д7Ж и два низковольтных на диодах Д7В;
- 3) фильтра из дросселя и электролитических конденсаторов (два по 20 мкФ на 450 В, включенных до и после дросселя, и три по 20 мкФ на 150 В, включенных в низковольтный участок);
- 4) щитка предохранителя, состоящего из предохранителя П1 в низковольтной цепи на силу тока в 1 А, и предохранителя П2 в высоковольтной цепи на силу тока в 0,5 А. Окно для доступа к щитку с предохранителями находится на задней стенке корпуса прибора;
- 5) пульта управления, расположенного на передней панели прибора.

На передней панели прибора (рис. 2.11) расположены: с правой стороны - клеммы +350 В; +250 В; — общ.; ~ 6,3 В и тумблер для включения прибора в сеть; с левой стороны – клеммы регулируемого напряжения от 0 до 250 В, клеммы регулируемого напряжения от 0 до ± 100 В и индикатор включения прибора в сеть переменного тока. В средней части верхняя ручка для регулирования напряжения от 0 до 250 В, нижняя – от 0 до ± 100 В и ламповая октальная панель, к 2-й и 7-й ножкам которой подведены 6,3 В, к 6-й и 8-й – 350 В, к 3-й и 8-й – 250 В и к 4-й и 5-й – 100 В. Эта ламповая панель совместно со штепсельным разъемом обеспечивает быстрое и безошибочное подведение необходимых напряжений к генератору сантиметровых волн (из комплекта приборов для изучения свойств электромагнитных волн).

Выходные данные выпрямителя: выпрямленное напряжение 350 В (200 мА), постоянное (отфильтрованное) напряжение 250 В (50 мА), регулируемое постоянное напряжение от 0 до ± 100 В (10 мА), переменное напряжение 6,3 В (3 А).

В настоящее время Главучтехпром усовершенствовал универсальный выпрямитель ВУП-1 выпуском новой модели ВУП-2. Общий вид выпрямителя этой модели, электрическая схема, выходные данные мало чем отличаются от первой модели.

Выпрямитель рассчитан на подключение к электрической сети переменного тока напряжением 127 и 220 В, частотой 50 Гц. Выпрямитель позволяет получить:

а) нерегулируемое выпрямленное напряжение 350 В при наибольшем токе 0,2 А или 250 В при токе 0,05 А.

б) регулируемое выпрямленное напряжение от 0 до 150 В при токе 0,05 А. Регулируемое выпрямленное напряжение от 0 до ± 100 В (допускаемое отклонение ± 5 В при токе 0,005 А).

в) переменное напряжение 6,3 В при наибольшем токе 3 А.

Органы управления в новой модели выпрямителя ВУП-2, расположенные на передней панели, удобнее в эксплуатации, чем в первой модели.

Перед включением выпрямителя в сеть переменного тока необходимо:

1. Проверить исправность и соответствие предохранителей напряжению сети.
2. Подключить к выходным клеммам выпрямителя собранную электрическую схему или установку.
3. Заземлить корпус прибора, для чего использовать клемму «общ».
4. Подключить выпрямитель к сети переменного тока.

**Общие требования к эксплуатации всех видов
полупроводниковых выпрямителей**

1. В целях предупреждения порчи выпрямителя необходимо строго соблюдать нормальный режим эксплуатации, соответствующий его выходным данным.
2. Не подключать нагрузки к выпрямителям без предварительного приближенного расчета необходимой силы выпрямленного тока.
3. Не допускается:
 - а) заменять предохранители большими по номинальному току;
 - б) нагружать выпрямитель выше указанных номинальных значений;
 - в) хранить выпрямитель в сыром, неотапливаемом помещении.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Задание 1. Односторонняя проводимость кристаллического диода (1, с. 171)

1. Познакомится с принципами действия полупроводникового диода (рис. 2.13, схема 2.1)
2. Соберите установку по рисунку. Подайте напряжение 1 В, ползунок реостата поставьте в среднее положение.
3. Включите диод в проходном направлении и добейтесь отклонения стрелки гальванометра от амперметра до максимального значения (10 А)
4. Объясните результаты опыта (основные носители движутся к границе раздела, это приводит к уменьшению сопротивления). Электрический ток, созданный основными носителями диода, называется прямым током диода.
5. Измените полярность включения диода (или источника тока), не изменяя напряжения источника тока. Ток в цепи упадет до нуля, т.к. происходит значительное увеличение сопротивления запирающего слоя.
6. Постройте график вольт-амперной характеристики диода (рис. 2.14), показав, что прямое сопротивление перехода с повышением напряжения вначале падает, а затем остается практически неизменным. Обратное же сопротивление растет почти пропорционально приложенному напряжению.

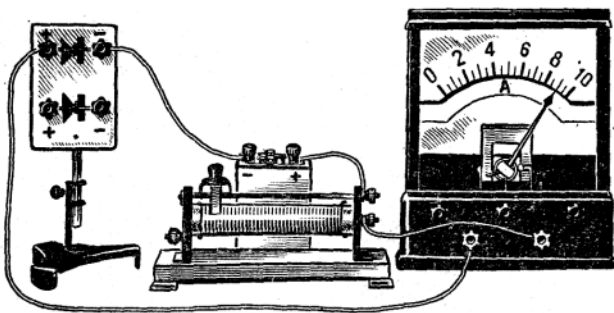


Рис. 2.13. Демонстрация односторонней проводимости полупроводникового диода

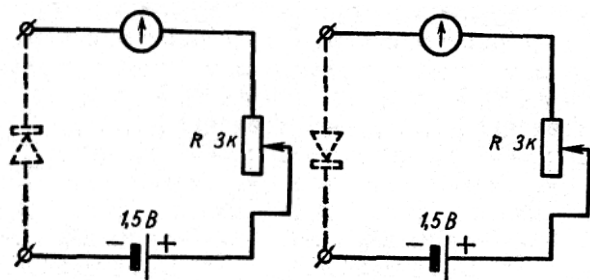


Схема 2.1.

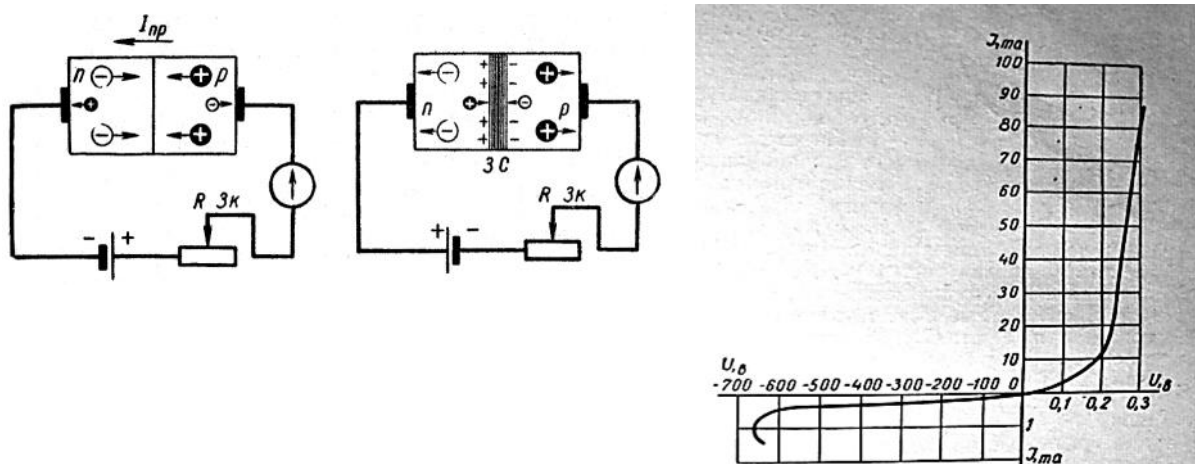


Рис. 2.14. Вольт-амперная характеристика диода типа Д7Ж.

При действии внешнего электрического поля, направленного от дырочного полупроводника к электронному, основные носители заряда в каждом полупроводнике движутся к границе их раздела и разрушают запирающий слой, обогащая его свободными носителями заряда. Это приводит к уменьшению его сопротивления.

Электрический ток, созданный основными носителями заряда, называют прямым током диода.

Замечание: Под действием внешнего электрического поля основные носители тока движутся к границе раздела, что приводит к уменьшению сопротивления.

Замечание: Электрический ток, созданный основными носителями называется прямым током диода.

Задание 2. Односторонняя проводимость лампового диода

(1,с 174)

1. Собирают схему по схеме 2.2. С шунтом на 100 мА (тока нет).
2. Для накала катода используют переменный ток. Это дает возможность подчеркнуть, что эмиссия электронов не зависит от того, каким способом накаливать катод сначала, не включая цепь накала, подают напряжение в анодную цепь лампы и обращают внимание учащихся, что гальванометр не отмечает тока. Высокий вакуум является хорошим изолятором.
3. Реостат устанавливают в минимальное положение. Замыкая цепь накала, наблюдают появление тока в анодной цепи при накаленном катоде.
4. Не включая цепь накала, подают напряжение в анодную цепь лампы.
5. Постепенно увеличивая сопротивление, уменьшают ток в цепи накала.

6. Переключаем полюса источника в анодной цепи, наблюдаем нагрев нити накала (тока не будет). При слабом накале лампы, ток в анодной цепи отсутствует.

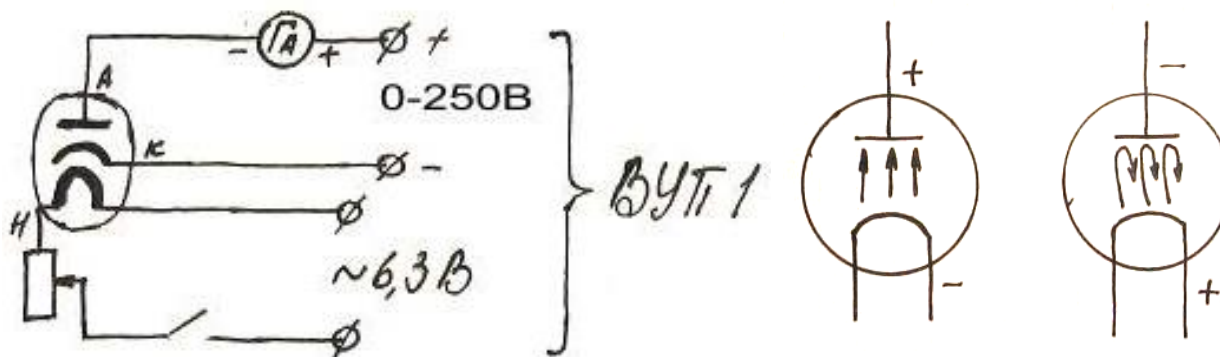


Схема 2.2.

Замечание: Обратите внимание, что теперь при любом накале нити катода ток в анодной цепи отсутствует.

Замечание: Чтобы удобнее было наблюдать за изменением полярности в анодной цепи, можно включить демонстрационный вольтметр, имеющий шкалу с нулем посередине.

Замечание: При любом накале лампы, ток в анодной цепи отсутствует.

Замечание: При соединении катода к « - » источника, а анода к « + » источника между катодом и анодом создается электрическое поле, которое заставляет электроны двигаться от катода к аноду.

Задание 3. Однополупериодное выпрямление переменного тока (1,с 174)

1. Соберите установку по схеме 2.3.
2. Подайте в первичную обмотку трансформатора напряжение 120 В. Во вторичной цепи, используя клеммы катушки на 6 В, диод включите в прямом направлении. Во вторичную цепь включите реостат на 100 Ом и гальванометр от амперметра с шунтом на 100 мА.
3. При замыкании первичной цепи трансформатора гальванометр обнаруживает постоянный ток.
4. Присоедините осциллограф к реостату на 100 Ом. Будет наблюдаться однополупериодное выпрямление переменного тока (рис. 2.16)
5. На осциллограф установите пределы время/дел = 5.

Замечание: Под действием внешнего переменного напряжения запирающий слой полупроводникового диода «пульсирует», меняется по толщине и

сопротивлению. Это создает благоприятные условия для прохождения электрического тока от дырочного полупроводника к электронному (пропускное направление).

Замечание: В течение одного полупериода ток проходит через диод, а в течение второго полупериода ток становится настолько слабым, что практически его можно не принимать во внимание.

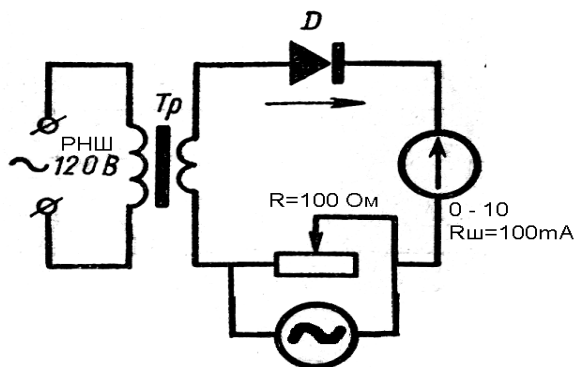


Схема 2.3. Схема однополупериодного выпрямления переменного тока.

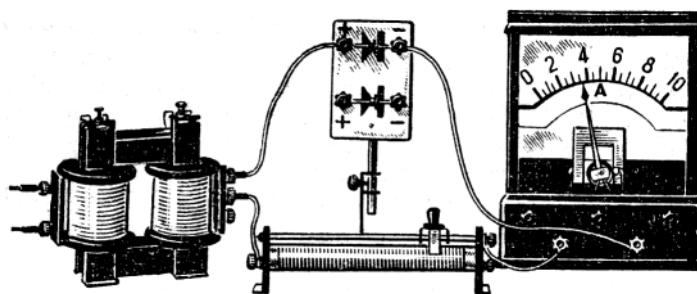


Рис. 2.15. Однополупериодное выпрямление переменного тока.

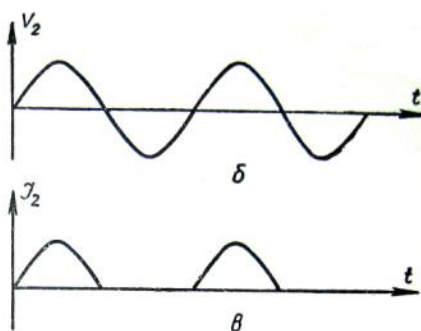


Рис. 2.16. Графики зависимости однополупериодного выпрямления переменного тока полупроводниковым диодом.

б. Зарисуйте в тетради графики зависимости силы тока от времени и напряжения от времени для однополупериодного выпрямления переменного тока.

Задание 4. Двухполупериодное выпрямление переменного тока по мостовой схеме (2,с.126)

1. Соберите установку по схеме 2.4.

Замечание: В мостовой схеме ток через каждый диод проходит только в течение одного полупериода, а в повышающей обмотке трансформатора в течение всего периода.

2. Подайте в первичную обмотку трансформатора напряжение 120В. Во вторичной цепи используйте клеммы катушки на 6В, подключив к ней мостовую схему, используя реостат на 5000 Ом.

3. Присоедините осциллограф к реостату на 5000 Ом. Будет наблюдаться двухполупериодное выпрямление переменного тока по мостовой схеме (рис. 2.17). В течение всего периода ток протекает через нагрузку R_H в одном и том же направлении, т.е. мост обеспечивает двухполупериодное выпрямление.

4. На осциллограф установите пределы время/дел = 5

В мостовой схеме ток через каждый диод проходит только в течение одного полупериода, а в повышающей обмотке трансформатора в течение всего периода. Благодаря этому у него обмотка в два раза меньше.

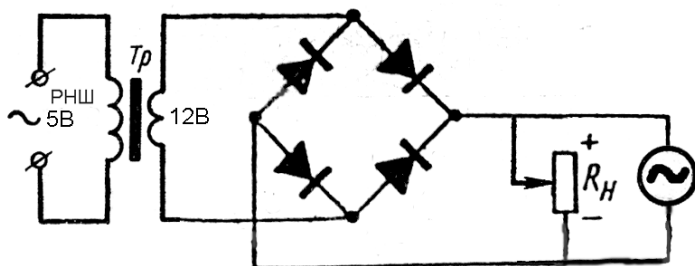


Схема 2.4. Двухполупериодное выпрямление переменного тока по мостовой схеме.

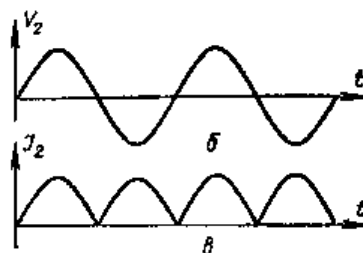


Рис. 2.17. Графики зависимости двухполупериодного выпрямления переменного тока по мостовой схеме.

5. Зарисуйте в тетради графики зависимости силы тока от времени и напряжения от времени для двухполупериодного выпрямления переменного тока по мостовой схеме.

Задание 5. Двухполупериодное выпрямление переменного тока со средней точкой (1,с.175)

1. Соберите установку по схеме 2.5, рисунок 2.18.

2. Подайте в первичную обмотку трансформатора напряжение 120 В. Во вторичную цепь трансформатора, используя клеммы катушки на 6В. Включите два диода, используйте реостат на 5000 Ом.

3. Вместо гальванометра можно включить осциллограф, на котором наблюдается зависимость $U(t)$, если его подключить к зажимам вторичной катушки трансформатора. Если осциллограф подключить к зажимам нагрузочного реостата, то наблюдается зависимость $I(t)$.

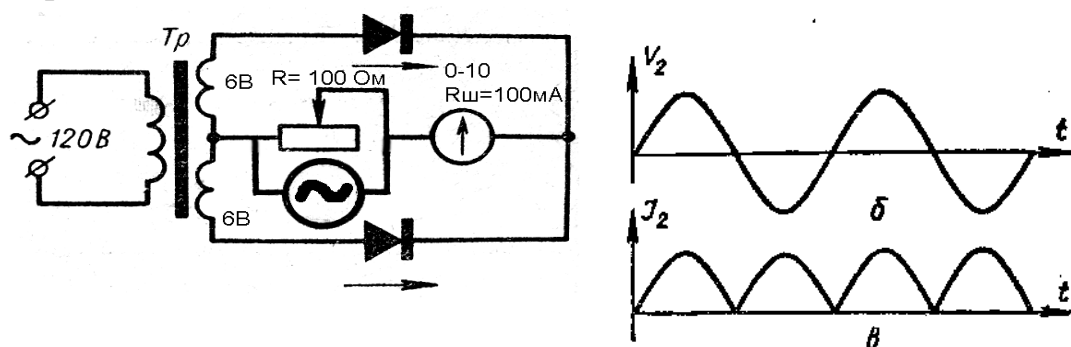


Схема 2.5. Схема двухполупериодного выпрямления переменного тока a ; графики напряжения b и тока $в$ во вторичной цепи

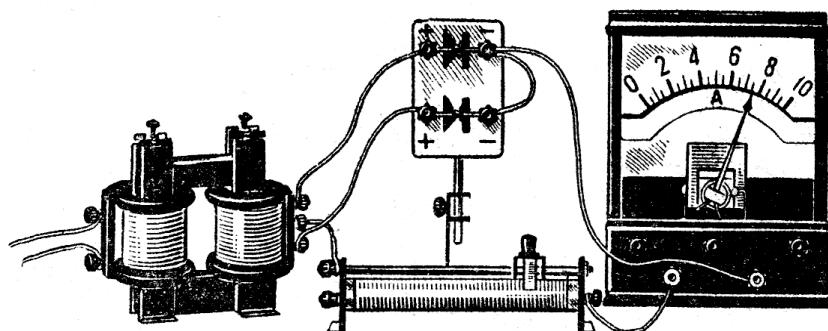


Рис. 2.18. Двухполупериодное выпрямление переменного тока со средней точкой

4. Если осциллограф включить к зажимам нагрузочного реостата, то на осциллографе будут наблюдаться изменения во времени силы тока.

Замечание: По сравнению с первым опытом ток в цепи увеличивается примерно в 2 раза.

Для отчета необходимо

- Уметь раскрывать причины односторонней проводимости полупроводникового и лампового диода;
- Знать назначение и области применения односторонней проводимости для выпрямления переменного тока;
- Уметь объяснять работу однополупериодной и двухполупериодной со средней точкой и мостовой схем выпрямления переменного тока;
- Знать устройство и технические характеристики и правила эксплуатации выпрямителей типа ВС-4-12, ВС-24М, ВУП-1, ВУП-2, ИЭПП-2.

Контрольные вопросы

1. Каков механизм односторонней проводимости селенового вентиля?
2. Каков общий вид вольт-амперной характеристики полупроводникового диода?
3. От какого параметра выпрямляющего вентиля зависит максимальный выпрямленный ток?
4. Как объяснить процесс выпрямления с помощью выпрямителя, собранного по мостовой схеме?
5. Как объяснить принцип работы выпрямителя, собранного по схеме со средней точкой трансформатора?
6. Каковы преимущества и недостатки выпрямителя, собранного по мостовой схеме, по сравнению с выпрямителем, собранным по схеме со средней точкой трансформатора?
7. Из скольких вентилях состоит выпрямительное устройство и как вентили соединены между собой?
8. Приборы, какой системы вмонтированы в выпрямителе?
9. Почему для питания радиотехнических схем необходим выпрямитель с фильтром?
10. Почему ВУП-1 и ВУП-2 не могут быть использованы для выпрямления переменного напряжения высокой частоты?

Литература

1. Демонстрационный эксперимент по физике в средней школе. Ч.1 под ред. Покровского А.А., изд. 3-е, М., Просвещение, 1977.
2. Евсюков А.А. Электротехника. М., Просвещение, 1977.
3. Марголис А.А. и др. Практикум по школьному физическому эксперименту. Изд. 3-е, М., Просвещение, 1977.
4. Никифорова Г.Г. Учебное оборудование для кабинетов физики общеобразовательных учреждений. М., Дрофа, 2005
5. Смирнов А.В., Смирнов С.А. Образовательная среда и средства обучения физике. Монография. М.: Школа Будущего, 2009
6. Техническое описание приборов ВС-4-12, ВС-24М, ВУП-1, ВУП-2М.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3
«ТРАНСФОРМАТОРЫ»

ТРАНСФОРМАТОРЫ

I. Для выполнения работы необходимо:

1. Знать:

- Принцип действия трансформатора низкой частоты;
- Режим работы автотрансформатора;
- Понятие К.П.Д. трансформатора;
- Понятие о повышающем и понижающем трансформаторе;
- Коэффициент трансформации трансформатора, понятие о потерях мощности в трансформаторе;

2. В тетради зарисовать:

- Схемы или рисунки используемых в работе приборов и ЭУУ.

Трансформаторы используются при постановке различных опытов по разным разделам курса физики, при проведении лабораторных работ и физического практикума. Кроме того, программой школьного курса физики предусмотрено специальное изучение вопросов трансформации низкочастотного тока.

