

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Лукьян Ю.Н.
Должность: директор Брянского филиала ПГУПС
Дата подписания: 16.07.2026 07:47:18
Уникальный программный ключ:
d3e08ee96258354846d39cf7e3c5ccdc0486d0bb

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Петербургский государственный университет путей сообщения
Императора Александра I »
(ФГБОУ ВО ПГУПС)

Брянский филиал ПГУПС



УВЕРЖДАЮ
Зам.директора по УПР
И.Е.Мариненков
_____ 2026г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
ОПЦ.04. ЭЛЕКТРОНИКА И МИКРОПРОЦЕССОНАЯ ТЕХНИКА

для специальности

23.02.06 Техническая эксплуатация подвижного состава железных дорог

базовая подготовка среднего профессионального образования

Брянск
2026

Фонд оценочных средств по дисциплине ОПЦ.04.Электроника и микропроцессорная техника по специальности 23.02.06 Техническая эксплуатация подвижного состава железных дорог

Разработчик ФОС:

Москаленко А.В., преподаватель Брянского филиала ПГУПС

Одобрено на заседании цикловой комиссии общепрофессиональных, естественно-научных и математических дисциплин

Протокол № 7 от « 12 » 05 2026

Председатель цикловой комиссии

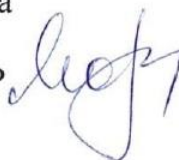


Шапошникова В.Н.

Рекомендовано Методическим советом филиала

Протокол № 6 от « 14 » 05 2026

Председатель – зам. директора филиала по УПР



Мариненков И.Е.

Утверждено Педагогическим советом ПГУПС

Протокол № 6 от « 14 » 05 2026

Содержание

1.	ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ	4
2.	РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ, ПОДЛЕЖАЩИЕ ПРОВЕРКИ	4
3.	ОЦЕНКА ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	5
3.1.	Описание системы оценивания.....	5
3.2.	Перечень оценочных средств.....	7
3.3.	Формы и методы оценивания.....	10
4.	ЗАДАНИЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	12
4.1.	Типовые задания для текущего контроля	12
4.2.	Оценочные материалы для промежуточной аттестации.....	35

1. Паспорт фонда оценочных средств

Фонд оценочных средств предназначен для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины цикла ОПЦ. 04 Электроника и микропроцессорная техника.

ФОС включает контрольные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации. Фонд оценочных средств разработан на основе Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности 23.02.06 Техническая эксплуатация подвижного состава железных дорог (вагоны), программы учебной дисциплины ОПЦ.04 Электроника и микропроцессорная техника.

Формой промежуточной аттестации по учебной дисциплине является **экзамен**.

2. Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке

ОК 01	Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам;
ОК 02	Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности
ОК 04	Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде;
ПК 1.1	Эксплуатировать железнодорожный подвижной состав (по видам подвижного состава).
ПК 1.2	Проводить техническое обслуживание и ремонт железнодорожного подвижного состава в соответствии с требованиями технологических процессов.
ПК 2.1	Управлять планированием и организацией производственных работ коллектива исполнителей с соблюдением норм безопасных условий труда
ПК 2.2	Распределять работников по рабочим местам и определять им производственные задания

3. Оценка освоения учебной дисциплины

3.1. Описание системы оценивания.

Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке

Предметом оценки служат знания и умения, предусмотренные ППССЗ по дисциплине «Электроника и микропроцессорная техника», направленные на формирование общих и профессиональных компетенций.

Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Электроника и микроэлектронная техника» проводится в соответствии с существующими нормативными документами, и являются обязательными.

Текущая аттестация по дисциплине «Электроника и микропроцессорная техника» проводится в форме контрольных мероприятий по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем. Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);
- степень усвоения теоретических знаний;
- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;
- результаты самостоятельной работы.

При оценивании используется пятибалльная система.

При текущей аттестации обучаемому могут быть предложены разнообразные формы проверки знаний (таблица 1).

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена путем выставления оценки после сдачи всех заданий текущей и промежуточной аттестации в виде экзамена. Преподаватель в течение семестра заполняет сводную ведомость успеваемости (журнал), в которую выставляются все полученные студентом оценки. К экзамену допускаются студенты, не имеющие задолженности по изучаемым темам. При явке на экзамен студентам необходимо иметь зачетную книжку. Шкала оценок экзамена: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

По результатам всех видов аттестации студенту выставляется итоговая отметка по учебной дисциплине, которая записывается в зачетной книжке студента и сводной ведомости успеваемости. Отметка «неудовлетворительно» в зачетку не ставится.

Студенты, не сдавшие экзамен в установленное время по уважительной причине, подтвержденной документально соответствующим документом, сдают зачеты по лабораторным занятиям и экзамену индивидуально, в сроки, установленные учебной частью филиала.

3.2 Перечень оценочных средств

№ п/ п	Формы оценивания	Общая характеристика формы оценивания	Способ представления формы оценивания в фонде оценочных средств
1	2	3	4
1	Разноуровневые задачи и задания	Различают задачи и задания: а) репродуктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать знание фактического материала (базовые понятия, алгоритмы, факты) и умение правильно использовать специальные термины и понятия, узнавание объектов изучения в рамках определенного раздела дисциплины; б) реконструктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей; в) творческого уровня, позволяющие оценивать и диагностировать способность студента интегрировать знания и умения из различных областей, аргументировать собственную точку зрения, оценивать качество работы своей и других.	Комплект разноуровневых задач и заданий. Критерии и шкалы оценивания.
2	Устный опрос	Цель устного опроса – оценить знания и кругозор студента, умение логически построить ответ, владение монологической и диалогической речью, уровень развития мышления. Обучающая функция устного опроса состоит в выявлении вопросов, которые по каким-то причинам оказались недостаточно осмысленными в ходе учебных занятий и при подготовке к зачёту или экзамену, и определении способов коррекции пробелов в знаниях и умениях студентов. Устный опрос может осуществляться в различных видах (индивидуальный, групповой, фронтальный, комбинированный)	Тема опроса. Вопросы для индивидуального опроса. Критерии оценки ответа. Шкала оценивания.
3	Собеседование	Специальная беседа преподавателя со студентом на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, рассчитанная на выяснение объема знаний студента по определенному разделу, теме, проблеме и т.п., которые изучались как на занятиях, так и в процессе самостоятельной работы.	Тема собеседования, вопросы собеседования. Критерии оценки результатов собеседования.
4	Доклад	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской, научной или профессиональной задачи.	Темы докладов, сообщений. Требования к структуре. Критерии оценки. Шкала оценивания.