В физических кабинетах средних школ широкое распространение получили трансформаторы низкой частоты с замкнутыми сердечниками различной конструкции, трансформаторы с незамкнутыми сердечниками – индукционные катушки (ИБ-100), автотрансформаторы – плавные регуляторы напряжения (РНШ-62).

Трансформатор универсальный. В комплект трансформатора (рис. 3.1) входят: П-образный сердечник с якорем и приспособлениями для крепления якоря; две катушки - на 220 и 127 В - или одна секционная катушка; катушка, разделенная на две части, для напряжения 12 и 6 В (в новых выпусках первые две катушки также объединены в одну секционную); два стальных наконечника конусообразной формы; катушка из медной толстой проволоки для демонстрации электросварки; кольцо-желоб из красной меди на огнеупорном основании для демонстрации принципа действия индукционной печи; маятник с двумя пластинами; электроды; плоская катушка с низковольтной лампой; медное и алюминиевое кольца.

Его основные технические данные: мощность 60 Вт; ток холостого хода при питании напряжением 127 В не более $0,5$ А, а при питании напряжением 220 В не более $0,3$ А.

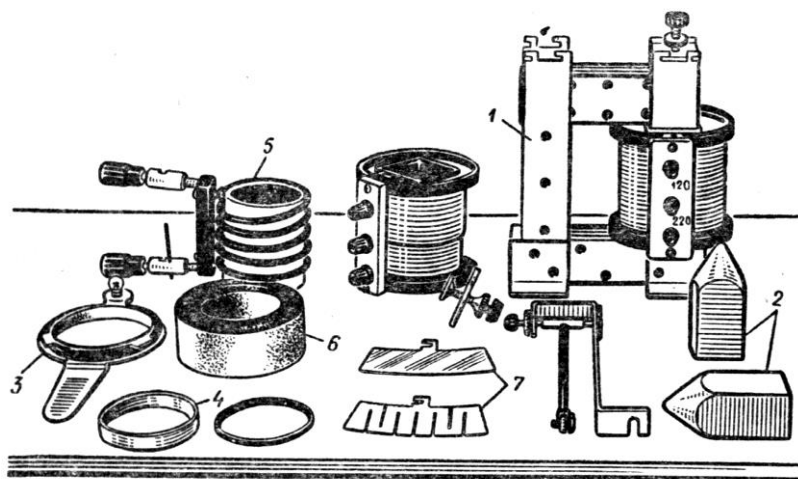


Рис. 3.1

Регулятор напряжения школьный РНШ (рис. 3.2) предназначен для плавного регулирования напряжения переменного тока частотой 50 Гц при проведении демонстрационных опытов и работ физического практикума в старших классах.

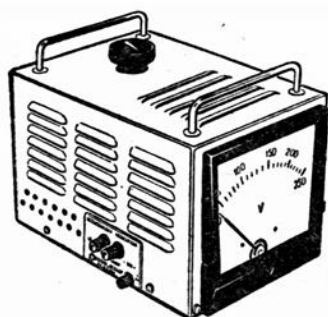


Рис. 3.2

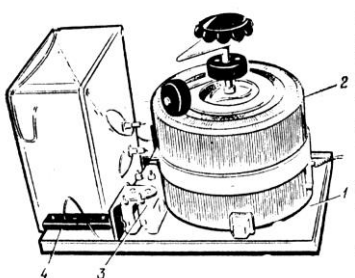


Рис. 3.3

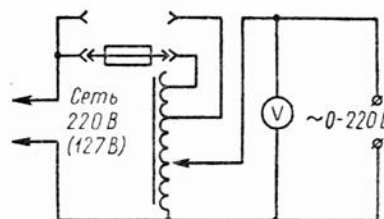


Рис. 3.4

РНШ позволяет получить регулируемое напряжение в следующих пределах:

1. При входном (сетевом) напряжении 127 В :

а) регулируемое (выходное) напряжение до 220 В ;

б) максимальный ток нагрузки:

при выходном напряжении до $140 \text{ В} - 8 \text{ А}$, при выходном напряжении от 140 до $220 \text{ В} - 6 \text{ А}$.

2. При входном (сетевом) напряжении 220 В

а) регулируемое напряжение до 240 В

б) максимальный ток нагрузки 9 А .

Регулятор напряжения (рис. 3.3) состоит из металлического основания **1**, на котором закреплены автотрансформатор **2**, две колодки **3** для плавких предохранителей и панель с зажимами **4**. На передней панели кожуха установлен вольтметр.

Электрическая схема регулятора показана на рисунке 3.4. При напряжении сети $127 В$ надо устанавливать плавкий предохранитель на $20 А$, а при напряжении сети $220 В$ – на $10 А$.

При эксплуатации регулятора напряжения необходимо учитывать, что сердечник и обмотка автотрансформатора сильно нагреваются. Поэтому при работе в номинальном режиме в течение 45 мин необходимо выключение прибора не менее чем на 15 мин.

Индуктор высоковольтный ИВ-100 (рис. 3.5) предназначен для преобразования низкого постоянного напряжения в высокое напряжение. Схема высоковольтного индуктора дана на рисунке (3.6).

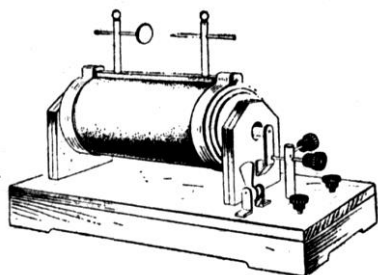


Рис. 3.5

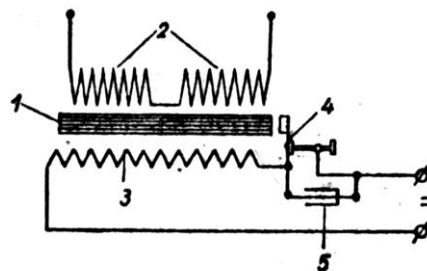


Рис. 3.6

Постоянное напряжение $10 - 12 В$ к первичной обмотке 3 подводится через молоточковый прерыватель 4. Пружина прерывателя, касаясь контакта регулятора, замыкает цепь первичной обмотки индуктора. При этом сердечник 1 намагничивается, притягивает к себе пружину и размыкает первичную цепь. После этого сердечник размагничивается и пружина опять касается контакта регулятора, замыкая цепь первичной обмотки. Эти процессы периодически повторяются.

Для гашения искры, возникающей при размыкании цепи прерывателем, параллельно ему включен конденсатор 5. Во вторичной обмотке 2 индуцируется э. д. с. индукции.

Выводы этой обмотки соединены с двумя стержнями-борнами, в которых укрепляются электроды. Напряжение между борнами прибора $25 кВ$. Напряжение питания $10 - 12 В$. Длина искрового разряда при нормальных атмосферных условиях 10 мм.

Во время работы индуктора необходимо соблюдать следующие правила техники безопасности:

1. Не прикасаться руками к разряднику и борнам, а также к проводам, идущим от борнов к другим приборам.

2. Не допускать искрового промежутка разрядника более 100 мм во избежание пробивания изоляции внутри секции вторичной обмотки.

3. Не допускать прикосновения и близкого расположения к корпусу прибора проводов, идущих от борнов.

4. Не допускать нагревания индуктора выше 40°C во избежание плавления парафиновой изоляции вторичной обмотки.

5. Не снимать пластмассовые крышки и перемычку, так как это может привести к обрыву проводов, соединяющих вторичную обмотку с борнами.

Преобразователь высоковольтный школьный «Разряд 1» служит для преобразования постоянного напряжения от 0 до 12 В в постоянное напряжение от 0 до 5 кВ или от 0 до 25 кВ. Максимальная потребляемая мощность прибора 20 Вт.

Общий вид прибора показан на рисунке 3.7.

На лицевой поверхности преобразователя расположены клавишный переключатель напряжения питания, дисковый и клавишный переключатели пределов выходного напряжения 5 кВ и 25 кВ, клеммы выхода 25 кВ, в которые вставляются съемные борны. При помощи ручки можно изменять расстояние между шарами борнов.

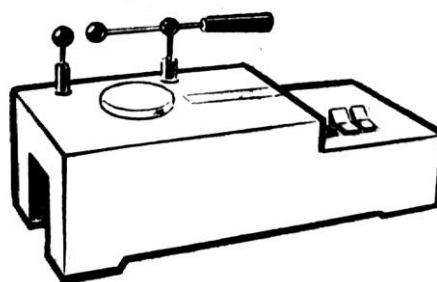


Рис. 3.7

Принципиальная схема прибора показана на рисунке 3.8.

Из схемы видно, что прибор состоит из четырех блоков: генератора переменного тока, высоковольтного трансформатора, выпрямителя, электронной защиты.

Генератор построен по двухтактной схеме на двух транзисторах Т1 и Т2 и преобразует постоянное напряжение в переменное.

Переменное напряжение с выходной обмотки трансформатора выпрямляется с помощью селеновых выпрямителей. Преобразователь имеет электронную защиту от перегрузки по питанию. Схема защиты состоит из транзисторов Т3 и Т4 и диодов Д1 и Д2, конденсатора С4 и резисторов R3 и R4. Эта схема обеспечивает автоматическое отключение прибора при увеличении питающего напряжения свыше 12 В.

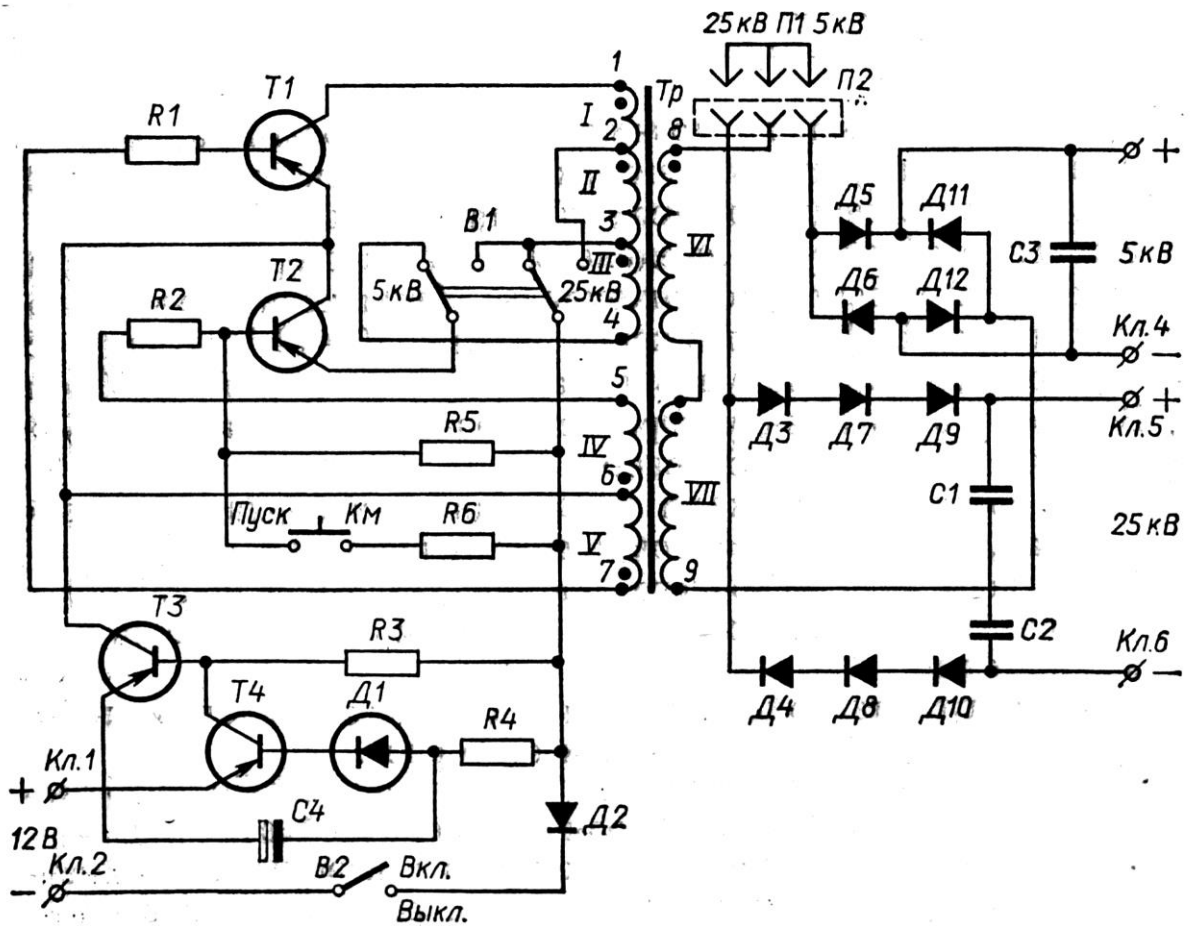


Рис. 3.8

В целях безопасности работы с преобразователем нельзя касаться руками высоковольтных элементов схемы; ставить около прибора посторонние предметы.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Задание 1. Трансформация переменного тока

(1, с.43, зад. 2)

1. Соберите трансформатор, для чего на П-образный сердечник наденьте катушки $120/220\text{ В}$ и 12 В . Замкните сердечник ярмом, плотно прижимая его специальными винтами.

2. Покажите понижение сетевого напряжения переменного тока. Подключите первичную обмотку через РНШ к сети переменного напряжения (220 В). К клеммам вторичной катушки подключите вольтметр с добавочным сопротивлением на $\sim 15\text{ В}$ (рис. 3.9). Замкните цепь первичной катушки и покажите, что во вторичной обмотке можно получить переменное напряжение 12 В или 6 В .

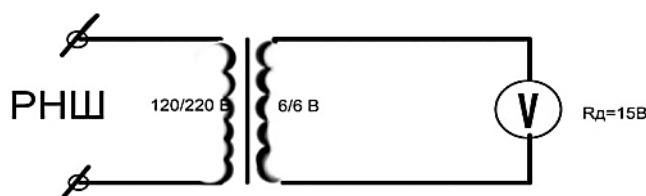


Рис. 3.9

Задание 2. Роль магнитопровода трансформатора

(1, с.44, зад.3)

1. Соберите установку, показанную на рисунке 3.10. Амперметр в первичной обмотке используйте с шунтом на $\sim 1\text{ А}$. Вольтметр во вторичной обмотке с добавочным сопротивлением $\sim 15\text{ В}$. Подайте на первичную катушку напряжение 220 В . Вторичную обмотку соедините с вольтметром используя клеммы на 12 В . Снимите с трансформатора прижимные винты.

2. Запишите показания приборов для следующих трех случаев:

- ядро замыкает оба полюса П-образного сердечника;
- ядро расположено на одном полюсе сердечника;
- ядро расположено на некотором расстоянии от сердечника и удерживается рукой.

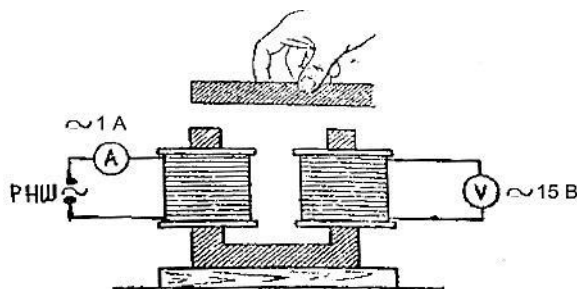


Рис. 3.10

Задание 3. Зависимость силы тока в первичной и вторичной обмотках от нагрузки во вторичной цепи

(2, с.44, зад.4)

1. Соберите установку согласно рисунку 3.11. Амперметр в первичной обмотке используйте с шунтом на $\sim 1A$. Во вторичной обмотке используйте амперметр с шунтом на $\sim 3A$, вольтметр с добавочным сопротивлением $\sim 15V$ и ступенчатый реостат (10 Ом , $5 A$). Первоначально измерьте ток холостого хода (при разомкнутой вторичной обмотке) подав напряжение $220 V$.

2. Перемещая ползунок ступенчатого реостата (10 Ом , $5 A$), увеличивайте силу тока во вторичной обмотке и для каждого положения ползунка отмечайте показания амперметров в обеих цепях.

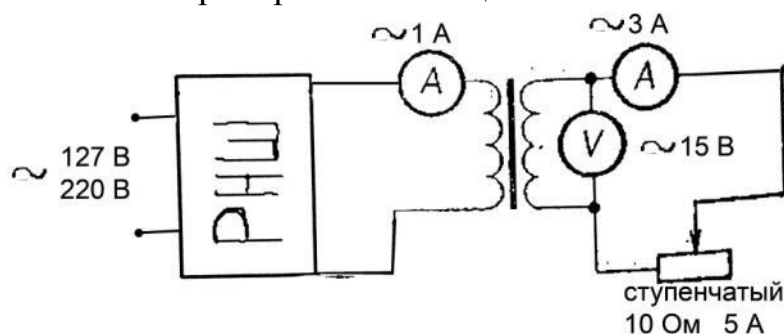


Рис. 3.11

Задание 4. Принцип работы силового трансформатора

(1, с.45, зад.6, рис.3-13).

1. Соберите установку, изображенную на рисунке 3.12. В держателях сварочной катушки прочно закрепите два зачищенных напильником гвоздя (диаметром 2 мм), обращенных остриями друг к другу.

2. Подключите первичную обмотку через РНШ к сети переменного напряжения $220 V$ к клеммам $120 V$ и сожмите ручки сварочной катушки так, чтобы концы гвоздей прикоснулись друг к другу.

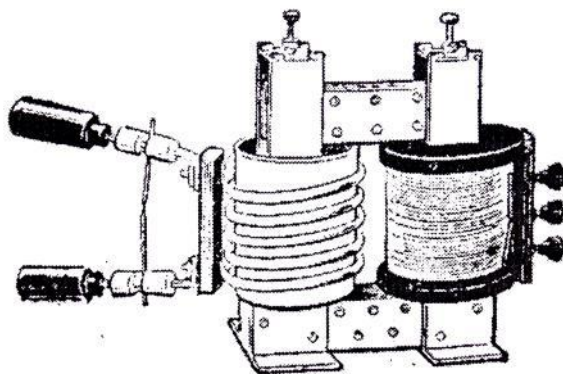


Рис. 3.12

Задание 5. Устройство и принцип действия высоковольтного индуктора ИВ-100

(1, с.46, зад.9)

1. С помощью авометра проверьте целостность первичной и вторичной цепи индуктора.
2. Покажите назначение переключателя.
3. Покажите целостность имеющегося в приборе конденсатора.

Задание 6. Применение индуктора для получения искрового разряда

(1, с.47, зад.10)

1. Разрядники индуктора закрепите в борнах так, чтобы расстояние между концами иглы и плоскостью диска не превышало 100 мм (рис. 3.13).

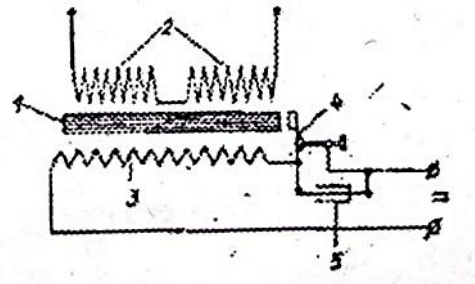
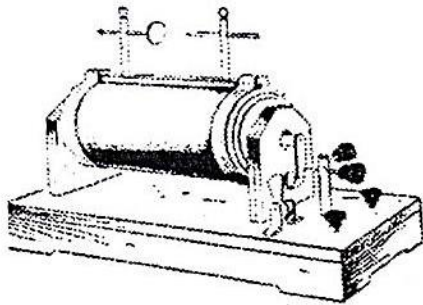


Рис. 3.13

2. Клеммы первичной обмотки при помощи изолированных проводов соедините с источником питания постоянного напряжения 12 В через выпрямитель ВС-4-12.
3. Переключатель прибора поставьте в положение ручки вверх.
4. Включите выпрямитель в сеть переменного тока.
5. Поверните переключатель первичной обмотки индуктора на 90° .
6. Вращением регулировочного винта приведите в действие прерыватель и добейтесь минимального искрения. Регулировочный винт механизма прерывателя закрепите зажимным винтом.
7. Покажите искровой разряд в атмосферном воздухе между электродами вторичной обмотки.

Примечание: при правильной установке диск разрядника должен быть катодом, а острие - анодом. О направлении тока можно судить только по виду искры: если искра бьет с острия к центру, то диск заряжен отрицательно (катод); если искра бьет с острия к краям, то диск заряжен положительно (анод). В последнем случае необходимо воспользоваться переключателем индуктора, повернув его в другую сторону.

Задание 7. Устройство и технические данные высоковольтного прерывателя «Разряд-1»

(1, с.47, зад.11)

1. Ознакомьтесь по принципиальной схеме с основными блоками монтажной схемы (рис. 3.14) высоковольтного преобразователя «Разряд -1» (рис. 3.15).

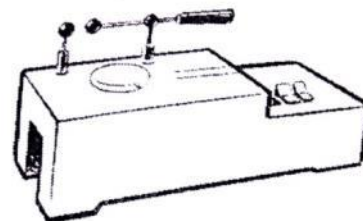


Рис. 3.14

2. Покажите наличие и исправность электронной защиты прибора.

Для этого подключите к преобразователю постоянное низкое напряжение 12 В от выпрямителя ВС-24м (В-24) в соответствии с полярностью, указанной на высоковольтном преобразователе.

3. Регулятор выходного напряжения выпрямителя установите на нуль. Поставьте переключатель пределов напряжения высоковольтного преобразователя в положение, соответствующее 5 кВ . Включите выпрямитель в сеть переменного тока, поставив переключатель питания в положение «пуск». Покажите, что по мере увеличения питающего низкого напряжения можно обнаружить возбуждение высокого напряжения по свечению газоразрядной трубки. Как только питающее напряжение становится более 12 В , прекращается характерный для работы генератора звуковой эффект – писк и одновременно прекращается свечение подключенной газоразрядной трубки

Покажите, что, как только уменьшится питающее напряжение до 12 В (и ниже), вновь автоматически восстанавливается работа преобразователя.

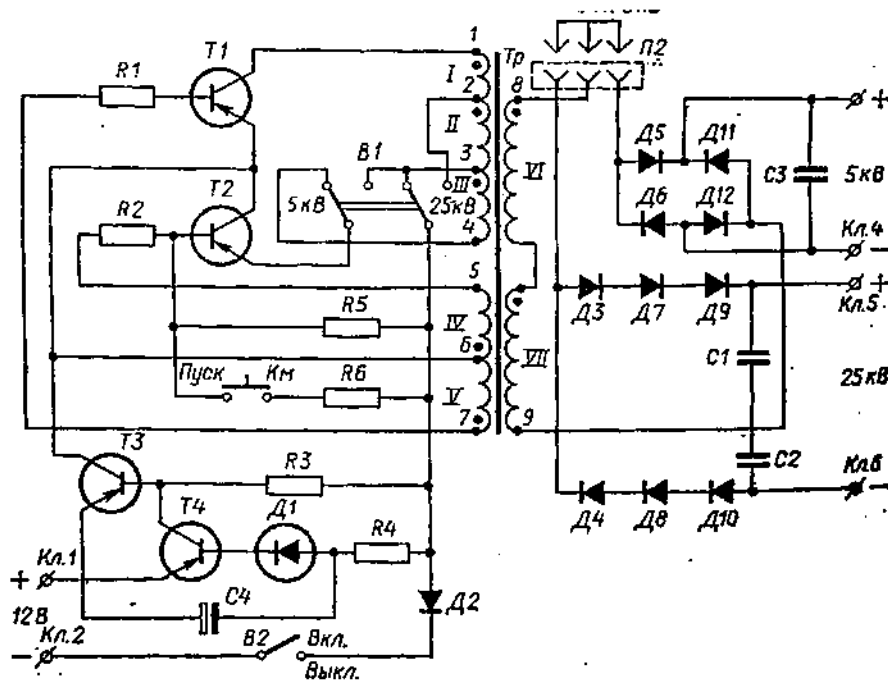


Рис. 3.15

Задание 8. Применение преобразователя для получения искрового разряда.

1. Подключите к преобразователю постоянное низкое напряжение 12 В от выпрямителя ВС-24м (В-24) в соответствии с полярностью, указанной на высоковольтном преобразователе.
2. Поставьте переключатель пределов напряжения высоковольтного преобразователя в положение, соответствующее 25 кВ .
3. Расположите шарики борнов на расстоянии $5 - 7\text{ мм}$ друг от друга.
4. Переключатель питания установите в положение «откл».
5. Подключите низковольтное питание к преобразователю от выпрямителя ВС-4-12 (в соответствии с полярностью, указанной на приборе).
6. Подберите необходимое напряжение питания и расстояние между шариками борнов, чтобы получить устойчивую картину искрового заряда.

Требования к отчету

1. Знать принцип действия используемых в работе приборов.
2. Знать основные технические данные и правила эксплуатации приборов.
3. Знать объяснение наблюдаемых в работе физических явлений.
4. Знать правила техники безопасности при работе с приборами.

Контрольные вопросы

1. Каков принцип работы низкочастотного трансформатора?
2. Какова роль замкнутого стального сердечника?
3. Чем объясняется, что увеличение тока во вторичной катушке влечет за собой увеличение потребляемой трансформатором мощности?
4. Каково устройство автотрансформатора и в чем принцип его работы?
5. Происходит ли расход мощности при холостом ходе трансформатора?
6. Каков принцип работы высоковольтного индуктора?
7. В чем существенное отличие принципа работы индуктора высоковольтного от преобразователя высоковольтного?
8. Происходит ли расход энергии при холостом ходе трансформатора?
9. Можно ли включать катушку от универсального трансформатора в сеть переменного тока не надетой на П-образный сердечник?
10. Какое преимущество имеет трансформатор с подвижным ярмом перед трансформатором с замкнутым сердечником?

11. Для чего служит конденсатор в электрической цепи высоковольтного индуктора?
12. От чего зависит частота прерывания в первичной обмотке индуктора?
13. Какой знак на диске индуктора, если искра бьет по его краям? Какой знак должен быть при правильном включении индуктора?
14. Каким образом можно показать, как с помощью данного разборного трансформатора попытаться напряжение переменного тока?
15. Как экспериментально показать, что при изменении напряжения переменного тока одновременно происходит и изменение силы тока?
16. Чем объясняется увеличение силы тока в первичной катушке?
17. Чем объясняется уменьшение напряжения на вторичной обмотке?
18. Можно ли включать первичную катушку в сеть переменного напряжения не надетой на П-образный сердечник?
19. Какое преимущество имеет трансформатор с подвижным ярмом перед трансформатором с замкнутым сердечником?
20. Какой вывод можно сделать из этой демонстрации?
21. Что необходимо знать о нагрузочной цепи, прежде чем подбирать тип трансформатора для ее питания переменным током?
22. Как объяснить эффект опыта, указанного в первом пункте?
23. Чем объясняется эффект опыта, указанного во втором пункте?
24. Почему сердечники трансформаторов изготавливаются наборными из отдельных стальных пластин, покрытых изолирующими материалами?
25. Каким образом можно продемонстрировать различную степень нагрева алюминиевой пластинки: сплошной или с разрезом?
26. Из чего состоит первичная цепь индуктора?
27. Для чего служит конденсатор?
28. От чего зависит частота прерывания в первичной обмотке индуктора?
29. Каким образом можно судить о величине выходного напряжения между шариками борнов?
30. Каким образом можно показать различие характера высокого напряжения, получаемого с помощью И8-100 и «Разряд-1»?
31. Какой из двух приборов «ИВ-100» или преобразователь «Разряд-1» в методическом отношении более целесообразен для показа искрового разряда при атмосферном давлении.

Литература

1. Марголис А.А. и др. Практикум по школьному физическому эксперименту. Изд. 3-е, М., Просвещение, 1977.
2. Никифорова Г.Г. Учебное оборудование для кабинетов физики общеобразовательных учреждений. М., Дрофа, 2005
3. Смирнов А.В., Смирнов С.А. Образовательная среда и средства обучения физике. Монография. М.: Школа Будущего, 2009

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4
«ЭЛЕКТРОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЙ ЩИТ»

Электрораспределительный щит и регулятор напряжения

Электрораспределительный щит – необходимое оборудование каждого физического кабинета средней школы. Он предназначен для получения различных напряжений переменного и постоянного тока. Обычно щит устанавливают на стене рядом с классной доской на двух кронштейнах и двух петлях. От щита делают подводку постоянного и переменного напряжения к демонстрационному столу для проведения различных демонстрационных опытов.

Электрораспределительный щит представляет собой устройство, которое предназначено для обеспечения электропитанием приборов, применяемых для проведения демонстраций, лабораторных работ физического практикума. Благодаря наличию систем защит от поражения электрическим током щит повышает безопасность работы с электрическими цепями и обеспечивает сохранность учебного оборудования.

Современные электрораспределительные щиты поставляются в школы в комплекте с другим оборудованием, которое необходимо для электроснабжения рабочих мест учителя и учеников. Кроме щита в состав комплекта, как правило, входят источники питания для фронтальных лабораторных работ, устройство защитного отключения, набор розеток, вилок и монтажный провод,

Варианты комплектации могут быть разными.

Цель работы: изучить принцип работы и назначение органов управления осциллографа и звукового генератора.

Электронные осциллографы нашли широкое применение во многих демонстрационных опытах на уроках физики в средней школе. Особо важную роль играет осциллографический метод при изучении колебательных процессов.

Для получения допуска к работе необходимо:

1) в тетради отразить:

- принципиальную схему электрораспределительного щита (1, с. 50);
- элементы управления /лицевую панель/ щита (1, с. 49);
- основные технические характеристики щита (1, с. 49);
- правила снятия со щита регулируемого постоянного (1, с. 52) и переменного напряжения (1, с. 51);
- принципиальную схему регулятора напряжения (1, с. 40, 2, с.34);
- основные соединительные клеммы /задняя панель щита/ (1, с.40).

2) знать:

- понятие фазного и линейного напряжения;
- принципиальное отличие автотрансформатора от трансформатора;
- принципиальные схемы полупроводниковых двухполупериодных выпрямителей;
- принцип работы электроизмерительных приборов электромагнитной и магнитоэлектрической систем;
- понятие переменного тока, эффективное, мгновенное значения тока и их соотношение;
- понятие о токах Фуко.

Основные технические характеристики щита. В настоящее время выпускается школьный электрораспределительный щит — ЩЭ. В этом щите для выпрямления переменного тока используется селеновый выпрямитель. Электрощит рассчитан на включение в электросеть трехфазного тока напряжением 220 В или в сеть однофазного тока напряжением 220 и 127 В и частотой 50 Гц.

Номинальный режим эксплуатации электрораспределительного щита — 45 мин непрерывной работы с последующим выключением на 15 мин.

При этом режиме обеспечиваются следующие параметры:

1. При сетевом напряжении 127 В возможно плавное регулирование переменного напряжения от 5 до 220 В. Ток нагрузки может достигать 8 А при снимаемом напряжении до 140 В и 6 А при напряжении от 140 до 220 В.

2. При напряжении сети 220 В регулируемое напряжение от 8 до 240 В. Максимальный ток нагрузки 9 А.

3. Возможно плавное регулирование постоянного напряжения от 8 до 70 В при токе нагрузки до 8 А.

Примечание. При более длительном режиме работы, чем номинальный, допустимая нагрузка должна быть уменьшена на 20 %.

Принципиальная схема электрораспределительного щита показана на рисунке 4.1.

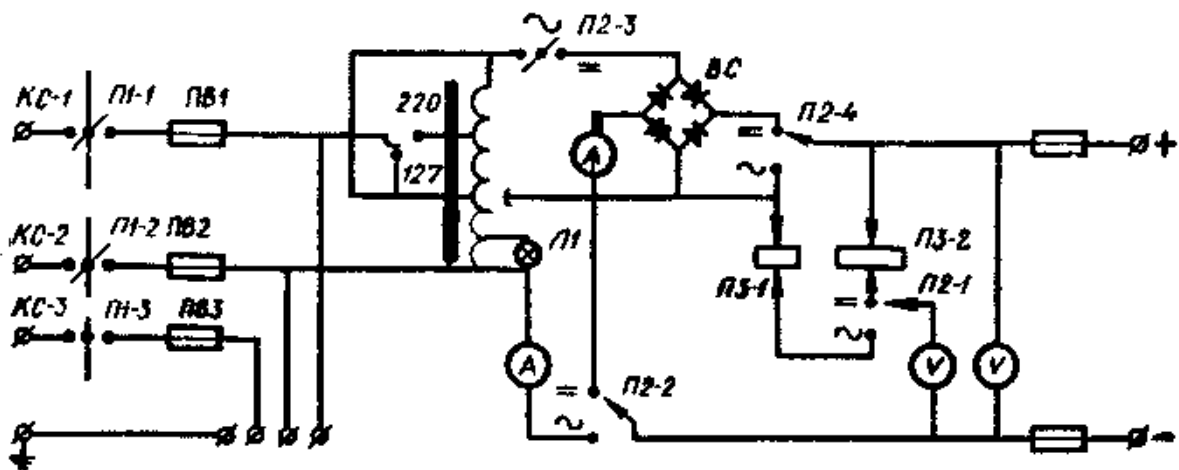


Рис. 4.1

Элементы управления щита.

Лицевая сторона (рис. 4.2) закрыта металлической панелью, на которой установлены электроизмерительные приборы, пакетный выключатель Π_1 (Π_{1-1} ; Π_{1-2} ; Π_{1-3}), имеющий два положения — «вкл» и «выкл», пакетный переключатель Π_2 (Π_{2-2} ; Π_{2-3} ; Π_{2-4}), имеющий два положения — « \sim » и « $=$ », означающие снятие со щита регулируемого переменного или регулируемого постоянного напряжения, блок защиты 1 с пятью плавкими предохранителями, ручка регулятора напряжения 2 с двумя шкалами (для постоянного и переменного тока), зажимы 3 для подключения цепи, питаемой регулируемым постоянным или переменным напряжением, зажимы 4 для снятия со щита нерегулируемого переменного напряжения (однофазного или трехфазного в зависимости от сети переменного тока в лаборатории), сигнальная лампа 5, вывод от нулевого провода 6.

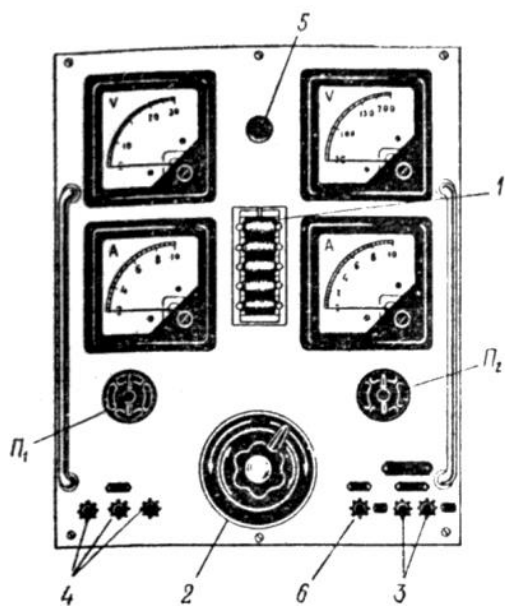


Рис. 4.2

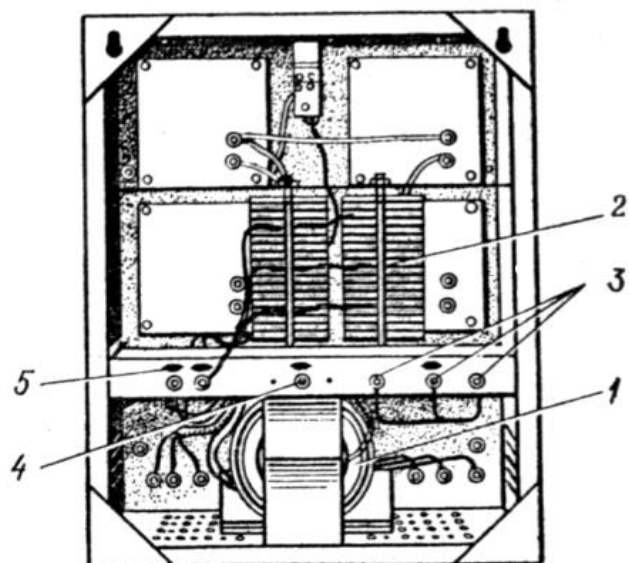


Рис. 4.3

Из принципиальной схемы видно, что оба вольтметра предназначены для измерения регулируемого переменного и постоянного напряжений. Один из вольтметров служит для измерения малых напряжений — до 30 В, а другой — от 50 до 250 В.

Для отключения вольтметра (с пределом до 30 В) по достижении напряжения 30 В на оси автотрансформатора устанавливается специальное отключающее устройство. Оно состоит из барабанчика с контактами, по которым скользят пружинящие щетки. Эти пружинящие контакты осуществляют связь с вольтметром до 30 В. При определенном положении ручки регулятора напряжения, т.е. главного токосъемника, отключается вольтметр с пределом измерения до 30 В.

Щит смонтирован на металлическом каркасе, на котором закреплены автотрансформатор 1, селеновый выпрямитель 2, зажимы для ввода трехфазного напряжения 3, зажимы 4 для нулевого ввода и зажимы 5 (см. рис. 4.3).

Зажимы 3 и 4 предназначены для подключения щита к четырехпроводной трехфазной сети. Зажимы 5 с переключаемым проводником служат для подключения щита к однофазному переменному току с напряжением 127 В и 220 В.

Получение от щита постоянного напряжения

1. Рукоятку автотрансформатора поставить на нуль шкалы постоянного тока (внешняя шкала).

2. Ручку переключателя «нагрузка» поставить в положение «=».

3. К клеммам «регулируемое напряжение», соблюдая полярность, присоединить нагрузку.

4. Ручку выключателя «ввод» поставить в положение «вкл.» (при этом загорается сигнальная лампа).

5. Вращением рукоятки автотрансформатора (вправо или влево от нуля) установить по приборам" необходимое постоянное напряжение.

6. По окончании работы сбросить напряжение с помощью рукоятки автотрансформатора, выключить «ввод», отключить от клемм «регулируемое напряжение» цепь нагрузки.

Получение от щита переменного напряжения

1. Рукоятку автотрансформатора поставить на нуль шкалы переменного тока (внутренняя шкала).

2. Ручку переключателя «нагрузка» поставить в положение «~».

3. К клеммам «регулируемое напряжение» присоединить нагрузку.

4. Ручку выключателя «ввод» поставить в положение «вкл.» (при этом загорается сигнальная лампа).

5. Вращением рукоятки автотрансформатора установить по приборам необходимое напряжение.

6. По окончании работы сбросить напряжение с помощью рукоятки автотрансформатора, выключить «ввод», отключить от клемм «регулируемое напряжение» цепь нагрузки.

Наибольшее распространение в школах получили «Комплект электроснабжения кабинета физики средней школы КЭФ-10» (см. рис 4.4)

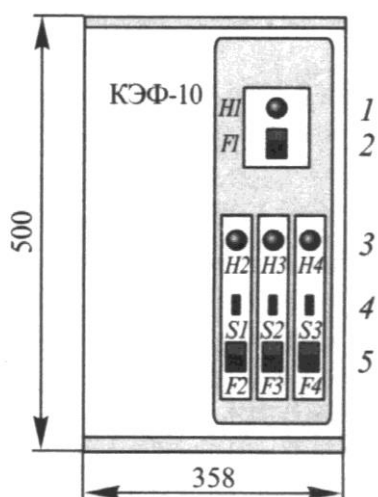


Рис. 4.4

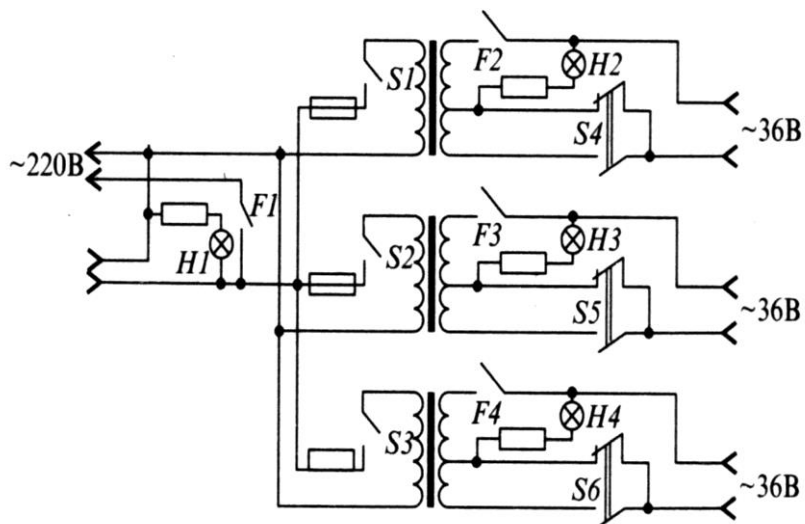


Рис.4.5

Щит питается от сети переменного тока напряжением 220 В, частотой 50 Гц. При помощи щита можно снабжать переменным электрическим током напряжением 220 В розетки демонстрационного стола и подавать на розетки ученических столов напряжение 42 (36) В. Максимальный ток нагрузки на линии 220 В составляет 6 А, а на каждой из трех линий 42 (36)В — 10 А. Потребляемая мощность при максимальной нагрузке не более 1,4кВт.

Габаритные размеры и расположение органов управления щита показаны на рис. 4.4. Глубина щита 180 мм. На его передней панели расположены: индикаторная лампочка 1 (H1), сигнализирующая о включении щита в сеть и подаче напряжения 220 В на розетки демонстрационного стола; автоматический выключатель 2 (F1) для включения и выключения питающей сети; индикаторные лампочки 3 (H2, H3, H4), сигнализирующие о подаче напряжения на лабораторные столы; тумблеры 4 (S1, S2, S3) для включения и выключения каждой линии; автоматические выключатели 5 (F2, F3, F4) для включения и выключения нагрузки и защиты линии от перегрузок и короткого замыкания.

Принципиальная электрическая схема щита приведена на рис. 4.5. Внутри металлического корпуса щита размещены тумблеры $S4, S5, S6$ для переключения на напряжение 42 или 36 В, плавкие предохранители и три трансформатора мощностью 400Вт каждый.

Щит устанавливается стационарно на стене кабинета физики вблизи рабочего места учителя. Закрепляют щит при помощи кронштейнов на высоте около 1,2 м от пола. Перед подключением щита к сети открывают переднюю панель до упора и переключают тумблеры $S1, S2, S3$ на необходимые напряжения. После этого частично отворачивают винты, фиксирующие упор, открывают панель полностью и пропускают через отверстия в задней стенке провода обесточенной сети заземляющий провод и линии питания демонстрационного и лабораторных столов. Подключение проводов проводят в соответствии с принципиальной схемой. Электропроводка от щита к столам выполняется скрытым способом. На рис. 4.6 показана схема соединения между собой щита, устройства защитного отключения и лабораторных выпрямителей.

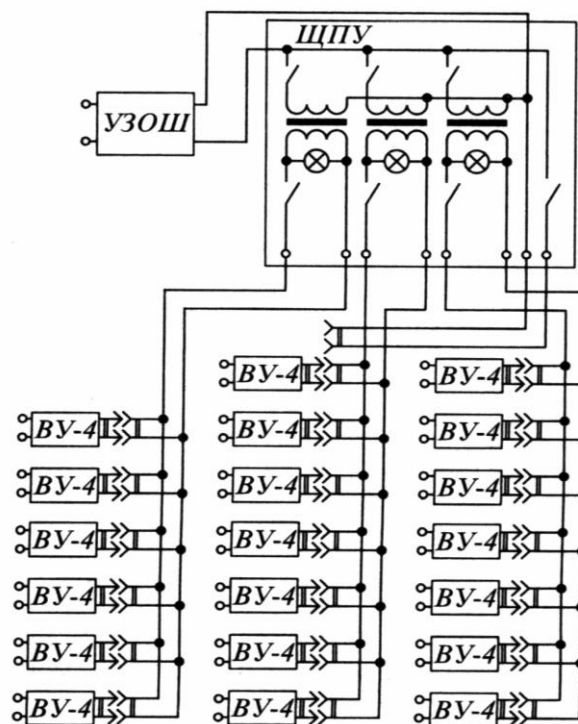


Рис. 4.6

Регулятор напряжения школьный РНШ. Регулятор напряжения школьный РНШ предназначен для плавного регулирования напряжения однофазного переменного тока частотой 50 гц при проведении лабораторных работ и демонстрационных опытов в физических кабинетах школ.

Техническая характеристика

При работе в номинальном режиме (45 мин непрерывной работы с последующим выключением в течение не менее 15 мин) регулятор напряжения позволяет получить регулируемое напряжение в следующих пределах.

При входном (сетевом) напряжении 127 В:

- а) регулируемое (выходное) напряжение — до 220В;
- б) максимальный ток нагрузки — 5 А.

При входном (сетевом) напряжении 220 В:

- а) регулируемое (выходное) напряжение — до 240 В
- б) максимальный ток нагрузки — 8 А.

Примечание. При более длительном режиме работы, чем номинальный (2 ч непрерывной работы с последующим выключением в течение не менее 15 мин), сила тока нагрузки должна быть уменьшена до 4А при сетевом напряжении 127В и до 6А при сетевом напряжении 220 В.