5	Зачёт	Форма периодической отчетности студента, определяемая учебным планом и/или учебным графиком. Зачеты служат формой проверки качества выполнения студентами лабораторных работ, усвоения учебного материала практических и семинарских занятий, успешного прохождения производственной и преддипломной практик и выполнения в процессе этих практик всех учебных поручений в соответствии с ОПОП. Оценка, выставляемая за зачёт, может быть как качественной типа (по шкале наименований «зачтено»/«не зачтено»), так и количественной (т.н. дифференцированный зачет с выставлением отметки по шкале порядка – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»).	Тема зачета. Тип оценки за зачёт. Критерии оценки. Образец зачетной ведомости.
6	Письменный опрос	Письменный ответ – важнейший способ точного, лаконичного, связного изложения мысли, собственной точки зрения. Письменная проверка используется во всех видах контроля и осуществляется как в аудиторной, так и во внеаудиторной работе. Письменные работы могут включать: диктанты, тесты, контрольные работы, эссе, рефераты, курсовые работы, отчеты по практическим занятиям, отчеты по учебно-исследовательской работе студентов.	Варианты заданий
7	Диктант	Диктант (терминологический, понятийный, технический и пр.) – это перечень вопросов, на которые необходимо дать краткие письменные ответы. Время на ответы ограничено, поэтому вопросы заданий должны быть однозначно понимаемыми, просто и четко сформулированными.	Перечень вопросов и эталоны ответов. Критерии и шкала оценивания.
8	Контрольная работа	Письменные контрольные работы – одно из средств опроса, которое осуществляется с целью проверки знаний всех студентов по данной теме; стимулирования непрерывной систематической работы студентов; формирования умений в письменном виде сжато излагать материал. Различают несколько видов контрольных работ: обязательные, домашние, текущие, экзаменационные, практические, фронтальные и индивидуальные. Контрольные работы проводятся, как правило, после завершения изучения темы или раздела (модуля) и содержат задания различных типов и уровней сложности. Во время проверки и оценки контрольных письменных работ проводится анализ результатов выполнения, выявляются типичные ошибки, а также причины их появления.	Темы контрольных работ. Варианты заданий. Критерии оценки выполнения заданий. Шкала оценивания. Эталоны ответов.
9	Самостоятельная работа	Небольшая по времени (15-20 минут) письменная проверка знаний и умений обучающихся по небольшой (ещё не пройденной до конца) теме курса. Основная цель самостоятельной работы – проверка усвоения способов решения учебных задач; осознания понятий; ориентировки в конкретных закономерностях, принципах, правилах. Если самостоятельная работа проводится на начальном этапе становления умения и навыка, то она не оценивается отметкой. Вместо неё даётся аргументированный анализ работы студентов, который проводится совместно с ними. Если умение находится на стадии закрепления, автоматизации, то самостоятельная работа может оцениваться	Темы самостоятельных работ. Варианты заданий. Критерии оценки выполнения заданий. Шкала оценивания. Эталоны ответов.

		отметкой.	
10	Тест	Педагогический тест определяется как система параллельных стандартизированных заданий равномерно возрастающей трудности, специфической формы, позволяющая качественно и эффективно измерить уровень и оценить структуру подготовленности обучающихся. По степени однородности задач тесты делятся на: <i>гомогенные</i> , предназначенные для контроля знаний и умений по одной дисциплине; <i>гетерогенный</i> , предназначенный для измерения уровня подготовленности по нескольким учебным дисциплинам, междисциплинарным курсам и профессиональным модулям.	Образцы и варианты тестовых заданий. Критерии оценки. Шкала оценивания. Формы оценочных листов.
11	Конспекты	Конспекты статей , параграфов и глав или полного текста брошюр, книг оцениваются с учетом труда, вложенного в их подготовку. Они не подменяются планами работ или полностью переписанным текстом: студент должен научиться отбирать основное. Конспект пишется в тетради с обозначением фамилии владельца. Обязательно указывается автор книги (статьи), место и год издания, а на полях помечаются страницы, где расположен конспектируемый текст. Качество конспекта повышается, когда студент сопровождает его своими комментариями, схемами или таблицами. Конспект доклада (реферата), лекции , прочитанного при подготовке к семинару. Должен отражать основные идеи заслушанного сообщения, Оценивается умение «свертывания информации» с использованием обозначений, схем, символов.	Темы, разделы, главы. Подлежащие конспектированию. Требования к форме составления конспекта. Шкала оценивания.
12	Творческое задание	Частично регламентированное задание, имеющее нестандартное решение и позволяющее диагностировать широкий спектр общих и профессиональных умений, способность студента интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения, творчески подходить к решению поставленных задач. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся.	Темы групповых и/или индивидуальных творческих заданий. Требования и макеты оформления результатов работы. Критерии оценки. Шкала оценивания.
13	Практические задания	Практическое задание - это задание, с помощью которых у учащихся формируются и развиваются правильные практические действия, четкое и ясное задание по конкретной предметной области, требующее однозначно определяемого ответа или выполнения определенного алгоритма действий.	Инструкционные карты для проведения практического занятия.

3.3 Формы и методы оценивания

Предметом оценки служат умения, знания, предусмотренные ФГОГС СПО по дисциплине дисциплины ОПЦ. 04 Электроника и микропроцессорная техника, направленные на формирование общих и профессиональных компетенций.

Контроль и оценка освоения учебной дисциплины по разделам и темам:

Элемент учебной дисциплины	Формы и методы контроля					
	Текущий контроль		Рубежный контроль		Промежуточная аттестация	
	Форма контроля	Проверяемые ПК,ОК	Форма контроля	Проверяемые ПК,ОК	Форма контроля	Проверяемые ПК,ОК
Раздел 1. Электронные приборы						
Тема 1.1. Физические основы полупроводниковых приборов	Самостоятельная работа Устный опрос Конспект	ОК 01, ОК02, ОК04, ПК1.1, ПК1.2, ПК2.1, ПК 2.2				
Тема 1.2. Полупроводниковые диоды	Самостоятельная работа Устный опрос Лабораторное занятие Конспект	ОК 01, ОК02, ОК04, ПК1.1, ПК1.2, ПК2.1, ПК 2.2				
Тема 1.3. Тиристоры	Самостоятельная работа Устный опрос Лабораторное занятие Конспект	ОК 01, ОК02, ОК04, ПК1.1, ПК1.2, ПК2.1, ПК 2.2				
Тема 1.4. Транзисторы	Самостоятельная работа Устный опрос Лабораторное занятие Конспект	ОК 01, ОК02, ОК04, ПК1.1, ПК1.2, ПК2.1, ПК 2.2				
Тема 1.5. Интегральные микросхемы	Самостоятельная работа Устный опрос Конспект	ОК 01, ОК02, ОК04, ПК1.1, ПК1.2, ПК2.1, ПК 2.2				
Тема 1.6. Полупроводниковые фотоприборы	Самостоятельная работа Устный опрос Лабораторное занятие Конспект	ОК 01, ОК02, ОК04, ПК1.1, ПК1.2, ПК2.1, ПК 2.2				
Раздел 2. Электронные усилители и генераторы						
Тема 2.1. Электронные усилители	Самостоятельная работа Устный опрос Лабораторное занятие Конспект	ОК 01, ОК02, ОК04, ПК1.1, ПК1.2, ПК2.1, ПК 2.2				
Тема 2.2. Электронные генераторы	Самостоятельная работа Устный опрос Лабораторное занятие Конспект	ОК 01, ОК02, ОК04, ПК1.1, ПК1.2, ПК2.1, ПК 2.2				

Раздел 3. Источники вторичного питания						
Тема 3.1. Неуправляемые выпрямители	Самостоятельная работа Устный опрос Лабораторное занятие Конспект	ОК 01, ОК02, ОК04, ПК1.1, ПК1.2, ПК2.1, ПК 2.2				
Тема 3.2. Управляемые выпрямители	Самостоятельная работа Устный опрос Конспект	ОК 01, ОК02, ОК04, ПК1.1, ПК1.2, ПК2.1, ПК 2.2				
Тема 3.3. Сглаживающие фильтры	Самостоятельная работа Устный опрос Конспект	ОК 01, ОК02, ОК04, ПК1.1, ПК1.2, ПК2.1, ПК 2.2				
Тема 3.4. Стабилизаторы напряжения и тока	Самостоятельная работа Устный опрос Лабораторное занятие Конспект	ОК 01, ОК02, ОК04, ПК1.1, ПК1.2, ПК2.1, ПК 2.2				
Раздел 4. Логические устройства						
Тема 4.1. Логические элементы цифровой техники	Самостоятельная работа Устный опрос Лабораторное занятие Конспект	ОК 01, ОК02, ОК04, ПК1.1, ПК1.2, ПК2.1, ПК 2.2				
Тема 4.2. Комбинационные цифровые устройства	Самостоятельная работа Устный опрос Конспект	ОК 01, ОК02, ОК04, ПК1.1, ПК1.2, ПК2.1, ПК 2.2				
Тема 4.3. Последовательные цифровые устройства	Самостоятельная работа Устный опрос Конспект	ОК 01, ОК02, ОК04, ПК1.1, ПК1.2, ПК2.1, ПК 2.2				
Раздел 5. Микропроцессорные системы						
Тема 5.1. Полупроводниковая память	Самостоятельная работа Устный опрос Конспект	ОК 01, ОК02, ОК04, ПК1.1, ПК1.2, ПК2.1, ПК 2.2				
Тема 5.2. Аналого-цифровые и цифро-аналоговые устройства	Самостоятельная работа Устный опрос Конспект	ОК 01, ОК02, ОК04, ПК1.1, ПК1.2, ПК2.1, ПК 2.2				
Тема 5.3. Микропроцессоры	Самостоятельная работа Устный опрос Конспект	32, ОК4, ОК5, ПК1, ПК5				
Промежуточная аттестация					Экзамен	ОК 01, ОК02, ОК04, ПК1.1, ПК1.2, ПК2.1, ПК 2.2

4. Задания для оценки освоения учебной дисциплины

4.1 Типовые задания для текущего контроля

1. Типовые вопросы для проведения устного опроса УО

Дайте развернутое объяснение следующим понятиям:

Стабилизатор напряжения.

Характеристики стабилизаторов напряжения.

Устройство и принцип работы стабилитрона.

Принцип работы параметрического стабилизатора постоянного напряжения.

2. Типовые задания для проведения индивидуального опроса ИО

1. Трехфазная схема выпрямления с нулевой точкой.

2. Трехфазная мостовая схема выпрямления.

3. Однофазный управляемый выпрямитель со средней точкой.

3. Типовые вопросы для проведения фронтального опроса ФО

ФО по теме «Сглаживающие фильтры»

1. Назначение сглаживающих фильтров?

2. Емкостной фильтр?

3. Индуктивный фильтр?

4. Г – образный фильтр L-C?

5. П – образный фильтр C-L-C?

6. Многозвенные фильтры?

7. Г – образный фильтр R-C?

8. П – образный фильтр C-R-C?

Комплект оценочных средств для проведения рубежной аттестации

Типовые вопросы теста

Тест №1

Тема: «Электронные приборы»

1. Что называется потенциальным барьером?

1) Напряжение, начиная с которого малые приращения прямого напряжения вызывают резкое увеличение тока.

2) Разность потенциалов между объёмными зарядами противоположного знака, образованными ионами примесных полупроводников.

3) Возвращение свободных электронов из зоны проводимости в валентную зону.

2. Чем определяется нормальный активный режим включения транзистора?

☐ 1) При этом режиме р-п переход эмиттер-база включен в обратном направлении, а р-п переход коллектор-база в прямом.

☐ 2) При этом режиме оба р-п перехода транзистора включены в обратном направлении.

☐ 3) При этом режиме р-п переход эмиттер-база включен в прямом направлении, а р-п переход коллектор-база в обратном.

3. Что представляет собой физический смысл параметра H_{11} ?

☐ 1) Входное сопротивление в режиме короткого замыкания по переменному напряжению входной цепи.

☐ 2) Коэффициент обратной связи транзистора при холостом ходе входной цепи по переменному току?

☐ 3) Коэффициент усиления по току при коротком замыкании по переменному напряжению выходной цепи.

4. Какой ток называется током удержания, $I_{уд}$?

☐ 1) Ток управления соответствующей силы, при котором тиристор работает как неуправляемый диод.

☐ 2) Незначительный основной ток, проходящий через тиристор в закрытом состоянии.

☐ 3) Минимальный основной ток, при котором тиристор находится в открытом состоянии.

5. Какой полупроводниковый прибор называется диодом?

☐ 1) Полупроводниковый прибор, свойства которого обусловлены потоком основных носителей, управляемых электрическим полем.

☐ 2) Полупроводниковый прибор с одним р-п переходом и двумя выводами.

☐ 3) Полупроводниковый прибор, имеющий три и более р-п перехода и два устойчивых состояния.

Тест № 2

1. Какое напряжение называется пороговым, $U_{пор}$?

☐ 1) Разность потенциалов между объёмными зарядами противоположного знака, образованными ионами примесных полупроводников.

☐ 2) Явление перехода электрона, через потенциальный барьер, высота которого превышает кинетическую энергию электрона.

☐ 3) Напряжение, начиная с которого малые приращения прямого напряжения вызывают резкое увеличение тока.

2. Чем определяется инверсный режим включения транзистора?

☐ 1) При этом режиме р-п переход эмиттер-база включен в обратном

направлении, а р-п переход коллектор-база в прямом.

☐ 2) При этом режиме р-п переход эмиттер-база включен в прямом направлении, а р-п переход коллектор-база в обратном.

☐ 3) При этом режиме оба р-п перехода транзистора включены в прямом направлении.

3. Что представляет собой физический смысл параметра H_{12} ?