Устройство прибора

Регулятор напряжения (рис. 4.7) состоит из металлического основания 1, на котором закреплены: автотрансформатор 2, две колодки 3 для плавкой вставки, панель с зажимами.

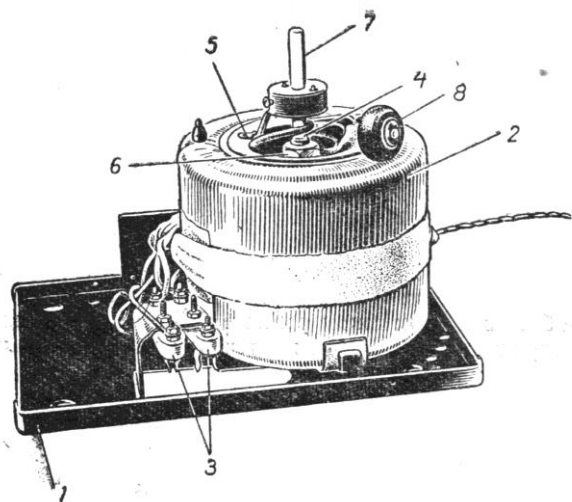


Рис. 4.7

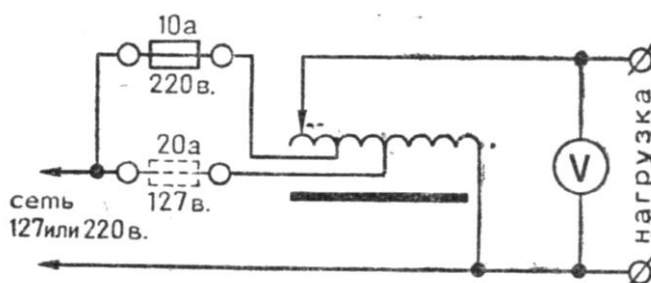


Рис. 4.8

Регулятор напряжения закрывается перфорированным металлическим кожухом. В передней стороне кожуха установлен вольтметр.

Принципиальная схема регулятора напряжения приведена на рис. 4.8.

Из этой схемы видно, что автотрансформатор имеет два отвода, позволяющие включить его в сеть переменного тока с напряжением 127 В или 220 В.

Вольтметр включен параллельно выходу автотрансформатора (между первым витком автотрансформатора и токосъемником), поэтому вольтметр показывает выходное напряжение трансформатора.

Расположение плавкой вставки определяется величиной сетевого напряжения.

Устройство основных частей регулятора напряжения

Автотрансформатор состоит из тороидального сердечника, представляющего собой кольцо из полос электротехнической стали. По цилиндрической поверхности сердечник изолирован электрокартоном, а сверху и снизу закрыт пластмассовыми кольцами. На сердечник (поверх изоляцион-

ных деталей) намотана в один ряд обмотка из медного изолированного провода 1,08 мм, число витков 267.

Отвод для включения в сеть 127 В сделан от 135-го витка и для 220 В — от 235-го витка. Сердечник закрепляется неподвижно на основании с помощью стального стержня 4, специальной прижимной шайбы 5 и двух гаек, из которых одна 6 наворачивается поверх прижимной шайбы, а другая снизу, с оборотной стороны основания. В верхней части стержня имеется отверстие, в которое закрепляется ось 7, несущая роликовый токосъемник 8.

Токосъемник состоит из пластмассовой втулки, к которой прикреплена металлическая плоская пружина. К пружине неподвижно закреплена ось, на которую надет угольный роликовый контакт. Ось имеет электрический контакт с проводником.

Токосъемник неподвижно закрепляется на оси 7 с помощью двух стопорных винтов. На оси сверху над кожухом закрепляется пластмассовая ручка.

По торцу обмотки, где скользит контактный ролик, провод зачищен от изоляции, благодаря чему обеспечивается электрический контакт любого витка обмотки с роликом. При вращении ручки вместе с ней вращается ось и токосъемник, в результате чего ролик может располагаться против нужного витка обмотки.

Следует иметь в виду, что для нормальной работы автотрансформатора должно быть отрегулировано равномерное (400—700 г) давление ролика на провод обмотки.

Поэтому не рекомендуется разбирать токосъемник при отсутствии навыков по правильной его сборке и регулировке.

В регуляторе напряжения установлен вольтметр электромагнитной системы типа Э-30 на 250 В.

Так как прибор комплектуется нормальной вилкой на 220 В и 6 А, то при снятии больших токов необходимо заменить ее на вилку большей мощности или подключить шнур прибора без вилки непосредственно к сети.

В случае перегорания плавкой вставки ее можно восстановить, впаяв в корпус вставки медный провод диаметром 0,25 мм для вставки на 10 А и диаметром 0,39 мм для вставки на 20 А. После устранения причины перегорания вставки надо новую вставку установить колодку предохранителя, соответствующую напряжению сети. Соединять проводом непосредственно пружины колодки предохранителя категорически воспрещается.

При эксплуатации регулятора напряжения необходимо учитывать, что сердечник и обмотка автотрансформатора сильно нагреваются. Так же нагревается и кожух регулятора. При больших нагрузках температура кожуха у ручки регулятора может достигать 60 °С. Температура в месте касания

угольного ролика с обмоткой 'достигает 110 °С. Рекомендуется при длительной работе с одним напряжением времени от времени сдвигать ролик на несколько витков вправо или влево и вновь устанавливать правильное напряжение по вольтметру.

Установленный в регуляторе напряжения вольтметр – электромагнитной системы, поэтому его шкала имеет неравномерный характер. Отсчет можно вести только с 50 В. В случае необходимости снимать с регулятора более низкие напряжения надо параллельно выходным клеммам «нагрузка» подключить дополнительный вольтметр с соответствующим пределом измерения.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ РАБОТЫ

1. Ознакомьтесь с внешним устройством электрораспределительного щита на щите, не подключенном в сеть переменного тока/, пользуясь принципиальной схемой (1, зад. 1, с.53).
2. Руководствуясь принципиальной схемой, рассмотрите внутреннее устройство электрораспределительного щита (1, зад. 2, с.53).
3. Проследите цепь регулируемого постоянного напряжения и цепь регулируемого переменного напряжения, отдельно зарисуйте их.
4. Получите от щита, включенного в сеть, переменное напряжение в 20 В, 40 В, 60 В, 100 В, 200 В, используя в качестве нагрузки ламповый реостат. Меняя для каждого напряжения число включенных ламп, обратите внимание на показание амперметра. Сделайте вывод. (1, зад. 3, с.53).
5. Повторите это же задание, используя полученное от щита постоянное напряжение величиной в 20 В, 40 В, 60 В. (1, зад. 4, с.53).
6. Выясните, имеется ли возможность использовать электрораспределительный щит как источник постоянного напряжения для выполнения учащимися лабораторных работ (1, зад. 6, с.54).
7. Руководствуясь принципиальной схемой, рассмотрите внутреннее устройство регулятора напряжения на разборном экземпляре. Ознакомьтесь с техническими данными регулятора напряжения (1, зад. 7, с.46).
8. Покажите возможность плавно увеличивать или уменьшать имеющееся сетевое напряжение с помощью регулятора напряжения (1, зад. 8, с.46).

Вопросы для допуска к работе:

1. Что такое фазное и линейное напряжение, как они связаны между собой, как их можно измерить?
2. В чем принципиальное отличие автотрансформатора от трансформатора?
3. Как подключается щит к сети при наличии в лаборатории четырехпроводной линии трехфазного тока?
4. Как подключается щит к сети переменного однофазного тока с напряжением 127 и 220 В?
5. На какую силу тока должны быть рассчитаны плавкие предохранители при напряжении сети 127 и 220 В?
6. Какой максимальной силы ток может проходить через щит при одновременном подключении нагрузки к клеммам регулируемого и нерегулируемого напряжения?

Задание 1. Ознакомление с внешним устройством электрораспределительного щита (не подключённого к сети), пользуясь принципиальной схемой

Ознакомьтесь с внешним устройством электрораспределительного щита (на щите, не подключенном в сеть переменного тока), пользуясь принципиальной схемой (система электроизмерительных приборов, пределы измерений, цена деления шкал, плавкие предохранители, их назначение и на какой ток они рассчитаны, клеммы в левой и в правой части щита, регулировка напряжения, отличие регулировки постоянного от регулировки переменного напряжения, назначение верхней лампы, закрытой цветным стеклом).

Ответьте на вопросы:

1. Какой системы и для каких измерений установлены в щите электроизмерительные приборы? Каковы пределы их измерений и цена деления шкал?
2. Где установлены обозначенные на принципиальной схеме плавкие предохранители ПВ-1, ПВ-2, ПВ-4, ПВ-5? Каково их назначение и на какой ток они рассчитаны?
3. Для чего предназначены три клеммы в левой и три клеммы в правой лицевой части электрораспределительного щита?
4. Как осуществляется регулировка напряжения и чем отличается регулировка величины постоянного от регулировки величины переменного напряжения?
5. Каково назначение верхней лампы, закрытой цветным стеклом?

Задание 2. Рассмотрение внутреннего устройства электрораспределительного щита (по схеме)

Ознакомиться с внутренним устройством щита (автотрансформатор, переключение питания электрораспределительного щита с напряжения сети 127 на 220 В однофазного переменного тока, клеммы подключения в сеть, цепь регулируемого постоянного напряжения, зарисовать её, амперметр в этой цепи, вольтметр, цепь регулируемого переменного напряжения, и зарисовать её, амперметр в этой цепи, вольтметр, переключение вольтметров).

Ответьте на вопросы:

1. Каково устройство автотрансформатора и его монтажная схема?
2. Как переключить питание электрораспределительного щита с напряжения сети 127 на 220 В однофазного переменного тока?

3. Где находятся клеммы, с помощью которых электрораспределительный щит подключается в сеть:

- а) при наличии в кабинете четырехпроводной сети трехфазного тока;
- б) при наличии трехпроводной сети трехфазного тока;
- в) при наличии однофазной сети?

4. Проследите цепь регулируемого постоянного напряжения и зарисуйте ее. Какой амперметр стоит в этой цепи? Как подключен к ней вольтметр?

5. Проследите цепь регулируемого переменного напряжения и зарисуйте ее. Какой амперметр стоит в этой цепи? Как подключен к ней вольтметр?

6. Как осуществляется переключение вольтметров?

Задание 3. Прослеживание цепи регулируемого постоянного напряжения и цепи регулируемого переменного напряжения и их зарисовка

1. По рисунку 4.1. и 4.9 проследите цепь регулируемого постоянного напряжения для электрического щита. Зарисуйте ее в тетради.

2. По рисунку 4.1. и 4.10 проследите цепь регулируемого переменного напряжения для электрического щита. Зарисуйте ее в тетради.

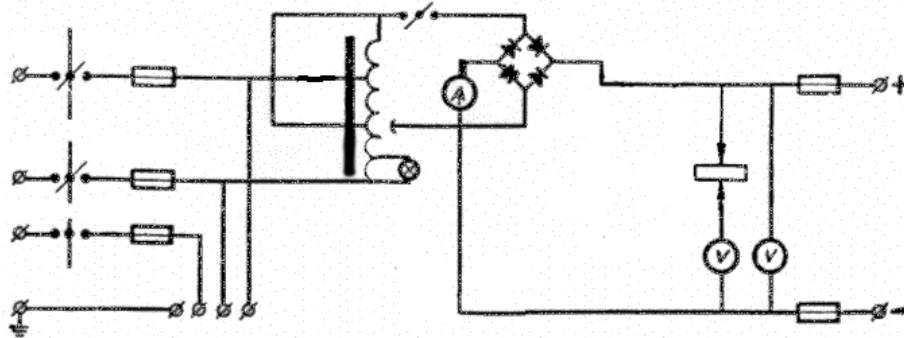


Рис. 4.9 Цепь регулируемого постоянного напряжения электрического щита

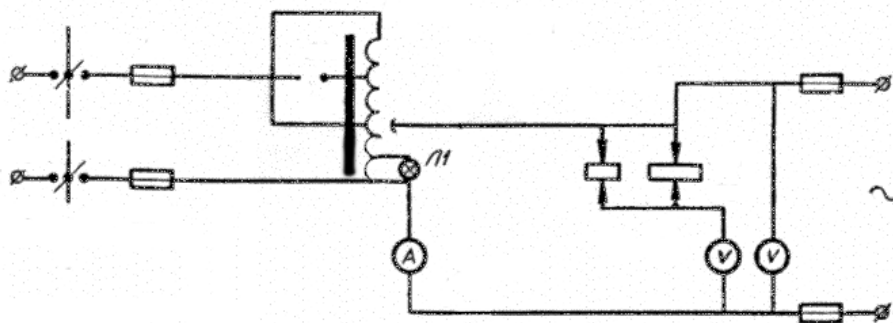


Рис. 4.10 Цепь регулируемого переменного напряжения электрического щита

Задание 4. Получение от щита, включенного в сеть, переменного напряжения в 20, 40, 60, 100 и 200 В

В качестве нагрузки подключите ламповый реостат.

1. Рукоятку автотрансформатора поставить на нуль шкалы переменного тока (внутренняя шкала).
2. Ручку переключателя «нагрузка» поставить в положение «~».
3. К клеммам «регулируемое напряжение» присоединить нагрузку.
4. Ручку выключателя «ввод» поставить в положение «Вкл» (при этом загорается сигнальная лампа).
5. Вращением рукоятки автотрансформатора установить по приборам необходимое напряжение.

По окончании работы сбросить напряжение с помощью рукоятки автотрансформатора, выключить «ввод», отключить от клемм «регулируемое напряжение» цепь нагрузки.

Задание 5. Получение от электрораспределительного щита постоянного напряжения в 20, 40 и 60 В

В качестве нагрузки подключите ламповый реостат.

1. Рукоятку автотрансформатора поставить на нуль шкалы постоянного тока (внешняя шкала).
2. Ручку переключателя «нагрузка» поставить в положение « = ».
3. К клеммам «регулируемое напряжение», соблюдая полярность, присоединить нагрузку.
4. Ручку выключателя «ввод» поставить в положение «Вкл» (при этом загорается сигнальная лампа).
5. Вращением рукоятки автотрансформатора (вправо или влево от нуля) установить по приборам" необходимое постоянное напряжение.

По окончании работы сбросить напряжение с помощью рукоятки автотрансформатора, выключить «ввод», отключить от клемм «регулируемое напряжение» цепь нагрузки.

Задание 6. Внутреннее устройство регулятора напряжения, технические данные регулятора напряжения РНШ (на разборном экземпляре)

1. С помощью авометра проследите целостность обмотки, подключаемой в сеть, и обмотки, с которой снимается регулируемое напряжение автотрансформатора.
2. Рассмотрите устройство токосъемника регулятора напряжения.

3. Покажите с помощью авометра изменение сопротивления обмотки, с которой снимается напряжение, при изменении положения ручки регулятора напряжения.

4. Рассмотрите, в какую цепь включен имеющийся в приборе вольтметр, и особенности его шкалы.

5. Рассмотрите устройство, в котором установлены плавкие предохранители, и их данные.

Задание 7. Покажите возможность плавно увеличивать или уменьшать имеющееся сетевое напряжение с помощью регулятора напряжения

1. Подключите регулятор напряжения в сеть с напряжением 127 В, а к нагрузке подключите авометр в режиме вольтметра переменного тока.

2. Вращая ручку регулятора, покажите:

а) плавное увеличение напряжения до 220 В;

б) плавное уменьшение напряжения.

3. Подключите регулятор напряжения к сети на 220 В (если нет в лаборатории такого напряжения, воспользуйтесь повышающим трансформатором).

4. Вращая ручку регулятора, покажите возможность плавно уменьшать сетевое напряжение и увеличивать его до 240 В.

5. Выясните возможность РНШ плавно изменять переменное напряжение в пределах от 0 до 50 В.

Для отчета по работе необходимо

1. Уметь находить все основные элементы щита и все элементы схемы на щите.
2. Уметь показать по схеме цепь регулируемого постоянного напряжения и цепь регулируемого переменного напряжения.
3. Знать основные технические характеристики щита.
4. Знать основные правила эксплуатации щита.
5. Знать схему регулятора напряжения и его технические характеристики.
6. Знать ответы на все контрольные вопросы, приведенные в конце задания.

Контрольные вопросы

1. Каково время непрерывной работы РНШ и щита?
2. Каково назначение РНШ и щита?
3. Как обеспечивается питание прибора от сети с напряжением в 127 и 220 В.
4. Какова особенность шкалы вольтметра, имеющейся в приборе?
5. Какой максимальной силы ток может проходить через щит при одновременном подключении нагрузки к клеммам регулируемого и нерегулируемого напряжения?
6. Можно ли использовать электrorаспределительный щит как источник постоянного напряжения для проведения в классе лабораторных работ? Чем объясняется этот недостаток электrorаспределительного щита?
7. Что такое фазное и линейное напряжение, как они связаны между собой, как их можно измерить?
8. В чем принципиальное отличие автотрансформатора от трансформатора?
9. Какие имеются схемы двухполупериодных выпрямителей?
10. Как подключается щит к сети при наличии в лаборатории четырехпроводной линии трехфазного тока?
11. Как подключается щит к сети переменного однофазного тока с напряжением 127 и 220 В?
12. На какую силу тока должны быть рассчитаны плавкие предохранители при напряжении сети 127 и 220 В?

Литература

1. Марголис А.А. и др. Практикум по школьному физическому эксперименту. Изд. 3-е, М., Просвещение, 1977.
2. Никифорова Г.Г. Учебное оборудование для кабинетов физики общеобразовательных учреждений. М., Дрофа, 2005
3. Смирнов А.В., Смирнов С.А. Образовательная среда и средства обучения физике. Монография. М.: Школа Будущего, 2009
4. Учебное оборудование по физике в средней школе, под ред. Покровского А.А. – М.: Просвещение, 1973.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5
«ЭЛЕКТРОННЫЙ ОСЦИЛЛОГРАФ И
ЗВУКОВОЙ ГЕНЕРАТОР»

ЭЛЕКТРОННЫЙ ОСЦИЛЛОГРАФ И ЗВУКОВОЙ ГЕНЕРАТОР

Электронные осциллографы нашли широкое применение во многих демонстрационных опытах на уроках физики в средней школе. Осциллограф позволяет показать много важных и интересных опытов по различным разделам курса физики. Особо важную роль играет осциллографический метод при изучении колебательных процессов.

Применение осциллографического метода в преподавании физики в средней школе является эффективным лишь в том случае, если учащиеся понимают принцип работы этого прибора. Поэтому прежде чем применять осциллографический метод, учитель должен на простых убедительных опытах раскрыть принцип работы и показать назначение органов управления осциллографа.

Цель: предлагаемая работа в основном направлена на приобретение навыков показа опытов с помощью электронного осциллографа, который применяется для различных демонстраций, выполняя «вспомогательную роль», как и другие приборы, относящиеся к основному оборудованию.

Для получения допуска к работе необходимо:

1) в тетради зарисовать:

- блок-схему и устройство электронно-лучевой трубки (1, с.141-142);
- блок-схему упрощенного электронного осциллографа (2, с.57);
- осциллограмму генератора развертки (2, с.59);
- верхнюю панель осциллографа ОЭШ-61 с органами управления (2, с.61);
- переднюю и заднюю панели осциллографа (2, с.57 и 64);
- записать технические данные и правила эксплуатации осциллографа и звукового генератора (2, с.64);

2) знать:

- условие устойчивости картины на осциллографе;
- назначение всех ручек управления, а также элементов на задней и передней панелях осциллографа;
- положение переключателя «ослабление» при любом заданном значении исследуемого напряжения;
- правила эксплуатации осциллографа и звукового генератора;
- назначение основных блоков осциллографа;
- правила техники безопасности при работе с приборами.

Школьный электронный осциллограф ОЭШ состоит из следующих основных узлов (рис. 5.1): электронно-лучевой трубки, входного аттенюатора, усилителя горизонтального отклонения, усилителя вертикального отклонения, генератора развертки, устройства для синхронизации, блока питания.

Электронно-лучевая трубка является важнейшей частью осциллографа. В осциллографе ОЭШ установлена электронно-лучевая трубка типа 13Л037И. На рисунке 5.2 показано в упрощенном виде устройство этой трубки.

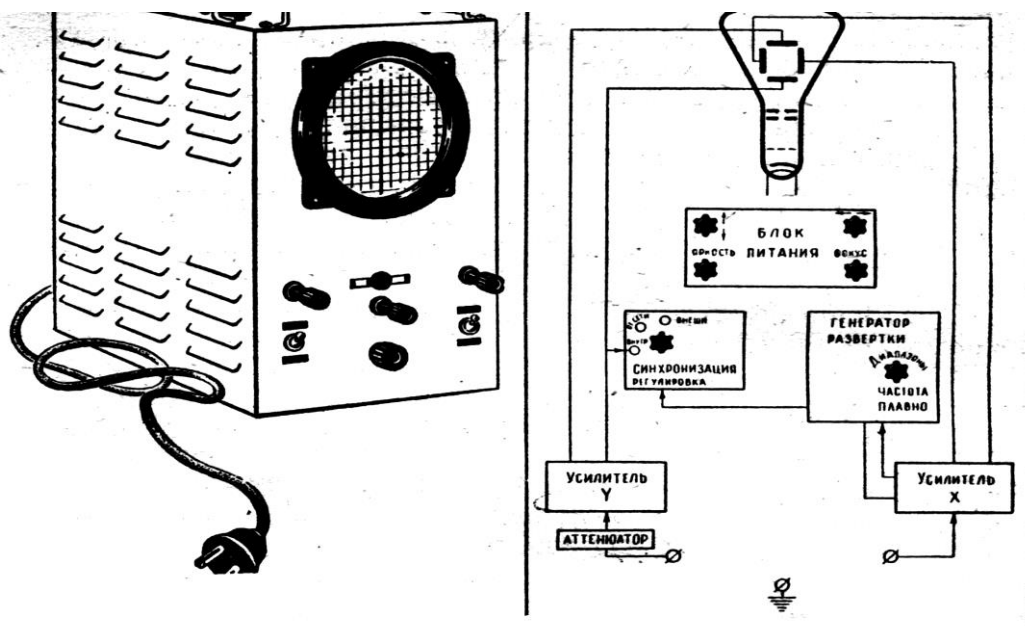


Рис. 5.1

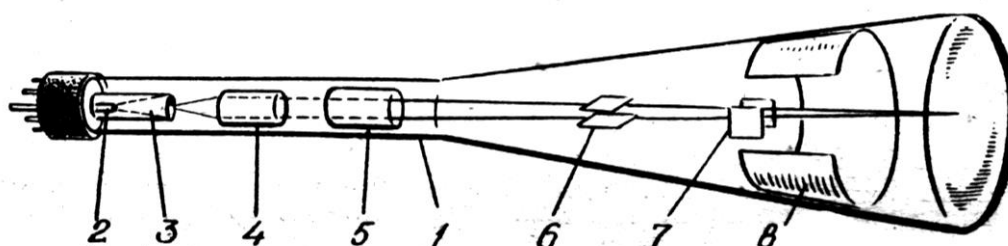


Рис. 5.2

Она представляет собой вакуумную колбу *1* специальной формы. Оксидный подогревный катод *2* выполнен в виде цилиндра. Катод помещен внутри цилиндра управляющего электрода, или модулятора *3*.

Модулятор (управляющий электрод) выполнен в виде металлического цилиндра, в дне которого против катода вырезается отверстие. Действие этого цилиндра аналогично действию сетки электронной лампы. Если к модулятору приложить отрицательное напряжение, то электроны, летящие вдоль

оси цилиндра модулятора от катода, будут отталкиваться по направлению к оси и, пройдя через отверстие более узким пучком, будут двигаться к аноду. Для получения наибольшей резкости изображения на экране трубки нужно, чтобы световое пятно было возможно меньшего диаметра, т. е. необходимо сфокусировать на экран электронный пучок в одну точку.

Для обеспечения фокусировки в электронно-лучевой трубке имеются два анода **4** и **5**, представляющие собой два цилиндра, к которым приложены положительные напряжения.

Если изменять разность потенциалов между обоими цилиндрами, увеличивая или уменьшая напряжение на первом аноде, то этим можно регулировать степень фокусировки. Сфокусированный электронный пучок направляется вдоль оси трубки к экрану. Для ускорения движения электронов (что позволяет получить на экране большую яркость пятна) в трубке имеется третий анод **8**. Он выполнен в виде кольцеобразного слоя металла, нанесенного на внутреннюю поверхность расширенной части колбы. На третий анод подается положительное напряжение с потенциалом более высоким, чем на втором аноде.

Экран трубки покрыт люминесцентным материалом. Электроны, бомбардируя экран, вызывают его свечение, и поэтому электронный луч, попадая на экран, вызывает появление светового пятна.

По пути к экрану, между вторым и третьим анодами, электронный луч проходит между двумя парами плоских пластин, из которых одна пара **6** расположена горизонтально, а другая **7** – вертикально.

Пластины, расположенные горизонтально, отклоняют электронный луч вверх и вниз, т. е. в вертикальном направлении по оси Y , и поэтому эти пластины называют **вертикально отклоняющими**. Пластины, расположенные вертикально, отклоняют электронный луч влево и вправо, т.е. в горизонтальном направлении (по оси X), и поэтому называются **горизонтально отклоняющими пластинами**.

Исследуемое напряжение с зажима, обозначенного «усилитель Y » подается через разделительный конденсатор на делитель напряжения (аттенюатор). **Делителем** называется устройство, служащее для уменьшения электрического напряжения или мощности в заданное число раз. В осциллографе установлен реостатно-емкостный делитель, ослабляющий входное напряжение до нужной величины.

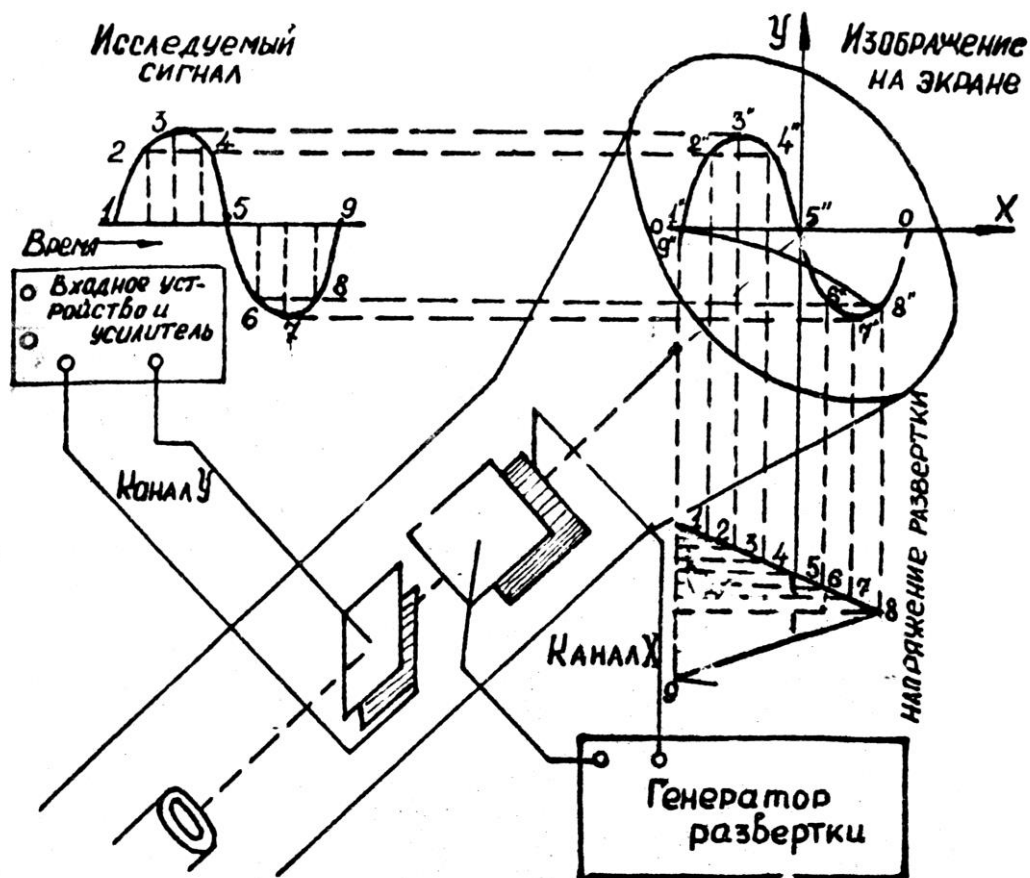


Рис. 5.3

Усилитель вертикального отклонения служит для усиления сигнала, подаваемого на вертикальный вход осциллографа. Его ручка-«усилитель», находящаяся на верхней панели осциллографа слева, позволяет плавно устанавливать низкую амплитуду осциллограммы.

Внешней частью прибора для получения осциллограмм является **генератор развертки**. Генератор развертки предназначен для того, чтобы равномерно перемещать электронный луч по оси X от левого до правого края экрана, а затем быстро возвращать его в крайнее левое положение. Для этого генератор развертки создает пилообразное напряжение (рис. 5.4). Напряжение развертки в связи с этим имеет небольшую амплитуду (порядка 20-30 В). Его приходится усиливать для получения достаточного отклонения луча на электронно-лучевой трубке.

Снимаемое с генератора развертки напряжение имеет небольшую амплитуду, порядка 25 В. Перед подачей напряжения к горизонтально отклоняющим пластинам электронно-лучевой трубки его необходимо усилить. С этой целью в электронном осциллографе типа ОЭШ установлен **усилитель горизонтального отклонения**.

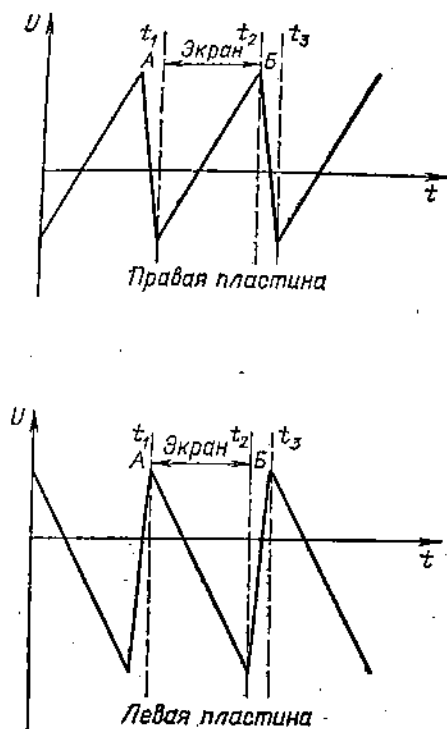


Рис. 5.4. Осциллограмма пилообразного напряжения, даваемого генератором развертки

Усилитель горизонтального отклонения может подключаться к внешнему источнику напряжения (т. е. к зажиму «вход X») установкой переключателя диапазонов развертки в положение «0». Это напряжение не должно превышать 10 В.

Для того чтобы получить на экране электронно-лучевой трубки неподвижное изображение осциллограммы, частота развертки должна быть или точно равна частоте исследуемого напряжения, или отличаться от нее в кратное число раз. Если такого соответствия частот не будет, то изображение будет медленно передвигаться по экрану влево или вправо.

Из описанного выше устройства генератора развертки видно, что можно плавно, регулировать частоту вырабатываемого им напряжения. Однако частота генератора пилообразного напряжения недостаточно стабильна, поэтому изображение не будет устойчиво на экране. Для

того чтобы устранить этот недостаток и получить устойчивое неподвижное изображение необходимо генератор развертки синхронизировать (т.е. согласовать во времени) с частотой исследуемого напряжения. Для этой цели к сетке тиратрона прикладывают синхронизирующее напряжение. Когда частота генератора развертки будет близка к частоте синхронизирующего напряжения, это напряжение изменяет частоту генератора развертки до точного совпадения с частотой синхронизирующего сигнала. Минимальное напряжение, необходимое для синхронизации, имеет порядок 0,05-0,1 В (в зависимости от частоты). Большое напряжение синхронизации вызывает искажение формы пилообразного напряжения.

Величина синхронизирующего напряжения регулируется потенциометром.

В приборе имеется три вида синхронизации: внутренняя (исследуемым сигналом); внешняя (внешним сигналом); от сети (питающим напряжением).

Осциллограф ОЭШ питается от сети переменного тока с напряжением 127 или 220 В частотой 50 Гц. Блок питания состоит из трех отдельных выпрямителей, питающихся от одного общего силового трансформатора.

К органам управления осциллографом относятся управление электронным лучом, регулировка исследуемого, напряжения, регулировка усилителя

горизонтального отклонения, управление генератором развертки, управление синхронизацией, вспомогательные органы управления.

Управление электронным лучом.

Ручки органов управления электронным лучом выведены на верхнюю панель (рис. 5.5). Они обведены общей чертой и имеют объединяющую надпись «луч».

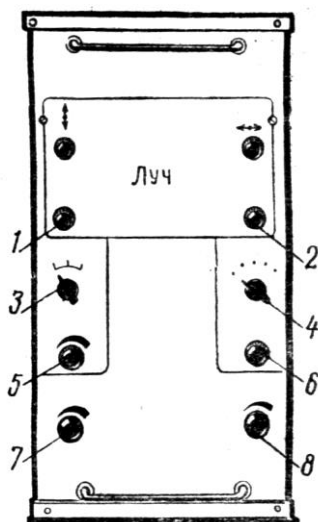


Рис. 5.5. Верхняя панель осциллографа ОЭШ

Регулировка яркости производится потенциометром 1, у ручки которого имеется надпись «яркость». При крайнем левом положении ручки светового пятна на экране не видно, при крайнем правом - яркость наибольшая. При работе с осциллографом следует устанавливать такую яркость, при которой четкость изображения на экране будет наилучшая.

Фокусировка луча производится потенциометром 2, у ручки которого имеется надпись «фокус». Эта регулировка дает возможность установить наилучшую четкость изображения на экране.

Смещение светового пятна (изображения) в вертикальном направлении производится потенциометром, у ручки которого имеется маркировка

« \updownarrow ». Эта регулировка дает возможность смещать изображение исследуемого напряжения по вертикали. При вращении ручки влево изображение перемещается вниз, и при вращении вправо – вверх.

Смещение светового пятна (изображения) в горизонтальном направлении производится потенциометром, у ручки которого имеется маркировка « $\leftarrow \rightarrow$ ». Эта регулировка дает возможность смещать изображение исследуемого напряжения по горизонтали. При вращении ручки влево изображение также перемещается влево, при вращении ручки вправо – вправо.

Регулировка исследуемого напряжения.

Исследуемое напряжение подаётся на зажим, маркированный знаком «усилитель Y» (находится на левой стороне лицевой панели), и зажим, маркированный знаком \perp . К последнему зажиму необходимо подключать заземленный провод исследуемого напряжения (рис. 5.2).

Входное напряжение регулируется при помощи следующих устройств:


а) делителя напряжения (тумблер находится на левой стороне лицевой панели). При входном напряжении величиной до 5 В ручка тумблера должна находиться в верхнем положении (маркировка «до 5 В»). При входном

напряжении от 5 до 250 В ручка тумблера должна находиться в нижнем положении (маркировка «до 250 В»). При этом входное напряжение ослабляется примерно в 40 раз;

б) потенциометра 7, ручка которого выведена на верхнюю панель. У ручки имеется надпись «усиление Y» (рис. 5.5). Эта ручка дает возможность плавно изменять величину усиления вертикального отклонения. По мере вращения этой ручки слева направо напряжение на вертикально отклоняющих пластинах электронно-лучевой трубки увеличивается, и соответственно увеличиваются размер и изображение по вертикали экрана.

Регулировка усилителя горизонтального отклонения.

Плавное изменение выходного напряжения усилителя горизонтального отклонения производится потенциометром 8, ручка которого выведена на верхнюю панель. У ручки имеется надпись «усиление X» (рис. 5.5). По мере вращения этой ручки слева направо напряжение на горизонтально отклоняющих пластинах электронно-лучевой трубки увеличивается и соответственно увеличивается размер изображения по горизонтали на экране трубки.

Включение внешнего исследуемого напряжения через усилитель горизонтального отклонения производится к зажиму с надписью «усилитель X», находящемуся на правой стороне лицевой панели, и общему зажиму, маркированному знаком . К последнему зажиму необходимо подключать заземленный провод подаваемого напряжения.

Примечание. При указанном включении внешнего исследуемого напряжения ручка переключателя диапазонов развертки должна находиться в положении «0».

Управление генератором развертки.

Ручки органов управления генератором развертки выведены на верхнюю панель. Они обведены общей чертой и имеют объединяющую надпись «развертка» (рис. 5.5).

Скачкообразное изменение частоты генератора развертки производится переключателем 4, у ручки которого имеется надпись «диапазоны».

Плавное изменение частоты генератора развертки производится переменным сопротивлением 6, у ручки которого имеется надпись «частота плавно». По мере вращения этой ручки слева направо частота генератора увеличивается в пределах поддиапазона, установленного переключателем «диапазоны».

Управление синхронизацией.

Ручки органов управления синхронизацией генератора развертки выведены на верхнюю панель. Они обведены общей чертой и имеют объединяющую надпись «синхронизация» (рис. 5.5). Установление вида синхронизации

производится переключателем 3, фиксированные положения которого отмечены надписями:

а) «внутри» - при этом напряжение синхронизации подается от части исследуемого напряжения.

б) «от сети» - при этом напряжение синхронизации подается от переменного напряжения частотой 50 Гц, питающего цепь накала ламп.

в) «внешн» - при этом напряжение синхронизации должно быть подано от внешнего источника через гнездо «вход синхронизации» на задней панели.

При любом положении переключателя видов синхронизации плавное изменение величины синхронизирующего напряжения производится потенциометром 5, у ручки которого имеется надпись «усиление». По мере вращения ручки слева направо напряжение синхронизации увеличивается.

Вспомогательные органы управления.

На задней панели осциллографа (рис. 5.6) установлены:

1) двухштырьковая углубленная колодка для подсоединения шнура питания;

2) переключатель сетевого напряжения с предохранителем 2;

3) гнезда, помеченные «вход X», предназначенные для подачи исследуемого напряжения непосредственно на горизонтально отклоняющие пластины электронно-лучевой трубки;

4) гнезда, помеченные «вход Y», предназначенные для подачи исследуемого напряжения непосредственно на вертикально отклоняющие пластины электронно-лучевой трубки;

5) гнездо 3, помеченное «внешн. синхр.», предназначенное для подачи напряжения синхронизации генератора развертки от внешнего источника;

6) гнездо 4, помеченное «контр. сигнал», предназначенное для съема напряжения промышленной частоты, который может быть подан на любой вход осциллографа (за исключением, конечно, заземленного зажима).

Кроме перечисленных органов управления, на правой стороне лицевой панели имеется тумблер для включения питания осциллографа. Для включения питания рукоятки тумблера надо поставить в верхнее положение, маркированное «вкл».

Правила эксплуатации электронного осциллографа.

1. Прибор может работать непрерывно 8 ч.

2. Прибор может работать в диапазоне температур от 10 до 30° С.

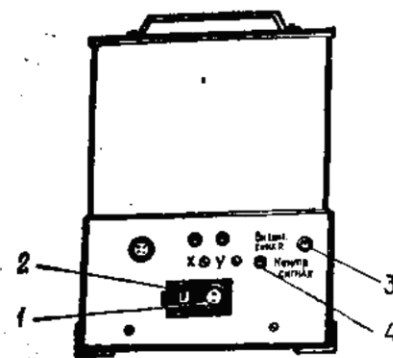


Рис. 5.6. Задняя панель осциллографа ОЭШ

3. Нежелательно оставлять сфокусированный луч неподвижным на экране на длительное время, так как это приводит к прогоранию экрана.

4. Желательно, чтобы осциллограф работал как можно дальше от аппаратов с большой силой тока, так как магнитные поля, образованные этими токами, могут искажать изображение на экране.

5. Необходимо осторожно обращаться с электронно-лучевой трубкой ввиду ее хрупкости.

6. Нельзя работать с прибором, вынутым из кожуха. Это опасно ввиду наличия высокого напряжения (около 2500 В в отдельных узлах прибора).

7. Переключать напряжения можно только при выключенном из сети шнуре питания.

Генератор звуковой школьный ГЗШ (рис. 5.7) служит источником электрических синусоидальных колебаний звуковой частоты от 20 до 20000 Гц.

Весь диапазон частоты разбит на три поддиапазона: 20-200 Гц, 200-2000 Гц и 2000-20000 Гц. Внутри каждого диапазона частота изменяется плавно с помощью диска, со шкалой, градуированной в герцах. Выход генератора рассчитан на нагрузку 5, 600 и 5000 Ом.

Генератор питается от сети переменного тока с напряжением 127 и 220 В. Мощность, потребляемая прибором, не превышает 100 Вт, максимальная выходная мощность 2 Вт. Выходное напряжение генератора изменяется плавно от 0 до 220 В.

Генератор состоит из задающего генератора, усилителя, выходного устройства и блока питания. Задающий генератор собран на лампах 6Ж8, 6П9 по схеме генераторного типа с реостатно-емкостной настройкой.

Функциональный генератор ФГ-100 (в дальнейшем генератор) (рис. 5.8) предназначен для использования во время демонстраций и выполнения лабораторных работ.

Питание генератора осуществляется от сети переменного тока напряжением 220 В и частотой 50 Гц, потребляемая мощность не более 25 Вт. Генератор обеспечивает выходное переменное напряжение с частотой в диапазонах от 0,1 до 10000 Гц.

Формы выходного сигнала:

- Треугольная;



Рис. 5.7. Генератор звуковой школьный ГЗШ

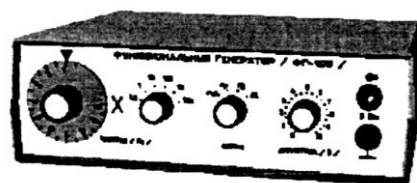


Рис. 5.8. Функциональный генератор ФГ-100

- Прямоугольная;
- Синусоидальная.

Генератор обеспечивает плавную регулировку амплитуды выходного переменного напряжения. Нижний предел 0, верхний предел –10 В.

Генератор состоит из следующих основных узлов:

- стабилизатор питания;
- формирователь сигналов;
- блок времязадающих цепей;
- усилитель мощности.

Стабилизатор питания выполнен на трансформаторе по схеме со средней точкой, выпрямительном мосте, фильтрующих конденсаторах и стабилизаторах напряжения LM317, LM337.

Напряжения питания -15 В, +15 В с моста подаются на усилитель мощности, а стабилизированные напряжения -9 В, +9 В поступают на остальную часть схемы генератора..

Формирователь сигналов выполнен на интегральном генераторе ICL8038, операционных усилителях КР544УД2, LM324 и транзисторе КТ3102. Усилители КР544УД2, включенные как усилители тока, обеспечивают низкое выходное сопротивление формирователя по каналам треугольного и синусоидального сигнала. Такой же усилитель совместно с переменным делителем напряжения, управляемым потенциометром "£/Тц", обеспечивает управляющее напряжение для генератора ICL8038, точно задающее частоту генерации. Электронный ключ, выполненный на транзисторе КТ3102, обеспечивает низкое выходное сопротивление формирователя по каналу прямоугольного сигнала.

Блок времязадающих цепей выполнен на конденсаторах и переключателе диапазонов S1. Посредством переключателя S1, один из конденсаторов подключается к времязадающему входу генератора, что обеспечивает выбор диапазона частоты генерации сигналов.

Усилитель мощности выполнен на операционном усилителе КР544УД2 и транзисторах. Переключатель формы выходного сигнала S2 " A/Vv/4" подключает выход одного из каналов формирователя сигналов к входу усилителя через потенциометр уровня выходного сигнала "Va", обеспечивающий регулировку амплитуды выходного сигнала. Усилитель КР544УД2 выполняет предварительное усиление сигнала. На транзисторах выполнен двухтактный оконечный усилитель мощности. Выходной каскад усилителя выполнен на полевых транзисторах различной структуры. Резисторы Юм, включенные в стоки транзисторов обеспечивают ограничение выхода по току за счет отрицательной обратной связи.

Генератор формирует одновременно три вида сигналов по каналам прямоугольного, треугольного и синусоидального напряжения. Каждое из сформированных напряжений через усилитель тока поступает на переключатель S2. С переключателя один из сигналов поступает через усилитель на выходные клеммы генератора.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Оборудование: школьный осциллограф ОЭШ (два экземпляра), генератор звуковой школьный ГЗШ, ВУП-1

Задание 1. Изучите устройство и правила эксплуатации звукового генератора ЗГШ

Ход работы

1. Ознакомьтесь с устройством, монтажной схемой и органами управления звукового генератора (на раскрытом экземпляре) ЗГШ.
2. Проверьте наличие плавких предохранителей и их соответствие с имеющимся в лаборатории напряжением.
3. Подключите к выходу ЗГШ динамик, включите генератор в сеть. Покажите возможность плавно и скачкообразно изменять частоту генерируемых колебаний.
4. Проверьте назначение в ЗГШ различных выходов. Для этого, не меняя частоты и громкости, подключите к разным выходам один и тот же динамик, а затем телефонный наушник и сравните громкость звучания.
5. Измерьте с помощью авометра сопротивление телефонного наушника и динамика.