☐ 1) Коэффициент усиления по току при коротком замыкании по переменному напряжению выходной цепи.

☐ 2) Коэффициент обратной связи транзистора при холостом ходе входной цепи по переменному току?

☐ 3) Выходная проводимость при режиме холостого хода по переменному току входной цепи.

4. Какой ток называется током спрямления, I_{yc} ?

☐ 1) Минимальный основной ток, при котором тиристор находится в открытом состоянии.

☐ 2) Незначительный основной ток, проходящий через тиристор в закрытом состоянии.

☐ 3) Ток управления соответствующей силы, при котором тиристор работает как неуправляемый диод.

5. Какие транзисторы называются биполярными?

☐ 1) Полупроводниковый прибор с двумя взаимодействующими переходами и тремя выводами, усилительные свойства которых обусловлены явлениями инжекции и экстракции неосновных носителей заряда.

☐ 2) Полупроводниковый прибор, свойства которого обусловлены потоком основных носителей, управляемых электрическим полем.

☐ 3) Полупроводниковый прибор, имеющий три и более р-п перехода и два устойчивых состояния.

Тест № 3

1. Какой процесс называется рекомбинацией?

☐ 1) Возвращение свободных электронов из зоны проводимости в валентную зону.

☐ 2) Явление перехода электронов через потенциальный барьер, высота которого превышает кинетическую энергию электрона.

☐ 3) Перемещение свободных носителей заряда из области с большей концентрацией в область с меньшей концентрацией.

2. Чем определяется режим отсечки транзистора?

- ☐ 1) При этом режиме оба р-п перехода транзистора включены в прямом направлении.
- ☐ 2) При этом режиме оба р-п перехода транзистора включены в обратном направлении.
- ☐ 3) При этом режиме р-п переход эмиттер-база включен в прямом направлении, а р-п переход коллектор-база в обратном.

3. Что представляет собой физический смысл параметра H_{21} ?

- ☐ 1) Коэффициент усиления по току при коротком замыкании по переменному напряжению выходной цепи.
- ☐ 2) Выходная проводимость при режиме холостого хода по переменному току входной цепи.
- ☐ 3) Коэффициент обратной связи транзистора при холостом ходе входной цепи по переменному току.

4. Какой ток называется током утечки, $I_{ко}$?

- ☐ 1) Минимальный основной ток, при котором тиристор находится в открытом состоянии.
- ☐ 2) Незначительный основной ток, проходящий через тиристор в закрытом состоянии.
- ☐ 3) Основной ток соответствующий началу открытия тиристора.

5. Какой полупроводниковый прибор называется тиристором?

- ☐ 1) Полупроводниковый прибор с двумя взаимодействующими переходами и тремя выводами, усилительные свойства которых обусловлены явлениями инжекции и экстракции неосновных носителей заряда.
- ☐ 2) Полупроводниковый прибор, свойства которого обусловлены потоком основных носителей, управляемых электрическим полем.
- ☐ 3) Полупроводниковый прибор, имеющий три и более р-п перехода и два устойчивых состояния.

Тест № 4

1. На чем базируется туннельный эффект?

- ☐ 1) Возвращение свободных электронов из зоны проводимости в валентную зону.
- ☐ 2) Разность потенциалов между объёмными зарядами противоположного знака, образованные ионами примесных полупроводников.
- ☐ 3) Явление перехода электронов через потенциальный барьер, высота которого превышает кинетическую энергию электрона.

2. Чем определяется режим насыщения транзистора?

☐ 1) При этом режиме оба р-п перехода транзистора включены в обратном направлении.

☐ 2) При этом режиме оба р-п перехода транзистора включены в прямом направлении.

☐ 3) При этом режиме р-п переход эмиттер-база включен в обратном направлении, а р-п переход коллектор-база в прямом.

3. Что представляет собой физический смысл параметра H_{22} ?

☐ 1) Входное сопротивление в режиме короткого замыкания по переменному напряжению входной цепи.

☐ 2) Коэффициент обратной связи транзистора при холостом ходе входной цепи по переменному току.

☐ 3) Выходная проводимость при режиме холостого хода по переменному току входной цепи.

4. Какие транзисторы называются полевыми?

☐ 1) Полупроводниковый прибор, свойства которого обусловлены потоком основных носителей, управляемых электрическим полем.

☐ 2) Полупроводниковый прибор с одним р-п переходом и двумя выводами.

☐ 3) Полупроводниковый прибор с двумя взаимодействующими переходами и тремя выводами, усилительные свойства которых обусловлены явлениями инжекции и экстракции неосновных носителей заряда.

5. Какой полупроводниковый прибор называется фотодиодом?

☐ 1) Полупроводниковый приёмник излучения с тремя и более р-п переходами, включение которого управляется световым потоком.

☐ 2) Двухэлектродный полупроводниковый прибор с одним р-п переходом, вольт-амперная характеристика, которого зависит от воздействующего на него светового потока.

☐ 3) Полупроводниковый прибор с двумя р-п переходами, ток которого возрастает под воздействием подвижных носителей заряда, образующихся при освещении прибора.

Тест № 5

1. Какой прибор называется оптроном?

☐ 1) Полупроводниковый приёмник излучения с тремя и более р-п переходами, включение которого управляется световым потоком.

☐ 2) Прибор, в котором светоизлучатель и фотоприёмник оптически и конструктивно связаны друг с другом и представляют собой единое и конструктивное целое.

☐ 3) Полупроводниковый прибор с двумя р-п переходами, ток которого возрастает под воздействием подвижных носителей заряда, образующихся при

освещении прибора.

2. Какой ток называется током включения, $I_{\text{вкл.}}$?

☐ 1) Ток управления соответствующей силы, при котором тиристор работает как неуправляемый диод.

☐ 2) Незначительный основной ток, проходящий через тиристор в закрытом состоянии.

☐ 3) Основной ток соответствующий началу открытия тиристора.

3. Какой прибор называется фототиристором?

☐ 1) Полупроводниковый приёмник излучения с тремя и более р-п переходами, включение которого управляется световым потоком.

☐ 2) Двухэлектродный полупроводниковый прибор с одним р-п переходом, вольт-амперная характеристика, которого зависит от воздействующего на него светового потока.

☐ 3) Полупроводниковый прибор с двумя р-п переходами, ток которого возрастает под воздействием подвижных носителей заряда, образующихся при освещении прибора.

4. Какой полупроводниковый прибор называется стабилитроном?

☐ 1) Полупроводниковый прибор с одним р-п переходом и двумя выводами.

☐ 2) Полупроводниковый прибор, напряжение на котором в области электрического пробоя при обратном смещении слабо зависит от тока в заданном ему диапазоне.

☐ 3) Полупроводниковый прибор, свойства которого обусловлены потоком основных носителей, управляемых электрическим полем.

5. Какой полупроводниковый прибор называется фототранзистором?