Задание 2. Рассмотрите органы управления электронного осциллографа ОЭШ

Установите их назначение и пределы изменения соответствующих величин, регулируемых ими:

- а) на передней панели;
- б) на верхней панели;
- в) на задней панели.

Задание 3. Подготовьте электронный осциллограф ОЭШ к работе

Перед началом работы:

- а) осмотрите прибор (рис. 5.9) и убедитесь в отсутствии внешних повреждений;
- б) проверьте возможность вращения и надежность ручек управления, вращая каждую ручку влево и вправо и переводя движки переключателя;

в) проверьте соответствие переключателя напряжения прибора имеющемуся напряжению сети (переключатель находится на задней стенке прибора, его положение определяется цифрой в окошке крышки). В случае переключения прибора на другое напряжение одновременно смените предохранитель (при напряжении 220 В предохранитель должен быть рассчитан на минимальный ток 1 А, при напряжении 110—127 В — 1,5 А);

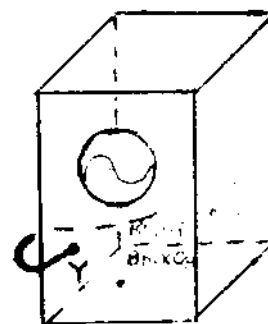


Рис. 5.9

г) вставьте фишку шнура питания в двухштырьковую углубленную колодку сзади прибора, а вилку шнура включите в сеть;

д) ручки регуляторов верхней панели установите в следующем положении: регулятор яркости — крайнее правое положение, регулятор фокуса — среднее положение, регулятор вертикального входа — крайнее левое положение, регулятор горизонтального входа — крайнее правое положение, переключатель диапазона развертки — в положение 30 Гц. После этого тумблер «Вкл» переключите в верхнее положение, при этом должна засветиться сигнальная лампа, а через одну-две минуты, после того как прогреются лампы, на экране должен появиться яркий толстый штрих. Если штрих не появился на экране, то поворотом регулятора оси Y и регулятора оси X переведите луч в пределы экрана. Уменьшите яркость штриха и отфокусируйте его.

Соедините вход Y (передней панели) с контрольным выходом задней панели. На экране должна появиться устойчивая осциллограмма.

Задание 4. Продемонстрируйте управление электронным лучом осциллографа.

1. Покажите возможность управлять электронным лучом с помощью постоянного электрического поля, создаваемого непосредственно между отклоняющими пластинами.

Для этого ручку «развертка, диапазоны» установите в положение «О», ручку «усиление X» и «усиление Y» поверните влево до 0. Электронный луч сфокусируйте и установите в центре экрана. На отклоняющие пластины через гнезда, расположенные на задней панели ЭОШ и помеченные «вход X» и «вход Y», подайте постоянное напряжение 20—40 В с помощью потенциометра с нулевой точкой или от ВУПа через конденсатор (рис. 5.10).

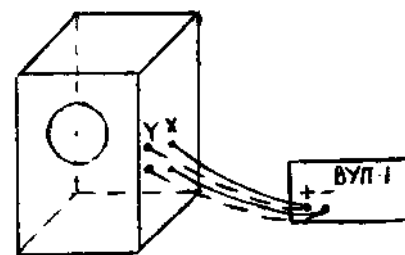


Рис. 5.10

Сначала подайте напряжение на «вход X», а потом на «вход Y» и покажите перемещение луча в вертикальном или в горизонтальном направлении (рис. 5.11). Затем осуществите перемещение луча под одновременным действием двух полей (рис. 5.12).

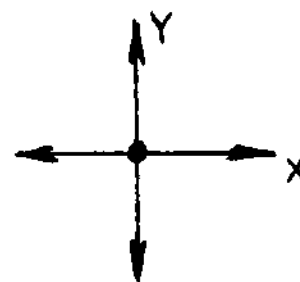


Рис. 5.11

В этих опытах покажите, что направление отклонения электронного луча зависит от полярности пластин, а величина отклонения зависит от величины напряжения между пластинами.

2. Покажите возможность управлять электронным лучом с помощью органов управления осциллографа. Для этого получите сфокусированный лучок в центре экрана и покажите:

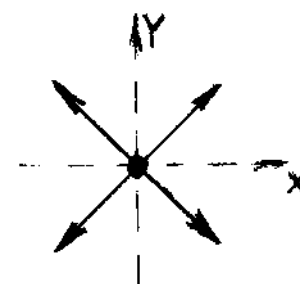


Рис. 5.12

а) перемещение электронного луча в горизонтальном направлении (с помощью ручки «горизонтальная установка луча»);

б) перемещение электронного луча в вертикальном направлении (с помощью ручки «вертикальная установка луча»);

в) перемещение луча по экрану под одновременным воздействием этих двух органов управления.

Замечание: Направление луча зависит от поданного напряжения и полярности отклоняющих пластин.

Задание 5. Продемонстрируйте назначение генератора развертки

1. Покажите осциллограмму пилообразного напряжения, даваемого генератором развертки. Для этого необходимо воспользоваться другим школьным осциллографом, снять напряжение с гнезд «вход X» на задней панели и подать это напряжение на вход вертикального усилителя «усилитель Y» на передней панели другого школьного осциллографа. Поданный сигнал разверните по оси X с помощью генератора развертки, выбрав нужный диапазон и установив внутреннюю синхронизацию.

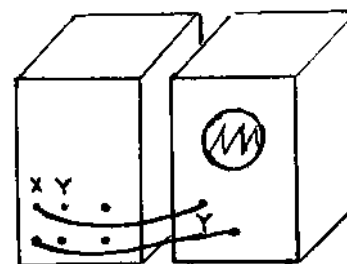


Рис. 5.13

- Задайте диапазон развертки 150 Гц (на верхней панели) на обоих осциллографах. Получите пилообразную осциллограмму (рис. 5.14), используя регулировку «плавно».

- Измените диапазон развертки до 500 Гц на обоих осциллографах. Получите снова устойчивую осциллограмму (рис. 5.15).
- Зарисуйте осциллограммы полученные при 150 Гц и 500 Гц.
- Сравните их.



Рис. 5.14



Рис. 5.15

2. Покажите пилообразное напряжение генератора релаксационных колебаний (рис. 5.16). Подайте постоянное напряжение 200 В на вход этого генератора, выход которого соедините с входом вертикального усилителя осциллографа. Получите на экране устойчивую осциллограмму пилообразного напряжения.

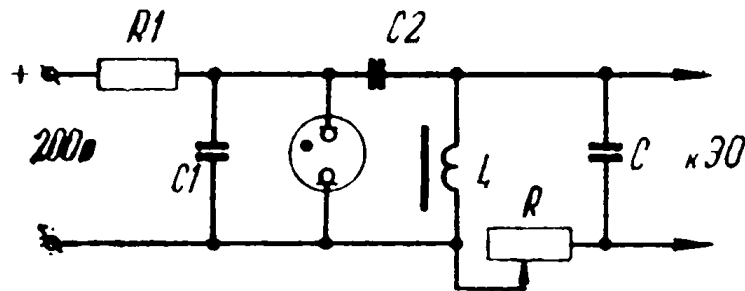


Рис. 5.16

3. Покажите, что генератор развертки обеспечивает равномерное перемещение электронного луча вдоль оси X от левого до правого края экрана. Для этого первоначально подайте контрольный сигнал на вход вертикального усилителя осциллографа при положении переключателя генератора развертки, помеченном знаком «О» (при этом он отключается от усилителя горизонтального усиления). Затем подключите генератор развертки и, поставив переключатель диапазонов в положение «50», получите на экране устойчивую осциллограмму колебаний переменного напряжения промышленной частоты.

Задание 6. Покажите, как изменяется вид осциллограммы исследуемого сигнала при различном соотношении частоты исследуемого сигнала и частоты генератора развертки

1. Подайте переменное напряжение частоты 150 Гц от звукового генератора на вход вертикального усилителя электронного осциллографа и установите частоту генератора развертки 150 Гц, равную частоте поданного сигнала.

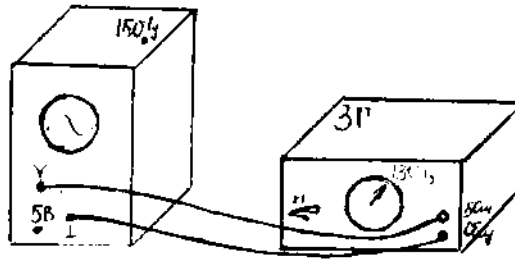


Рис. 5.17

Зарисуйте полученную осциллограмму.

2. Затем, не изменяя частоты исследуемого сигнала, уменьшайте частоту генератора развертки с помощью регулятора «плавно» в 2 раза. При регулировании получите устойчивую осциллограмму.

3. Затем добейтесь, уменьшая частоту развертки, чтобы частота развертки оказалась в 3, в 4 и в 5 раз меньше частоты звукового генератора

Зарисуйте для всех случаев полученные осциллограммы (рис. 5.18).

$$f_r = f/2$$

$$f_r = f/3$$

$$f_r = f/4$$

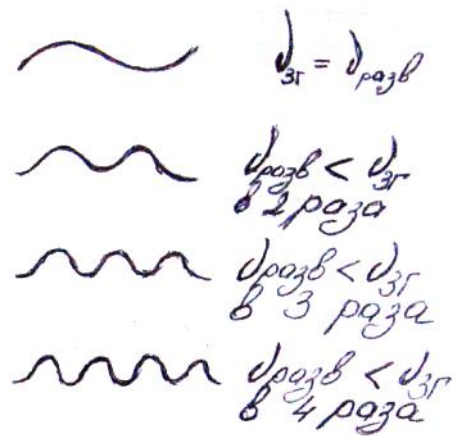


Рис. 5.18

Задание 7. Продемонстрируйте необходимость синхронизации исследуемого сигнала и сигнала, даваемого генератором развертки.

1. Подайте контрольный сигнал на вход вертикального усиления. Переключатель генератора развертки поставьте в положение 50 Гц. Установите ручку вида синхронизации в положение «внутри» и, поворачивая ручку «синхронизация, усиление» вправо и влево, добейтесь неподвижности осциллограммы на экране осциллографа (рис. 5.19) (во избежание искажения формы исследуемого сигнала напряжение синхронизации должно быть минимально необходимым).

2. Повторите эту же демонстрацию, используя второй вид синхронизации, для чего поверните ручку вида синхронизации в положение «от сети».

3. Покажите третий способ синхронизации, для чего поверните ручку вида синхронизации в положение «внешн» и покажите, что в этом случае осциллограмма на экране медленно движется. Для того чтобы остановить ос-

циллограмму на экране, необходимо подать какое-либо внешнее переменное напряжение на «вход синхронизации», расположенный на задней стенке осциллографа. Это внешнее напряжение по величине должно быть равным 3—6 В. В качестве такого внешнего источника напряжения можно использовать звуковой генератор. Изменяя частоту звукового генератора, получите на экране неподвижную осциллограмму напряжения промышленной частоты (рис. 5.20).

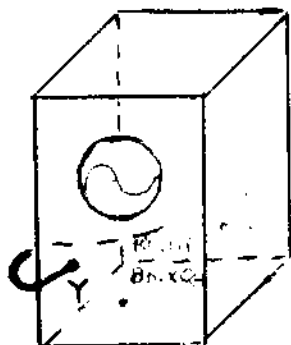


Рис. 5.19

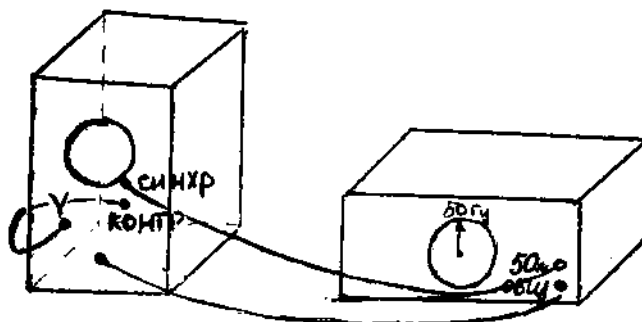


Рис. 5.20

Внимание! Иногда при установке синхронизации приходится немного корректировать ручкой «плавно» частоту генератора развертки.

Задание 8. Продемонстрируйте назначение аттенюатора (делителя входного напряжения) и усилителя вертикального отклонения

1. Подайте переменное напряжение от звукового генератора непосредственно на вертикальный «вход Y» (минуя делитель и усилитель), находящийся на задней панели осциллографа. При этом следует иметь в виду, что величина подаваемого напряжения должна быть не более 60 В, так как изображение будет уходить за пределы экрана.

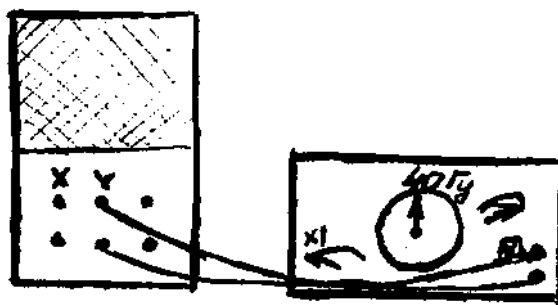


Рис. 5.21

2. Расположите усилитель X в среднее положение, усилитель Y в минимальное, синхронизация «внутр.», диапазон развертки 30 Гц. Плавно регулируйте частоту развертки и добейтесь устойчивого положения осциллограммы.

3. Отметьте величину амплитуды колебаний. После этого подайте то же напряжение и той же частоты на вертикальный вход, находящийся на ли-

цевой панели осциллографа, и покажите роль входного делителя напряжения и усилителя вертикального отклонения.

Внимание! Так как пластины трубки находятся под высоким напряжением относительно шасси, подачу напряжения непосредственно на пластины производить через емкости ($C = 3 \text{ мкФ}$).

Задание 9. Покажите влияние различных органов управления электронного осциллографа на осциллограммы колебаний

1. Соедините проводником зажим «контрольный сигнал» с вертикальным входом осциллографа (рис. 5.22).

2. Атенюатор входа переведите в положение до 5 В.

3. Регулятором вертикального и горизонтального усиления установите соответствующую величину изображения осциллограммы по вертикали и горизонтали. Осциллограмма должна быть устойчивой.

4. Покажите влияние на осциллограмму вертикального усиления, горизонтального усиления, частоты развертки, переключателя синхронизации, регулятора яркости, входного аттенюатора.

5. Зарисуйте полученные осциллограммы для соответствующих положений усилителя и частоты развертки

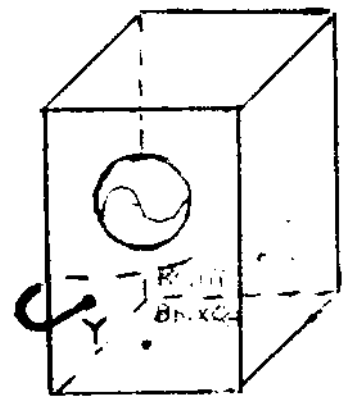


Рис. 5.22

Требования к отчету

1. Знать устройство электронно-лучевой трубки.
2. Знать назначение и принцип действия генератора развертки.
3. Знать с какими элементами блок-схемы связаны ручки управления осциллографа.
4. Схемы всех экспериментальных установок должны быть зарисованы.

Контрольные вопросы

1. Как генератор развертки обеспечивает равномерное перемещение луча слева направо на экране осциллографа?
2. Как обеспечивается невидимость на экране обратного хода луча?

3. Как объяснить различие в громкости звучания динамика и телефонного наушника при подключении их на один и тот же выход звукового генератора?
4. В каком диапазоне генерирует звуковой генератор колебания?
5. Для чего звуковой генератор имеет несколько выходов?
6. В каком диапазоне генерирует колебания генератор развертки осциллографа?
7. Что наблюдается на экране осциллографа при установлении ручки «диапазон частот» в положении «0», если на вход подано переменное напряжение?
8. В каком случае приходится пользоваться внешним видом синхронизации?
9. Какую мощность дает на выходе звуковой генератор?
10. Имеется ли возможность исследовать колебания, частота которых превышает максимальную частоту генератора развертки электронного осциллографа?
11. Каковы условия получения на экране неподвижной картины исследуемой осциллограммы?
12. Зачем нужна синхронизация в работе электронного осциллографа?
13. Для чего звуковой генератор ЗГШ имеет несколько выходов?
14. Какой тип генератора используется в ЗГШ?
15. Как можно экспериментально показать, от чего зависит частота колебаний генератора «релаксационных колебаний»?
16. В чем аналогия между генератором развертки электронного осциллографа и скоростью перемещения пластины в механическом осциллографе?
17. Что наблюдается на экране осциллографа при выключении генератора развертки, если на вертикальный вход подано переменное напряжение?
18. Что является характерным для любого пилообразного напряжения?
19. При каких условиях на экране возникает неподвижная осциллограмма исследуемого сигнала?
20. В каких случаях приходится пользоваться внешним видом синхронизации?

Литература

1. Евсюков А.А. Электронное оборудование по физике. М., Просвещение.
2. Марголис А.А. и др. Практикум по школьному физическому эксперименту. Изд. 3-е, М., Просвещение, 1977.
3. Никифорова Г.Г. Учебное оборудование для кабинетов физики общеобразовательных учреждений. М., Дрофа, 2005

4. Смирнов А.В., Смирнов С.А. Образовательная среда и средства обучения физике. Монография. М.: Школа Будущего, 2009
5. Физический практикум . под ред. Проф. Ивероновой В.И.,М.,1953.
6. Школьный электронный осциллограф ОЭШ-61.(Описание).

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6
«ПРОЕКЦИОННАЯ АППАРАТУРА.
ВИДЫ ПРОЕЦИРОВАНИЯ»

Проекционная аппаратура

Цель: ознакомление с устройством, техническими данными, правилами эксплуатации проекционной аппаратуры имеющейся в школьных кабинетах.

Проекционная аппаратура предназначена для проецирования на экран небольших изображений, выполненных на прозрачном материале (диапозитивы, слайды, диафильмы), а также изображений выполненных на непрозрачном материале (иллюстрации из книг). Эта аппаратура широко применяется для показа небольших по размерам физических приборов, инструментов и моделей машин. Кроме того проекционная аппаратура широко используется для показа ряда явлений процессов которые недоступны непосредственному наблюдению аудитории учащихся.

Общие требования к эксплуатации проекционных аппаратов.

1. Для успешной эксплуатации проекционных аппаратов независимо от их конструкции необходимо в первую очередь научиться правильно центрировать оптическую систему.

При неправильном расположении источника света на экране в освещенном круге образуются разной формы цветные пятна или края освещенного круга приобретают радужную окраску. Если радужная окраска синеватого цвета, значит, источник света расположен очень близко к конденсору, если красноватого цвета, то источник удален от конденсора.

2. Работа с оптическими приборами требует исключительной аккуратности. Нельзя трогать полированные поверхности линз руками и протирать их бумагой.

3. Чистить оптические части приборов нужно ватным тампоном, увлажненным смесью нейтрального эфира со спиртом (80% эфира и 20% спирта). При отсутствии эфира протирать линзы можно чистым спиртом.

4. При проведении демонстраций с использованием проекционной аппаратуры нельзя допускать попадания влаги на металлические части аппаратов.

5. Прежде чем включать проекционные аппараты в сеть переменного тока, нужно проверить, соответствует ли напряжение сети напряжению лампы осветителя.

Для получения допуска к выполнению работы необходимо:

1) в тетради зарисовать:

- ход лучей в проекционном фонаре ФОС-115 при горизонтальной и вертикальной диапроекции (1, с.39);

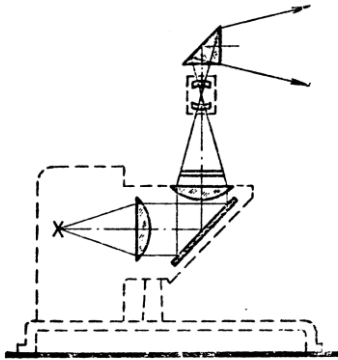


Рис. 6.1

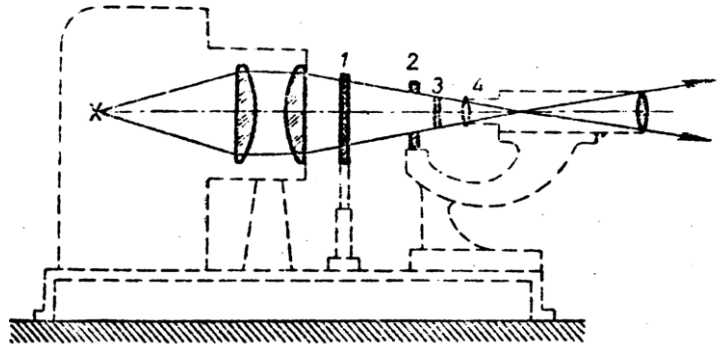


Рис. 6.2

- ход лучей в диаскопе при эпипроекции и диапроекции (2, с.20 или 3, с.73);

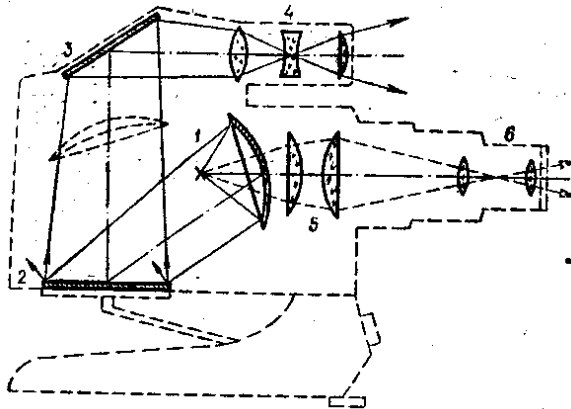


Рис. 6.3

- ход лучей в кодоскопе (2, с.21 или 3, с.75);

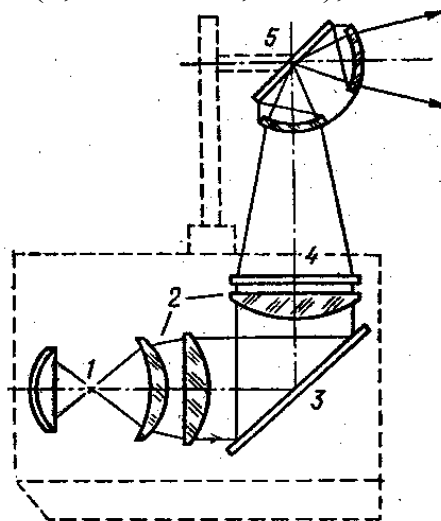


Рис. 6.4

- ход лучей в фильмоскопе или диапроекторе «Свет» (2, с.21);

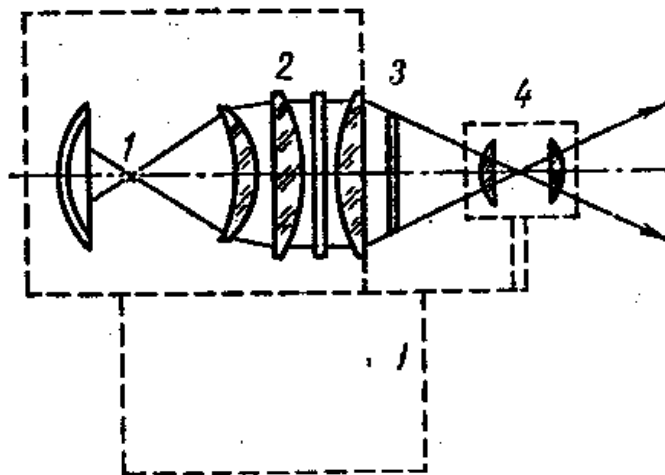


Рис. 6.5

- принципиальную схему для получения теневой и стробоскопической проекции (1, с.23 или 3, с.88,81).

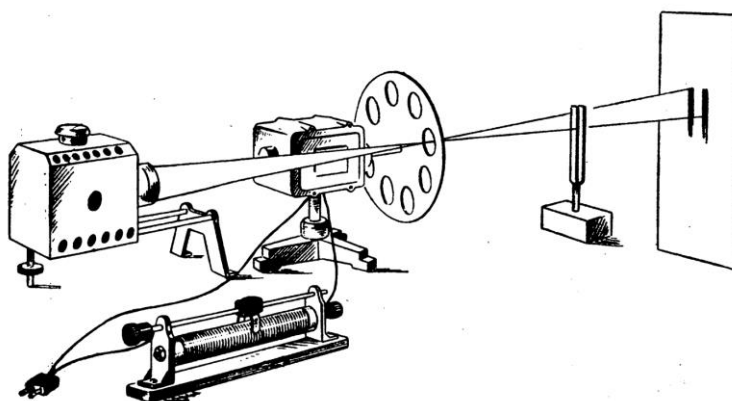


Рис. 6.6

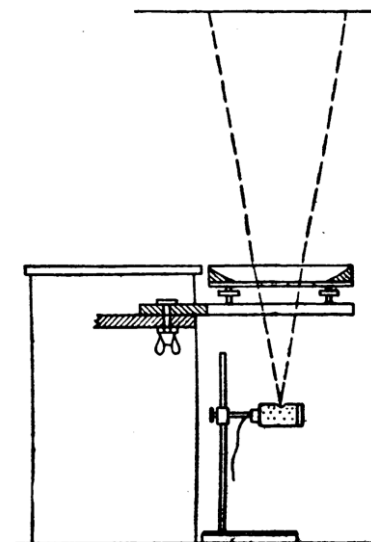


Рис. 6.7

2) знать:

- ход лучей в различных линзах;
- количественные характеристики линз;
- сущность сферической и хроматической аберраций;
- свойства объективов с просветленной оптикой;
- общие требования к эксплуатации проекционных аппаратов (3, с.75);
- назначение каждого из проекционных аппаратов;
- условия, при которых применяются световое, теневое и стробоскопическое проецирование.

Универсальный проекционный аппарат с оптической скамьей ФОС-115 (рис. 6.8) служит для демонстрации опытов в диапроекции с различными приборами и приспособлениями, располагаемыми в горизонтальной и вертикальной плоскостях.

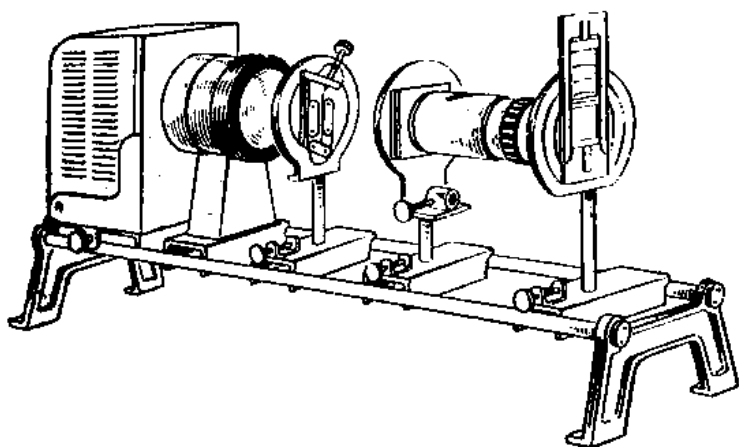


Рис. 6.8

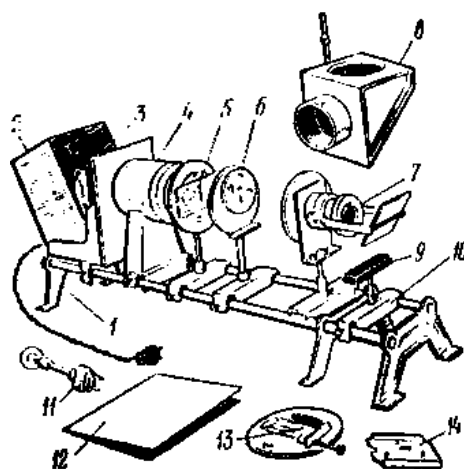


Рис. 6.9

В комплект прибора (рис. 6.8, 6.9) входят следующие узлы и детали: скамья **1** из двух направляющих труб и выдвижных стержней, позволяющих изменять длину установки в пределах от 500 до 900 мм; корпус осветителя **2** с откидной крышкой; колодка с гнездами для специальных патронов на вилках – один патрон **3** для проекционной лампы (300 Вт, 220 или 127 В) и другой **11** с рефлектором для автомобильной лампы (21 Вт, 6 В).

Колодка с лампой может поворачиваться на некоторый угол вокруг вертикальной оси, перемещаться относительно оптической оси вправо и влево, а также вверх и вниз с помощью регулирующего винта **а**, укрепленного на корпусе осветителя, и стержня с головкой **б**, расположенного под лампой. К колодке присоединен шнур для подводки электрического тока.

На корпусе (рис. 6.9) установлены также выключатель; конденсор **4** разборный, двухлинзовый на стойке и рейтере, на котором его можно перемещать вдоль скамьи; объектив **7** типа «Перископ» (главное фокусное расстояние объектива $F = 136$ мм, относительное отверстие 1:4,6); щель раздвижная **13**, укрепленная на ширме с поворотным диском и двумя крепящими винтами; две рамки **5**, предназначенные для установки диапозитивов (размером 50x50 мм и 60x45 мм); диафрагма дисковая **6** с четырьмя отверстиями (30, 10, 5 и 2 мм); столик **9** на стержне для установки различных объектов; рейтеры **10** (5 штук); приспособление для горизонтальной проекции **8**; экран-ширма **12**; столик **14** для укрепления на нем микроскопа; плоское зеркало с креплением на оправу объектива; теплофильтер, крышка к объективу. Схемы установок для проекции и диапроекции изображены на рисунках 6.10 – 6.13.

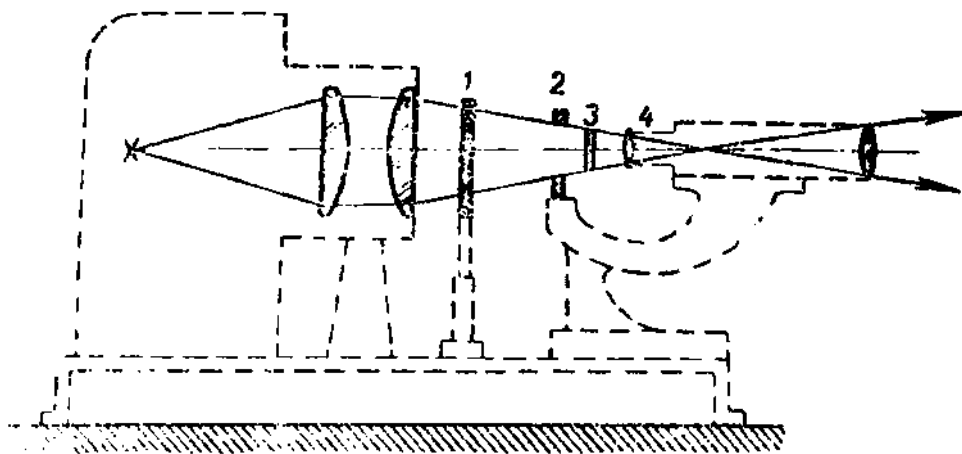


Рис. 6.10. Схема установки для вертикальной микропроекции: 1 – тепловой фильтр, 2 – предметный столик, 3 – предмет, 4 – объектив микроскопа

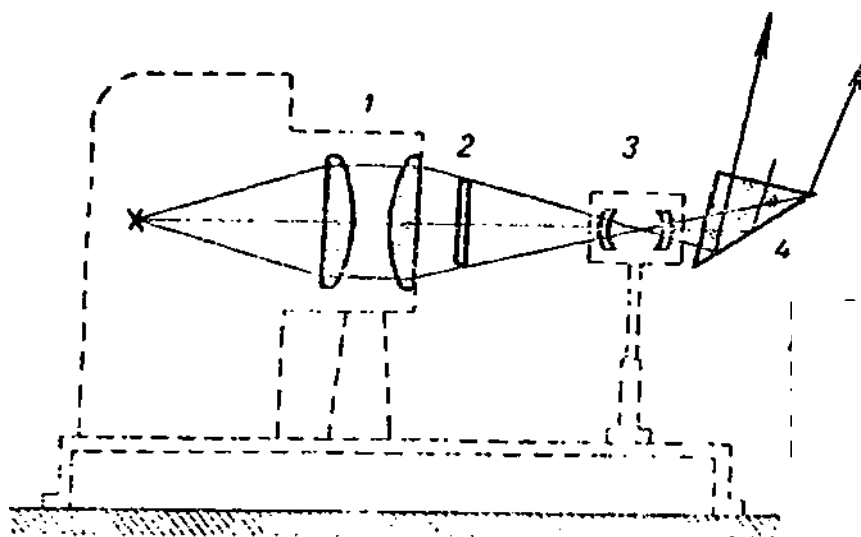


Рис. 6.11. Схема установки для вертикальной проекции: 1 – конденсатор, 2 – предмет, 3 – объектив, 4 – обратная призма

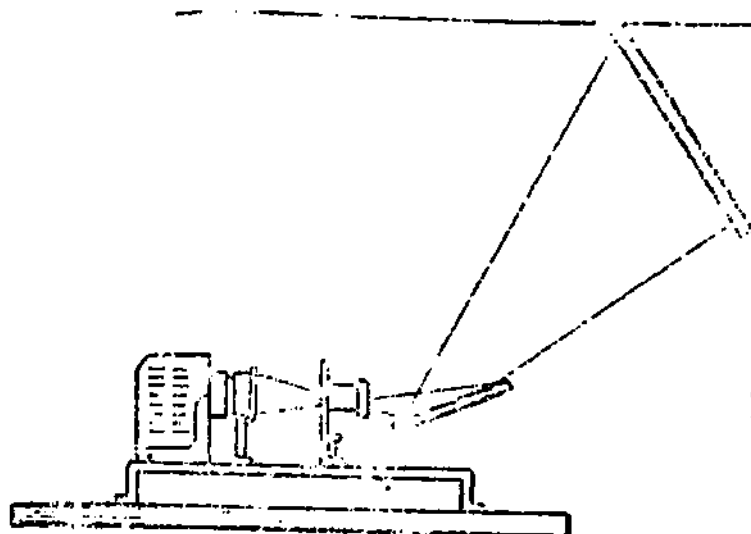


Рис. 6.12. Схема установки для получения на экране прямого зеркального изображения

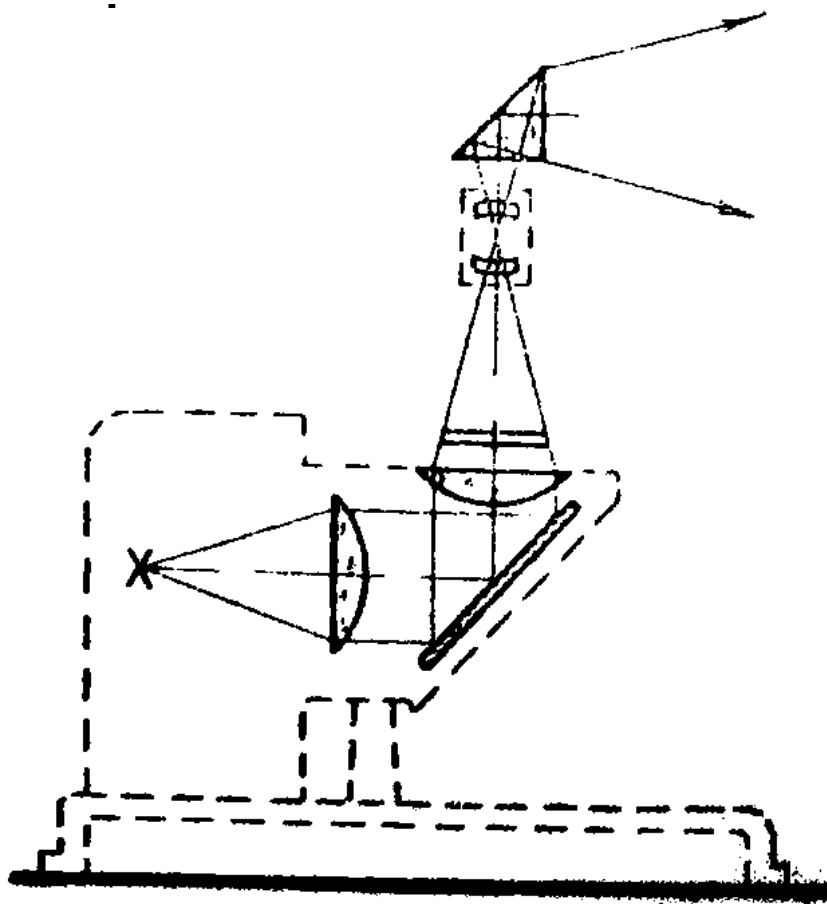


Рис. 6.13. Схема установки для горизонтальной диапроекции

Эпидиаскоп (рис. 6.14 – 6.15) служит для проецирования на экран прозрачных изображений (диапозитивов) размером 45x60 мм и 85x85 мм, непрозрачных изображений размером 140x140 мм (рисунков, текстов и т. п.), непрозрачных плоских объектов (кристаллов, измерительных инструментов и т. п.).

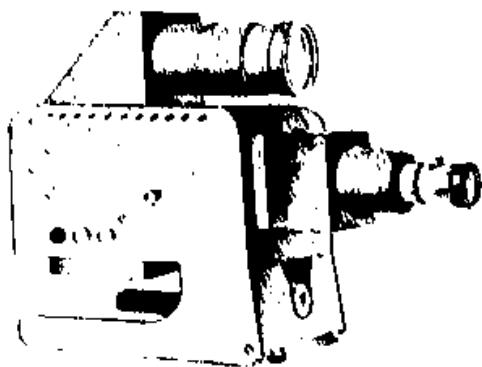


Рис. 6.14

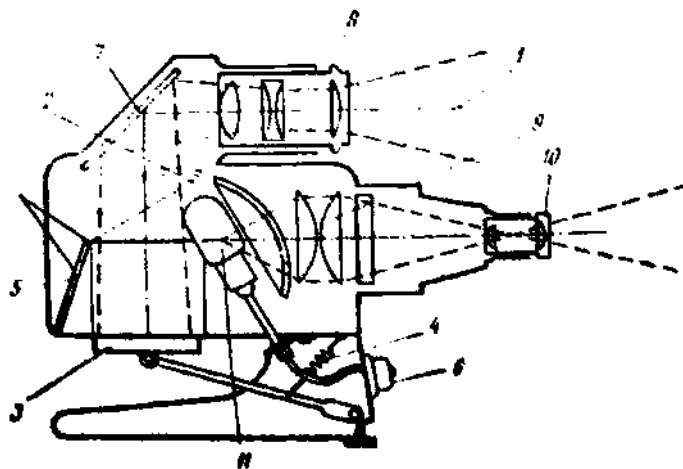


Рис. 6.15

Внутреннее устройство эпидиаскопа показано на рисунке 6.15. Он состоит из металлического корпуса *1*, в котором находится лампа *11* прожекторного типа мощностью 500 Вт на напряжение 127 или 220 В. Лампа вставляется в обычный патрон, укрепленный на трубке, которая крепится на дне корпуса с помощью винта. На шарнире внутри корпуса укреплен рефлектор *2*. При помощи рукоятки, находящейся на наружной боковой стенке корпуса (на рисунке не показана), рефлектор можно установить в двух положениях: для диапроекции и для эпипроекции.

Для эпипроекции в эпидиаскопе есть объектив типа «Триплет» (фокусное расстояние 442 мм, светосила 1:5) и для диапроекции объектив типа «Перископ» (фокусное расстояние 206 мм, светосила 1:5).

В дне корпуса вырезано квадратное отверстие, служащее рамкой для проецирования непрозрачных предметов (объектов). Под отверстием расположен подъемный столик *3* для установки объектов для эпипроекции. Столик прижимается ко дну корпуса спиральной пружиной *4*. По краям отверстия расположены наклонно три плоских зеркала *5* для усиления освещенности объекта при эпископической проекции (на рисунке изображено одно зеркало).

В передней части корпуса укреплен выключатель *6*. В верхней части корпуса находится отражательное зеркало *7*, расположенное под углом 45° ко дну корпуса, и объектив для эпипроекции *8*.

В нижней части корпуса установлены конденсор *9* и объектив *10* для диапроекции.

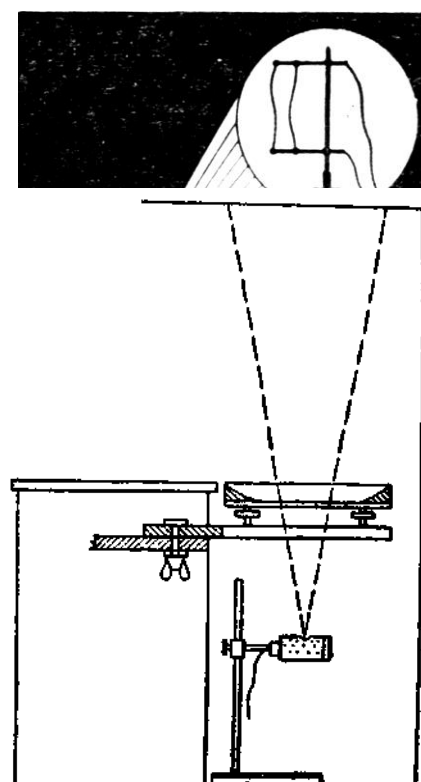
Виды проецирования

Теневое проецирование

Эпипроекция и диапроекции, осуществляемые с помощью различных проекционных аппаратов, относятся к световому проецированию.

Хорошую видимость демонстраций можно обеспечить с помощью теневого проецирования. Удобство теневого проецирования состоит в том, что оно не требует специального оборудования. Для его осуществления необходимо иметь источник света, приближающийся по своим свойствам к точечному и расположенный в непрозрачном корпусе.

Для получения вертикальной теневой проекции устанавливают экран и на некотором расстоя-



нии от него осветитель так, чтобы световой поток был перпендикулярен плоскости экрана. Между осветителем и экраном располагают проецируемый прибор или установку (в конусе светового потока), и на экране при этом получается теневая проекция прибора (рис. 6.16). Чем дальше от экрана и ближе к источнику света расположен проецируемый объект, тем больше будет увеличение.

Для горизонтальной теневой проекции можно применять специальный стол со стеклянной крышкой. Его можно сделать из обычной табуретки. С трех сторон в нижней части обить ее фанерой, а с четвертой завесить темной тканью. Источник света помещается под столом. Очень удобная и простая конструкция для горизонтальной теневой проекции показана на рисунке 6.17.

Рис. 6.17

В демонстрационном столе есть специальная выдвижная рама, на которую устанавливают неглубокую плоскую ванну со стеклянным дном. Снизу этой ванны устанавливают источник света.

В настоящее время используется осветитель для теневой проекции изображений на рисунке 6.18.

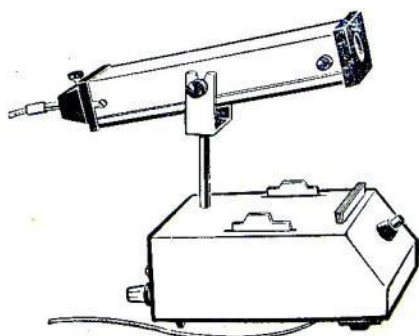


Рис. 6.18

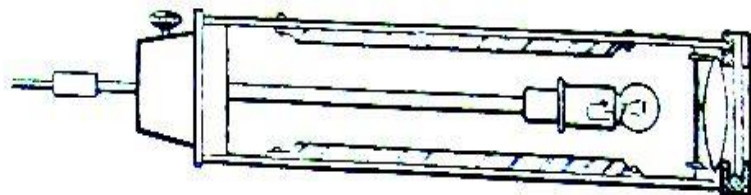


Рис. 6.19

Осветитель представляет собой трубу прямоугольного сечения в передней части, которой расположена оправа с линзой. Внутри осветителя размещен стержень с патроном и лампой на одном конце и ограничительной втулкой на другом. После юстировки стержень фиксируется в нужном положении винтом. Устройство осветителя показано на рисунке 6.19.

Стержень с оправой служит для закрепления осветителя в нужном положении и устанавливается в специальном отверстии на корпусе трансформатора или отдельно на штативе. Трансформатор предназначен для питания лампы 6 В и включается в сеть с напряжением 127 или 220 В. На задней стенке корпуса трансформатора размещены два универсальных зажима для подключения осветителя ко вторичной обмотке трансформатора и зажимной

винт, фиксирующий положения стержня осветителя по высоте, а на передней - кнопочный выключатель. К осветителю прилагаются: 1) диафрагмы диаметрами 5, 10 и 15 мм, предназначенные для ограничения светового потока; 2) матовое стекло для получения ровного рассеянного света; 3) светофильтр синего цвета.

Стробоскопическое проецирование.

Для изучения различных видов движений тел, быстродвижущихся элементарных частиц, различных периодических процессов в физике широко применяется стробоскопический метод. Стробоскопический метод используется в двух видах: стробоскопическая фотография и «стробоскопическое проецирование».

Сущность стробоскопического фотографирования движения какого-либо тела состоит в фотографировании движущегося объекта в затемненной аудитории через равные малые промежутки времени. Это можно осуществлять двумя способами: с помощью постоянного светового потока, перекрываемого obtюратором, посаженным на ось электродвигателя, или с помощью источника света, дающего световые вспышки с определенной частотой. Тот же принцип положен и в основу «стробоскопического проецирования».