☐ 1) Полупроводниковый приёмник излучения с тремя и более р-п переходами, включение которого управляется световым потоком.

☐ 2) Прибор, в котором светоизлучатель и фотоприёмник оптически и конструктивно связаны друг с другом и представляют собой единое и конструктивное целое.

☐ 3) Полупроводниковый прибор с двумя р-п переходами, ток которого возрастает под воздействием подвижных носителей заряда, образующихся при освещении прибора.

Тема: Электронные усилители и генераторы

Тест № 1

1. Что называется усилителем?

☐ 1) Устройства, в которых происходит преобразование переменного тока в

постоянный или пульсирующий одного направления.

☐ 2) Устройство, преобразующее электрические колебания небольшой мощности, поступающие на вход, в электрические колебания большой мощности на выходе.

☐ 3) Устройство, преобразующее энергию электрического поля в энергию магнитного поля.

2. Какой режим называется режимом класса А?

☐ 1) В данном режиме рабочая точка выбирается в середине выходной динамической характеристики.

☐ 2) В данном режиме рабочая точка выбирается в области малых токов коллектора, близких $I_{кбо}$.

☐ 3) В данном режиме рабочая точка располагается левее места пересечения входной характеристики с горизонтальной осью $U_{вх}$.

3. Сколько транзисторов используется в двухтактном усилительном каскаде мощности?

☐ 1) 5.

☐ 2) 1.

☐ 3) 2.

4. Для чего предназначен разделительный конденсатор C_p ?

☐ 1) Для отделения переменной составляющей входного сигнала от постоянной и передачи переменной составляющей на вход транзистора.

☐ 2) Для накопления электрической энергии на входе усилителя.

☐ 3) Для разделения электрических цепей.

5. Для чего предназначен усилитель постоянного тока?

☐ 1) Предназначен для усиления импульсного напряжения постоянного тока.

☐ 2) Предназначен для усиления синусоидального напряжения.

☐ 3) Предназначен для усиления медленно изменяющегося напряжения постоянного тока.

Тест № 2

1. Особенность устройства резонансного усилителя?

☐ 1) Устройства, в которых происходит преобразование переменного тока в постоянный или пульсирующий одного направления.

☐ 2) Устройство, преобразующее электрические колебания небольшой мощности, поступающие на вход, в электрические колебания большой мощности на выходе.

☐ 3) Устройство в котором в качестве коллекторной нагрузки для транзистора

является параллельный колебательный контур LC.

2. Какой режим называется режимом класса В?

☐ 1) В данном режиме рабочая точка выбирается в середине выходной динамической характеристики.

☐ 2) В данном режиме рабочая точка выбирается в области малых токов коллектора, близких $I_{кбо}$.

☐ 3) В данном режиме рабочая точка располагается левее места пересечения входной характеристики с горизонтальной осью $U_{вх}$.

3. Для чего предназначены электронные генераторы синусоидальных колебаний?

☐ 1) Устройства, предназначенные для создания электрических колебаний требуемой частоты.

☐ 2) Устройство, предназначенные для преобразующее электрические колебания небольшой мощности, поступающие на вход, в электрические колебания большой мощности на выходе

☐ 3) Устройства, в которых происходит преобразование переменного тока в постоянный или пульсирующий одного направления.

4. Для чего предназначена катушка $L_{ос}$ у генератора синусоидальных колебаний?

☐ 1) Изменяя напряжение на базе транзистора, вызывает пульсацию коллекторного тока, в котором появляется переменная составляющая, восполняющая потери энергии в контуре.

☐ 2) Для накопления электрической энергии на выходе усилителя.

☐ 3) Для разделения электрических цепей.

5. Какое устройство называется триггером?

☐ 1) Устройство, обладающее двумя временно устойчивыми положениями, переход в которых происходит автоматически.

☐ 2) Устройство, обладающее двумя устойчивыми положениями, переход в которых происходит под действием входных управляющих сигналов.

☐ 3) Устройства, предназначенные для создания электрических колебаний требуемой частоты.

Тест № 3

1. Что называется электрическим импульсом?

☐ 1) Процесс соприкосновения при больших температурах.

☐ 2) Кратковременное отклонения напряжения или тока от некоторого исходного уровня.

☐ 3) Процесс, заключающийся в выборочном удалении окисной пленки.

2. Какой режим называется режимом класса С?

☐ 1) В данном режиме рабочая точка выбирается в середине выходной динамической характеристики.

☐ 2) В данном режиме рабочая точка выбирается в области малых токов коллектора, близких $I_{кбо}$.

☐ 3) В данном режиме рабочая точка располагается левее места пересечения выходной характеристики с горизонтальной осью $U_{вх}$.

3. Какое устройство называется мультивибратором?

☐ 1) Однокаскадный усилитель с трансформаторной положительной обратной связью, генерирующий мощные импульсы прямоугольной формы с большой скважностью.

☐ 2) Устройство, обладающее двумя временно устойчивыми положениями, переход в которых происходит автоматически.

☐ 3) Устройство, обладающее двумя устойчивыми положениями, переход в которых происходит под действием входных управляющих сигналов.

4. Какое устройство называется блокинг-генератором?

☐ 1) Однокаскадный усилитель с трансформаторной положительной обратной связью, генерирующий мощные импульсы прямоугольной формы с большой скважностью.

☐ 2) Устройство, обладающее двумя временно устойчивыми положениями, переход в которых происходит автоматически.

5. Какой режим называется режимом класса Д?

☐ 1) В данном режиме рабочая точка выбирается в середине выходной динамической характеристики.

☐ 2) В данном режиме рабочая точка выбирается в области малых токов коллектора, близких $I_{кбо}$.

☐ 3) В данном режиме транзистор находится только в двух состояниях: в отсечки или в насыщении.

Тема: Источники вторичного питания

Тест № 1

1. Что называется выпрямителем?

☐ 1) Устройства, в которых происходит преобразование переменного тока в постоянный или пульсирующий одного направления.

☐ 2) Устройство, преобразующее электрические колебания небольшой мощности, поступающие на вход, в электрические колебания большой мощности на выходе.

3) Устройство, преобразующее энергию электрического поля в энергию магнитного поля.

2. На каких приборах выполняется неуправляемый выпрямитель?

1) Транзисторах.

2) Тиристорах.

3) Диодах.

3. На каких приборах выполняется управляемый выпрямитель?

1) Транзисторах.

2) Тиристорах.

3) Диодах.

4. Сколько диодов используется в однофазной мостовой схеме выпрямления?

1) 4.

2) 6.

3) 2.

5. В каком выпрямителе используется три диода?

1) Однофазном двухполупериодном выпрямителе.

2) Трехфазном выпрямителе с нулевой точкой.

3) Однофазном мостовом выпрямителе.

Тема: Логические устройства.

Тест № 1

1. Что такое дизъюнкция?

1) Логическое умножение.

2) Логическое отрицание.