Стробоскопический способ позволяет измерять скорость вращения и частоту колебаний. Для уяснения учащимися стробоскопического метода измерения скорости вращения электродвигателя целесообразно использовать комплект «Электродвигатель универсальный с принадлежностями». В этом комплекте имеется стробоскопический диск.

Для получения световых вспышек определенной частоты необходим прибор «**Стробо-скоп**». Общий вид прибора показан на рисунке 6.20.

Прибор служит для получения световых вспышек частотой от 10 до 100 Гц. Стробоскоп состоит из генератора импульсов и осветителя на металлическом стержне. Осветитель можно устанавливать в корпусе стробоскопа или в зажиме универсального штатива. На лицевой панели корпуса смонтированы переключатель диапазонов (один от 10 до 30 Гц, второй от 30 до 100 Гц), ручка потенциометра плавной регулировки частоты вспышек, гнездо со стопорным винтом для осветителя, восьмиштырьковая панелька для подключения шланга, соединяющего стробоскоп с осветителем и выпря-



Рис. 6.20

мителем ВУП-1. В осветителе укреплены импульсная лампа типа ИФК-120 и импульсный трансформатор.

Микропроекции.

Микропроекции осуществляются на установках, сочетающих свойства микроскопа и проекционной аппаратуры.

В большинстве случаев при микропроекции используется биологический микроскоп, дающий увеличение более 600 раз и дополнительное осветительное устройство, собранное на оптической скамье.

В качестве источника света используют кинопроекторную лампу; изображения получают на матовом стекле размером 900x300 мм. При большом освещении объектив может сильно нагреться и испортиться, во избежание этого на пути светового пучка ставят тепловой фильтр. В простейшем случае таким фильтром может служить плоскопараллельная ванна с водой (слой воды не меньше 3 – 5 см).

Принципиальная оптическая схема микропроекторной установки показана на рисунке 6.22: **1** - источник света (кинопроекторная лампа К-18 или электрическая дуга), **2** - конденсор, **3** - тепловой фильтр, **4** - предметный столик, **5** - препарат, **6** - объектив, **7** - экран.

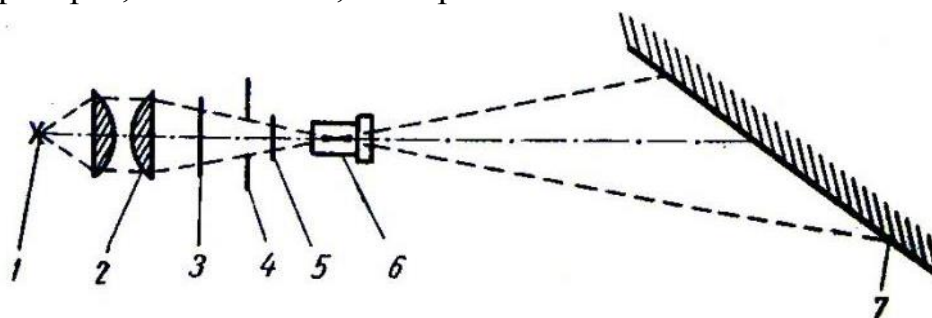


Рис. 6.21

Школьный кодоскоп (рис. 6.22) предназначен для проекции на экран различного вида записей в виде текста задач, вывода формул, схем, рисунков и чертежей, выполняемых учителем авторучкой, черной или цветной тушью на полиэтиленовой, целлофановой пленках или стеклянной пластинке. Замечательным свойством кодоскопа в отличие от всех других оптических приборов является то, что он дает возможность проецирования без затемнения аудитории. Для проецирования с помощью кодоскопа следует обеспечить лишь защиту экрана от прямых лучей солнца или искусственных источников света.

Принципиальная оптическая схема прибора показана на рисунке 6.23: **1** – линзовый симметричный объектив типа «Перископ» с фокусным расстоя-

янием 26 см и относительным отверстием 1:4,5. Между линзами объектива расположено зеркало, изменяющее направление оптической оси на 106° ; 2 – предметный столик; 3 – конденсорный узел, состоящий из трех линз с фокусным расстоянием 130 мм; 4 – источник света – прожекторная лампа типа ПЖ-13 (мощность 500 Вт, напряжение 110 В); 5 – рефлектор.

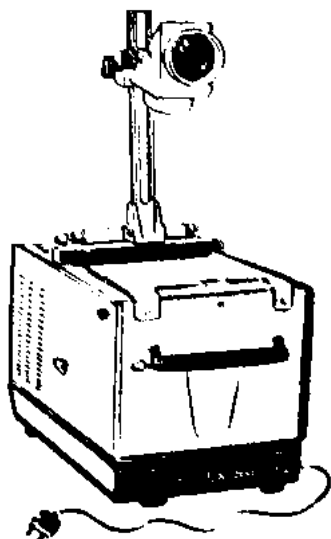


Рис. 6.22

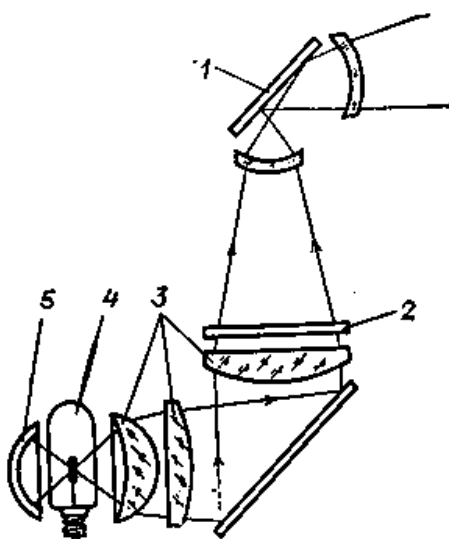


Рис. 6.23

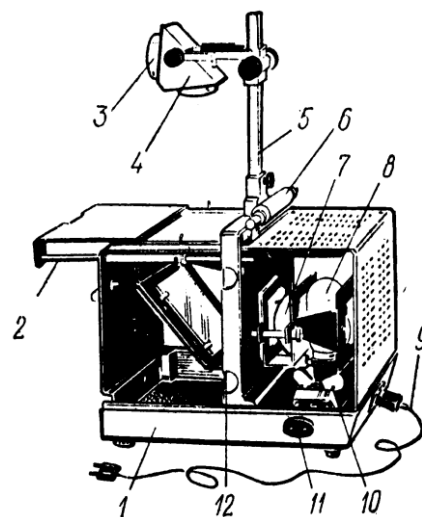


Рис. 6.24

Устройство прибора показано на рисунке 6.24.

Прибор состоит из следующих основных частей: основания вертикальной стенки 12, конденсорного узла 7, источника света 8, вентилятора 10, выдвижного подлокотника 2, объективодержателя 4, объектива 3, стойки 5, бобин 6, выключателя 11, электрошнура с разъемной вилкой 9.

Оправа с зеркалом прикреплена к панели тремя винтами, которые одновременно являются и котировочными.

Патрон имеет несколько степеней свободы. Два удлиненных винта патронодержателя позволяют достаточно быстро отъюстировать лампу.

Вентилятор подключен параллельно к лампе и работает от общего выключателя.

Выдвижной подлокотник служит для удобства записывания на предметном столике.

Объективодержатель состоит из стойки, являющейся одновременно ручкой для переноски прибора, и кронштейна, в цапфы которого помещается корпус объектива.

Объектив фокусируется вращением ручки, расположенной слева от него. Ручка, находящаяся справа, фиксирует объектив.

Примечание. Зеркало конденсора отъюстировано в заводских условиях, поэтому изменять его положение нежелательно.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Задание 1. Ознакомьтесь с устройством универсального проекционного аппарата с оптической скамьей ФОС-115

(3, зад.1, с.76).

1. Установите, какие основные части и детали входят в комплект аппарата, каково их назначение?
2. Проверьте, на какое напряжение рассчитана лампа проектора и соответствует ли оно напряжению сети,
3. Соберите проекционный аппарат для вертикальной проекции объектов и произведите центрирование системы так, чтобы на экране получился яркий равномерно освещенный круг, лишенный цветной окраски.

Задание 2. Продемонстрируйте применение универсального проекционного аппарата ФОС-115

а) для проецирования на экран модели водяного насоса (рис.6.25) (3, зад.2, с. 76)

1. Спроецируйте на экран модель всасывающего насоса, используя обратную призму.
2. Укрепите модель насоса в рейтере скамьи проекционного аппарата и расположите ее между конденсором и объективом. За объективом поместите обратную призму. Получите на экране четкое изображение модели и покажите в проекции работу насоса.

б) для проецирования на экран модели броуновского движения (рис. 6.26) (3, зад.2, с. 78).

1. Установите проекционный аппарат для демонстрации горизонтальных объектов. Для этого выньте из обоймы конденсора переднюю линзу и укрепите на ее место приспособление для горизонтальной проекции, в верхнюю часть которого поместите вынутую линзу конденсора.

2. На вертикальный стержень наденьте ширму с объективом и плоским зеркалом и укрепите систему стопорным винтом (рис. 6.26). Перемещая объектив вверх и вниз, спроецируйте на экран верхнюю линзу конденсора.

3. Затем укрепите на стержне между объективом и конденсором прибор для демонстрации модели броуновского движения (рис. 6.27) и, перемещая

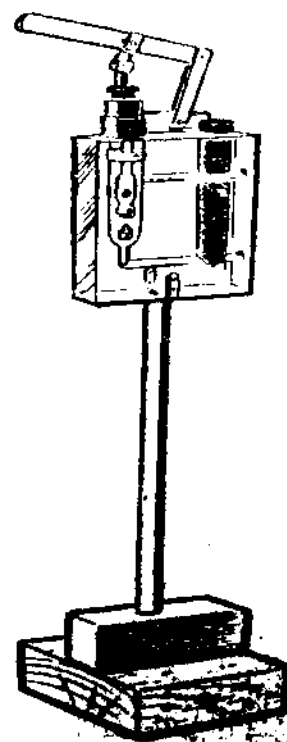


Рис. 6.25

по стержню объектив, получите на экране четкое изображение модели. Продемонстрируйте в проекции моделирование броуновского движения.

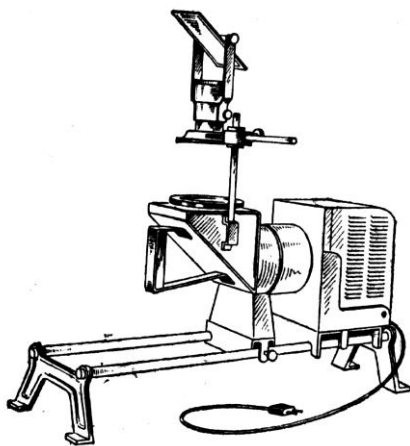


Рис. 6.26

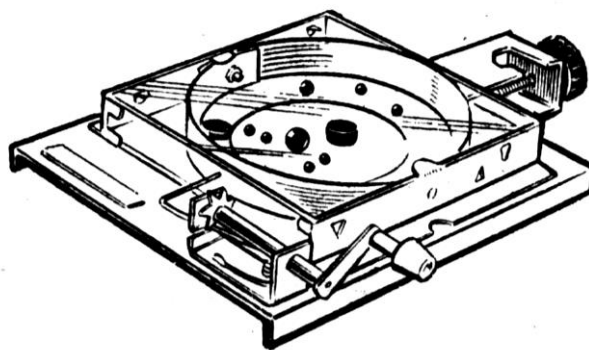


Рис. 6.27

Задание 3. Ознакомьтесь с устройством эпидиаскопа (3, зад.4, с.78)

Снимите верхнюю часть прибора и рассмотрите, из каких частей он состоит и каково назначение каждой части (рис. 6.14)

Задание 4. Покажите применение эпидиаскопа для диапроекции и эпипроекции (3, зад.4, с.78)

1. Подготовьте прибор для диапроекции и получите на экране четкое световое поле. Спроецируйте на экран диапозитив.
2. Подготовьте прибор для эпипроекции и покажите на экране иллюстрацию из книги.
3. Для этого отожмите рычаг подъемного столика и положите на него иллюстрацию (выполненную на непрозрачном материале). Поверх рисунка положите чистое плоское стекло. Медленно опустите рычаг подъемного столика, с тем чтобы он прижался к корпусу прибора.
4. Включите питание и получите на экране четкое изображение иллюстрации из книги.
5. Покажите на экране эпипроецию штангенциркуля.

Примечание. При проецировании объемных предметов фокусировку можно производить не только передвижением объектива, но и перемещением подъемного столика.

Задание 5. Ознакомьтесь на приборе с устройством, назначением каждой части и техническими данными школьного кодоскопа

1. Поверните правую ручку кронштейна на один оборот против часовой стрелки и вращением левой ручки выведите штырь кронштейна из отверстия корпуса.
2. Поднимите стойку объективодержателя и закрепите винтом в вертикальном положении.
3. Откройте левую боковую крышку прибора, ослабьте винт объектива и выньте объектив из корпуса.
4. Вставьте объектив в кронштейн таким образом, чтобы винт находился слева.
5. Выньте подлокотник до полного открытия предметного стола.
6. Проверьте соответствие напряжения сети и прибора и включите прибор в сеть.
7. Отфокусируйте объектив на резкое изображение на экране рамки предметного стола.

Примечание. Проверять правильность установки объектива надо следующим образом: к нижнему торцу объектива поднести небольшой лист белой бумаги, на котором будет видно нерезкое изображение тела накала лампы; это изображение должно быть вписано в световой диаметр объектива. Если на экране появляются полосы, то их можно устранить перемещением лампы вдоль оптической оси.

8. Чтобы не обжечь руки, юстировку следует выполнять при пониженном напряжении.

Задание 6. Покажите с помощью кодоскопа проекцию текста, схемы и рисунков, выполненных на прозрачной пленке

Нарисуйте на прозрачной пленке рисунок, график или чертеж. Положите его на кодоскоп и получите изображение на доске.

Задание 7. Ознакомьтесь на приборах с устройством, техническими данными и правилами эксплуатации осветителя для теневого проецирования (З, зад.1, с.86)

1. Проверьте напряжение сети и положение переключателя переключения напряжения в осветителе (рис. 6.18).
2. Получите на экране в затемненной аудитории световой поток от осветителя используя различные диафрагмы.

Задание 8. Покажите с помощью теневой проекции восходящие потоки нагретого воздуха и теневую проекцию анкерного механизма модели часов (З, зад.2, с.86,87)

1. Установите на демонстрационном столе газовую горелку. Направьте на нее свет от осветителя и получите на экране теньевую проекцию пламя от газовой горелки.

2. Подберите соответствующую диафрагму осветителя и, приближая или удаляя зажженную горелку, найдите положение, при котором восходящие потоки воздуха будут отчетливо видны.

3. Поместите на пути восходящих потоков полоску картона и покажите изменение направления восходящих потоков воздуха.

4. Повторите демонстрацию, используя в качестве источника тепла предварительно нагретую металлическую гирю, подвешенную на штативе.

Задание 9. Покажите стробоскопический эффект с помощью диска, разделенного на одинаковое число светлых и темных секторов (3, зад.5, с 87).

1. Установите на демонстрационном столе универсальный двигатель, на оси которого укрепите самодельный диск из картона с темными и светлыми секторами, а на некотором расстоянии от диска параллельно его плоскости лампу дневного света.

2. Для регулировки скорости вращения диска в цепь двигателя включите РНШ. Включите двигатель и стробоскоп в осветительную сеть и изменяя скорость вращения вала двигателя, покажите в затемненной аудитории, что при определенной скорости вращения вала электродвигателя наблюдается кажущаяся неподвижность диска.

3. Замените в этой установке самодельный диск стробоскопическим диском, прилагаемым к универсальному электродвигателю, и покажите, как стробоскопическим методом можно определить скорость вращения вала электродвигателя.

Задание 10. Покажите в «стробоскопической проекции» колебания ножек камертона (3, зад.6, с.88)

1. С помощью источника постоянного света и обтюратора. Для этого соберите установку, показанную на рисунке 6.28.

2. Приведите в колебание камертон и покажите в затемненной комнате теньевую проекцию концов ножек камертона.

3. Поставьте между источником света и камертоном двигатель, в цепь которого включите реостат. На оси двигателя укрепите фанерный диск с отверстиями по краям (обтюратор).

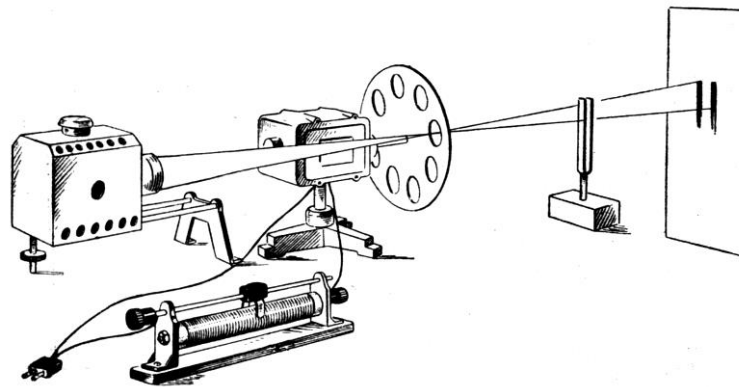


Рис. 6.28

4. Приведите камертон в колебание и пустите в ход двигатель. Изменяя скорость вращения obtюратора, покажите на экране отчетливую картину затухающих колебаний ножек камертона.

5. С помощью прерывистого источника света — стробоскопа. Для этого сначала рассмотрите устройство органов управления и питания стробоскопа. Изменяя частоту вспышек импульсной лампы, покажите в затемненной аудитории «стробоскопическую проекцию» колеблющихся ножек камертона.

Требования к отчету

1. Знать ход лучей во всех проекционных аппаратах, используемых в работе.
2. Знать устройство и назначение всех основных элементов проекционных устройств.
3. Уметь осуществлять все виды проецирования, рассмотренные в работе.

Контрольные вопросы

1. Как объяснить синеватую и красноватую окраску светового поля, полученного на экране от проекционных аппаратов?
2. Как зависит качество изображения от расстояния проецируемого предмета до конденсора при неизменном положении объектива?
3. Как проверить правильность установки объектива кодоскопа?
4. При каких условиях диск, освещаемый прерывистым светом, кажется неподвижным, медленно вращающимся в направлении истинного вращения, противоположно истинному?
5. Как экспериментально показать, от чего зависит четкость теневой проекции?

6. В каком случае получается видимость восходящих потоков при теневой проекции и как можно учащимся объяснить видимость этих потоков?
7. Почему диаметр линз для эпипроекции эпидиаскопа значительно больше, чем для диапроекции?
8. В каких случаях применяется теневая проекция физического прибора или установки?
9. Какими двумя способами можно создавать в затемненной аудитории кратковременные световые вспышки?
10. При каких условиях стробоскопический диск, освещаемый прерывистым светом, кажется неподвижным, медленно вращающимся в направлении истинного вращения, медленно вращающимся в направлении, противоположном истинному?
11. От чего зависит точность изучения движения тела стробоскопическим методом?
12. Каков ход лучей в микроскопе и назначение отдельных его частей?
13. С какой частотой можно получать световые вспышки, используя школьный стробоскоп?
14. Как экспериментально показать, от чего зависит четкость теневой проекции?
15. При каких данных в этой демонстрации получают достаточные увеличения и четкость теневой проекции?
16. С каким осветителем демонстрация получается лучше?

Литература

1. Демонстрационные опыты по физике в 6-7 классах. Под ред. А.А. Покровского, М., Просвещение, 1974.
2. Демонстрационный эксперимент по физике в средней школе. Под ред. А.А. Покровского, М., Просвещение, ч.1, 1978.
3. Марголис А.А. Практикум по школьному физическому эксперименту. М., Просвещение, 1977.
4. Никифорова Г.Г. Учебное оборудование для кабинетов физики общеобразовательных учреждений. М., Дрофа, 2005
5. Смирнов А.В., Смирнов С.А. Образовательная среда и средства обучения физике. Монография. М.: Школа Будущего, 2009

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Демонстрационные опыты по физике в 6-7 классах. Под ред. А.А. Покровского, М., Просвещение, 1974.
2. Демонстрационный эксперимент по физике в средней школе. Под ред. А.А. Покровского, М., Просвещение, ч.1, 1978.
3. Евсюков А.А. Электротехника. М., Просвещение, 1977.
4. Ельцов А.В. Совершенствование оборудования школьного кабинета для проведения современного физического практикума // Ельцов А.В., Мурзин С.В., Степанов В.А., Трегулов В.В. Физическое образование в ВУ-Зах. 2002. Т. 8. № 3. С. 103-107.
5. Ельцов А.В., Степанов В.А. Внутриличная интеграция в школьном физическом эксперименте // Школа будущего. 2008. № 1. С. 35-48.
6. Марголис А.А. Практикум по школьному физическому эксперименту. М., Просвещение, 1977.
7. Никифорова Г.Г. Учебное оборудование для кабинетов физики общеобразовательных учреждений. М., Дрофа, 2005
8. Смирнов А.В., Смирнов С.А. Образовательная среда и средства обучения физике. Монография. М.: Школа Будущего, 2009
9. Учебное оборудование по физике в средней школе, под ред. Покровского А.А. – М.: Просвещение, 1973.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	5
Лабораторная работа № 1 «Электроизмерительные приборы»	7
Лабораторная работа № 2 «Выпрямители»	25
Лабораторная работа № 3 «Трансформаторы»	43
Лабораторная работа № 4 «Электрораспределительный щит».....	57
Лабораторная работа № 5 «Электронный осциллограф и звуковой генератор»	75
Лабораторная работа № 6 «Проекторная аппаратура. Виды проецирования»	97
Список рекомендуемой литературы.....	117

Для заметок

Для заметок

Для заметок

Учебное издание

ШКОЛЬНОЕ ДЕМОНСТРАЦИОННОЕ
ОБОРУДОВАНИЕ ПО ФИЗИКЕ

Авторы-составители:

Ельцов Анатолий Викторович
Федорова Наталья Борисовна
Кузнецова Ольга Викторовна

Редактор И.Б. Карпова
Технический редактор М.В. Твердоступ

Подписано в печать 18.05.2015. Поз. № 017. Бумага офсетная. Формат 60x84 ¹/₁₆.
Гарнитура Times New Roman. Печать трафаретная.
Усл. печ. л. 6,74. Уч.-изд. л. 8,9. Тираж 100 экз. Заказ № 244

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина»
390000, г. Рязань, ул. Свободы, 46

Редакционно-издательский центр РГУ имени С.А. Есенина
390023, г. Рязань, ул. Ленина, 20а