3) Логическое сложение.

2. Что такое конъюнкция?

1) Логическое умножение.

2) Логическое отрицание.

3) Логическое сложение.

3. Что такое инверсия?

1) Логическое умножение.

2) Логическое отрицание.

☐ 3) Логическое сложение.

4. Какие схемные элементы называются логическими?

☐ 1) При помощи, которых осуществляется обработка поступающей в них двоичной информации и непосредственное выполнение предусмотренных логических операций.

☐ 2) Которые обладают свойствами длительно сохранять поступившую в них информацию без изменения её содержания.

☐ 3) Предназначенные для образования надежных связей между логическими или запоминающими схемными узлами.

5. Какие схемные элементы называются вспомогательными?

☐ 1) При помощи, которых осуществляется обработка поступающей в них двоичной информации и непосредственное выполнение предусмотренных логических операций.

☐ 2) Которые обладают свойствами длительно сохранять поступившую в них информацию без изменения её содержания.

☐ 3) Предназначенные для образования надежных связей между логическими или запоминающими схемными узлами.

Тема: Микропроцессорные системы.

Тест № 1

1. Для чего предназначено сверхоперативное запоминающее устройство?

☐ 1) Для хранения оперативной информации, используемой в процессе работы процессора.

☐ 2) Для хранения ряда чисел, необходимых для выполнения текущих операций.

☐ 3) Для длительного хранения неизменной в процессе работы информации.

2. Для чего предназначено оперативное запоминающее устройство?

☐ 1) Для хранения оперативной информации, используемой в процессе работы процессора.

☐ 2) Для хранения ряда чисел, необходимых для выполнения текущих операций.

☐ 3) Для длительного хранения неизменной в процессе работы информации.

3. Для чего предназначено постоянное запоминающее устройство?

☐ 1) Для хранения оперативной информации, используемой в процессе работы процессора.

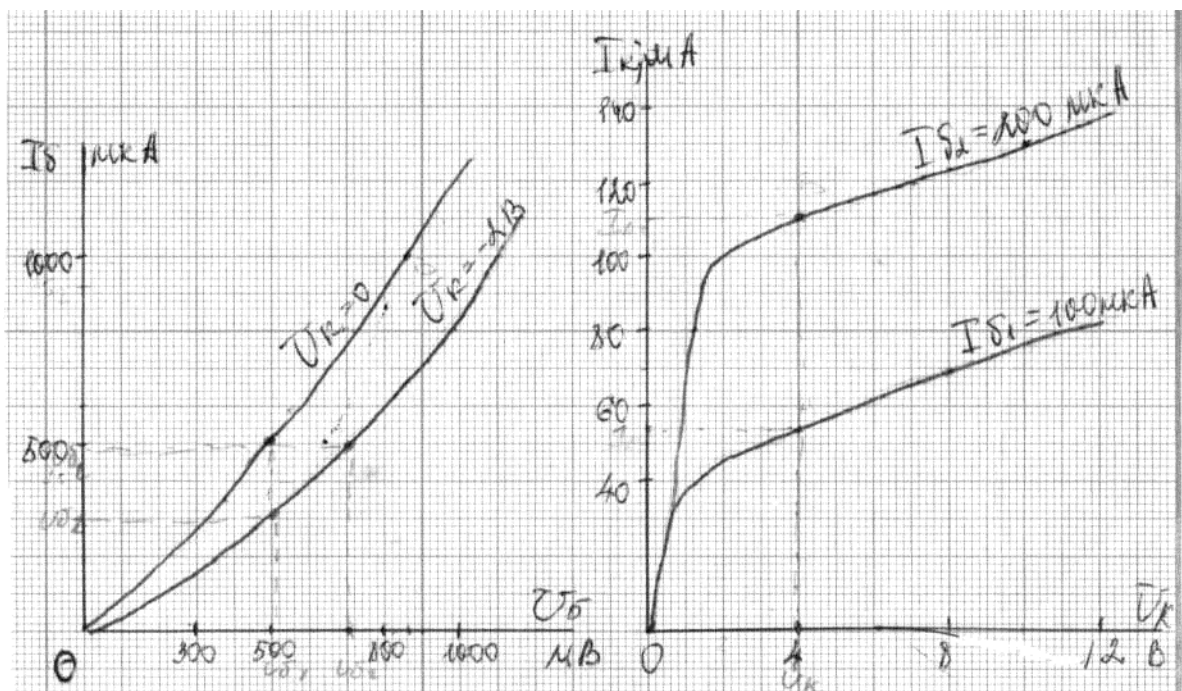
☐ 2) Для хранения ряда чисел, необходимых для выполнения текущих операций.

- 3) Для длительного хранения неизменной в процессе работы информации.
4. Для чего предназначено полупостоянное запоминающее устройство?
- 1) Для хранения оперативной информации, используемой в процессе работы процессора.
- 2) Для хранения ряда чисел, необходимых для выполнения текущих операций.
- 3) Для длительного хранения неизменной в процессе работы информации, которую можно за короткое время изменить.
5. Для чего предназначено буферное запоминающее устройство?
- 1) Для промежуточного хранения информации при её обмене между устройствами работающими с разной скоростью.
- 2) Для хранения ряда чисел, необходимых для выполнения текущих операций.
- 3) Для длительного хранения неизменной в процессе работы информации, которую можно за короткое время изменить.

Типовые задания по карточкам по следующим темам:

Определение h-параметров транзисторов.

1. По статическим характеристикам транзистора включённого по схеме с ОЭ определить h_{11} , h_{21} , h_{22} .



2. Для рабочей точки А характеристики транзистора КТ809А включенного по схеме с ОЭ определить β и вычислить α для схемы с ОБ. Расшифровать маркировку.

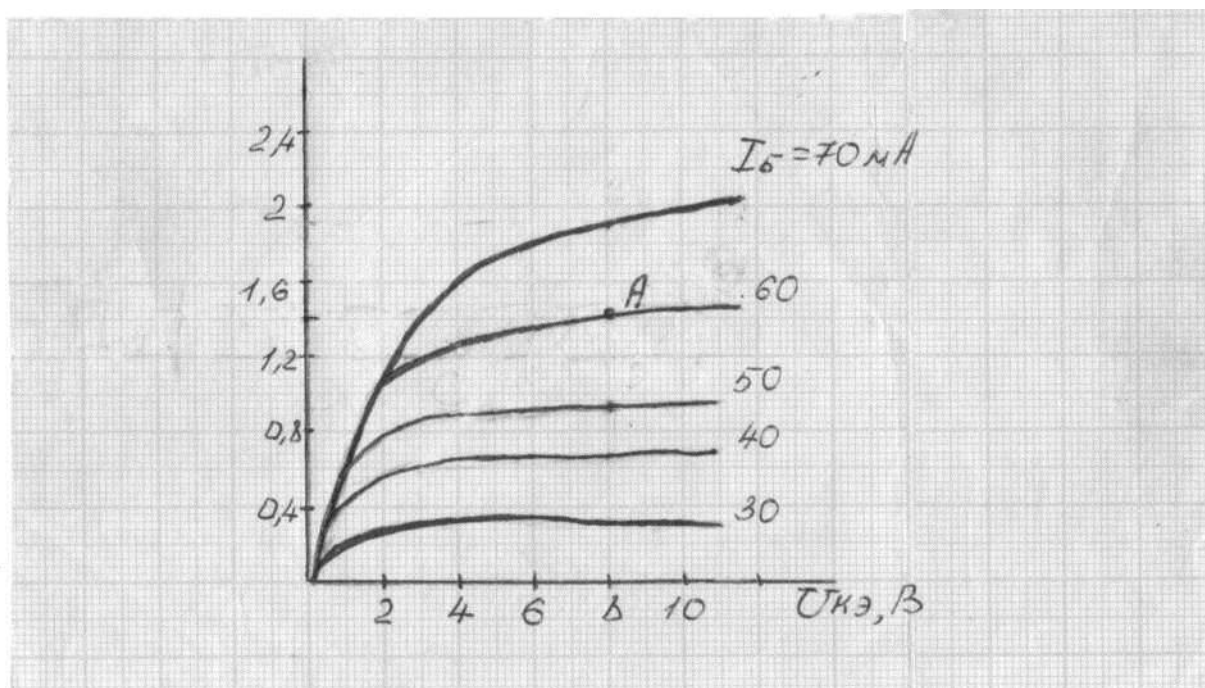
Типовой вариант комбинированного опроса КО

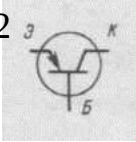
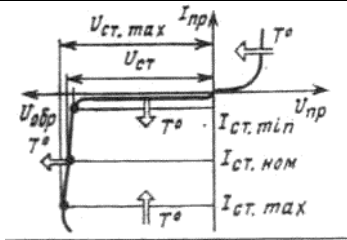
Типовые задания для работы по карточкам на рабочем месте

Раздел 1: Электронные приборы.

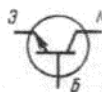
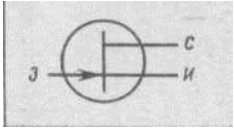
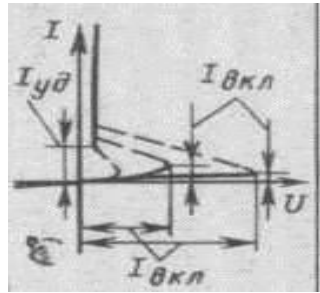
1 блок заданий

1.	Приведите условное графическое обозначение диода	1.	Полевой транзистор с р-п переходом
2.	К какому прибору относятся параметры: ток стока, напряжение затвора	2.	Полупроводниковый стабилитрон
3.	Приведите рабочую характеристику стабилитрона и чем она характеризуется	3.	Биполярный транзистор типа р-п-р. Кремниевый биполярный транзистор для широкого применения, маломощный, номер разработки 115, группа А, бескорпусный с гибкими выводами, на подложке.



4.	Укажите тип прибора по условному графическому обозначению и маркировке КТ2115А-2 	4.	
		5.	

2 блок заданий

1.	Приведите условное графическое обозначение биполярного транзистора п-р-п типа	1.	Полевой транзистор п- типа. Малоомощный германиевый низкочастотный типа 42, разновидность А, в унифицированном корпусе.
2.	К какому прибору относятся рабочие параметры: напряжение стабилизации, ток стабилизации.	2.	
3.	Приведите рабочую характеристику тиристора	3.	Полевой транзистор с р-п переходом
4.	Укажите тип прибора по условному графическому обозначению и маркировке МП42А 	4.	
		5.	Полупроводниковый стабилитрон

Типовые задания для работы у доски

Занятие № 1

- Изобразить на доске диаграмму энергетических зон различных материалов и объяснить их.
- Рассмотреть виды проводимости полупроводников с использованием диаграмм энергетических зон.
- Изобразить и рассмотреть свойства р-п перехода.
- Нарисовать вольт-амперную характеристику р-п перехода и объяснить её.

Задача № 2

- Устройство и классификация диодов.
- Устройство и принцип действия силовых диодов.
- Маркировка и условное обозначение диодов.

Задача №3

- Назначение, классификация и устройство тиристорных.
- Устройство и принцип работы динистора.

в). Устройство и принцип работы тринистора.

Задача №4

- а). Назначение, классификация и устройство транзисторов.
- б). Устройство и принцип работы биполярного транзистора типа р-п-р.
- в). Схема включения биполярного транзистора типа р-п-р с ОБ.
- г). Схема включения биполярного транзистора типа р-п-р с ОЭ.
- д). Схема включения биполярного транзистора типа р-п-р с ОК.

Задача №5

- а). Изобразить и объяснить входную статическую характеристику биполярного транзистора типа р-п-р с ОБ.
- б). Изобразить и объяснить выходную статическую характеристику биполярного транзистора типа р-п-р с ОБ.
- в). Изобразить и объяснить входную статическую характеристику биполярного транзистора типа р-п-р с ОЭ.
- г). Изобразить и объяснить выходную статическую характеристику биполярного транзистора типа р-п-р с ОЭ.
- д). Изобразить и объяснить входную динамическую характеристику биполярного транзистора типа р-п-р с ОЭ.
- е). Изобразить и объяснить выходную динамическую характеристику биполярного транзистора типа р-п-р с ОЭ.
- ж). Система h – параметров транзисторов.
- з). Определение h – параметров по выходным статическим характеристикам.
- и). Определение h – параметров по входным статическим характеристикам.

Задача №6

- а). Общие сведения об интегральных микросхемах и их классификация.
- б). Основные процессы изготовления интегральных микросхем.
- в). Последовательность изготовления полупроводниковых микросхем.

Задача № 7

- а). Устройство, принцип действия, условное обозначение, применение фотопреобразовательного диода.
- в). Устройство, принцип действия, условное обозначение, применение фотогенераторного диода.
- а). Устройство, принцип действия, условное обозначение, применение светодиода.
- а). Устройство, принцип действия, условное обозначение, применение фототранзистора.

Задача № 8

- а). Классификация и основные характеристики усилителей.
- б). Принцип усиления сигналов.
- в). Режим работы транзистора в усилителе класса А.
- г). Режим работы транзистора в усилителе класса А-В.
- д). Режим работы транзистора в усилителе класса В.
- е). Режим работы транзистора в усилителе класса С.

ж). Режим работы транзистора в усилителе класса Д.

Задача № 9

- а). Устройство и принцип работы двухтактного усилительного каскада мощности.
- а). Устройство и принцип работы многокаскадного усилителя напряжения.
- а). Устройство и принцип работы усилителя постоянного тока.

Задача № 10

- а). Электрические импульсы и их параметры.
- б). Устройство и принцип работы дифференцирующей цепи.
- в). Устройство и принцип работы интегрирующей цепи.
- г). Устройство и принцип работы генератора синусоидальных колебаний.
- д). Устройство и принцип работы генератора пилообразного напряжения.

Типовой вариант лабораторных работ.

Лабораторное занятие 1.

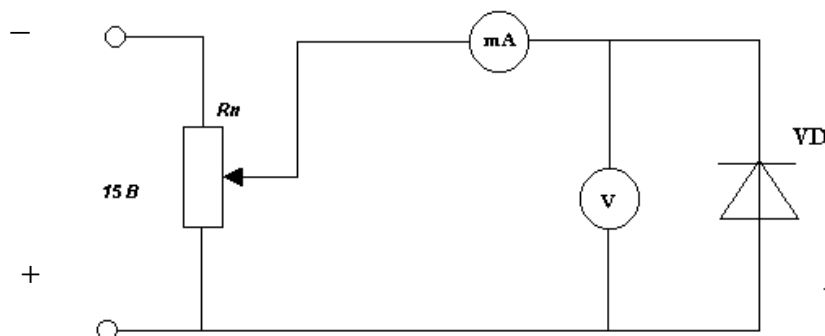
Снятие вольт – амперной характеристики диода.

ЦЕЛЬ. Изучение свойств полупроводникового диода путем снятия его вольтамперной характеристики.

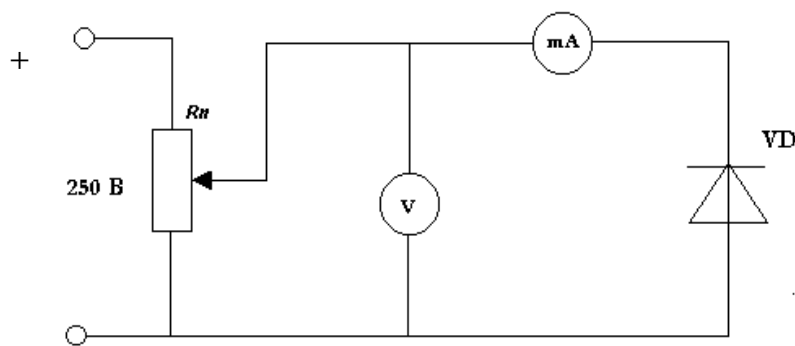
ОБОРУДОВАНИЕ И ПРИБОРЫ. Диод КД – 510А, лабораторный стенд.

ХОД РАБОТЫ.

1. Собрать схему для снятия прямой ветви вольтамперной характеристики.



2. Перемещая движок потенциометра устанавливаем значения прямого напряжения $U_{пр}$ указанные в таблице, записываем значения прямого тока $I_{пр}$.
3. Собрать схему для снятия обратной ветви вольтамперной характеристики.
- 4.



4. Установить значения $U_{обр}$ указанные в таблице. Снять значения обратного тока $I_{обр}$.

№ п/п	Прямая ветвь		Обратная ветвь	
	$U_{ПР}$ (В)	$I_{ПР}$ (мА)	$U_{обр}$ (В)	$I_{обр}$ (мкА)
1	0,1		2	
2	0,2		4	
3	0,3		6	
4	0,4		8	
5	0,5		10	
6	0,54		12	

Содержание отчета. Название и цель работы, схемы испытаний и основные технические данные используемых приборов, таблицы данных испытаний. По данным таблицы построить вольтамперную характеристику.
Дать заключение о качестве диода.

Лабораторное занятие 2.

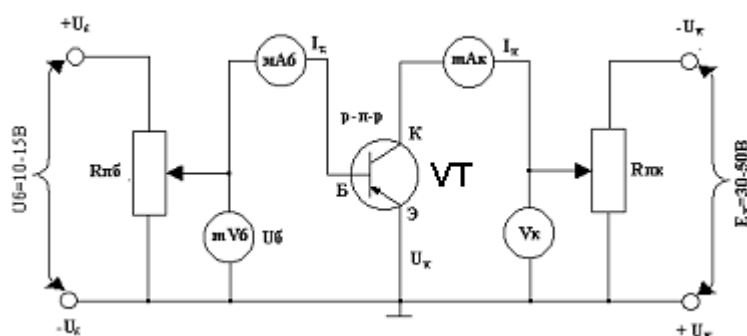
Снятие входных и выходных характеристик транзистора.

ЦЕЛЬ. Научиться снимать опытным путем входные и выходные характеристики и определять параметры, характеризующие полупроводниковый транзистор.

ОБОРУДОВАНИЕ И ПРИБОРЫ. Транзистор КТ315А – 1, потенциометр $R_{пб}$ 1-1,5 кОм – 1, потенциометр $R_{пк}$ 5 кОм – 1, микроамперметр мА6 0-500 мкА – 1, миллиамперметр мАк 0-20 мА – 1, милливольтметр мV6 0-30 мВ – 1, вольтметр Vк 0-30 В, источник постоянного тока 30-50 В – 1, источник постоянного тока 10-15 В – 1.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ.

1. Начертить электрическую схему лабораторного стенда.



2. Поставить потенциометры $R_{нб}$ и $R_{пк}$ в положение при котором напряжение, снимаемое с них на базу и коллектор, равны нулю.
3. Снять семейство входных характеристик, представляющих собой зависимость $I_B=f(U_B)$ при $U_K=const$; показания приборов записать в таблицу.

U_K 0,В		U_K 5,В	
U_B , мВ	I_B , МКА	U_B , мВ	I_B , МКА
100		100	
150		150	
175		175	
200		200	
225		225	
250		250	

4. Снять семейство выходных характеристик, представляющих собой зависимость $I_K=f(U_K)$ $I_B=const$; показания приборов записать в таблицу.

Таблица 1. Выходная характеристика

I_B 50, МКА		I_B 100, МКА	
U_K , В	I_K , МА	U_K , В	I_K , МА
5		5	
10		10	
15		15	
20		20	
25		25	

5. По данным таблиц построить семейства входных и выходных характеристик.
6. Вычислить параметры, характеризующие статический режим работы транзистора.

1. Входное сопротивление $h_{11} = \frac{\Delta U_{бэ}}{\Delta I_{б}} \quad (\text{кОм});$

2. Коэффициент усиления по току $h_{21} = \frac{\Delta I_{к}}{\Delta I_{б}}$

3. Выходная проводимость $h_{22} = \frac{\Delta I_{к}}{\Delta U_{к}}$

7. Дать заключение о качестве транзистора.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА. Название и цель работы; схемы испытаний и основные технические данные используемых приборов; таблицы данных испытаний; семейства выходных и входных характеристик полупроводникового

транзистора; параметры, характеризующие статистический режим работы транзистора; выводы по проделанной работе.

Лабораторное занятие 3.

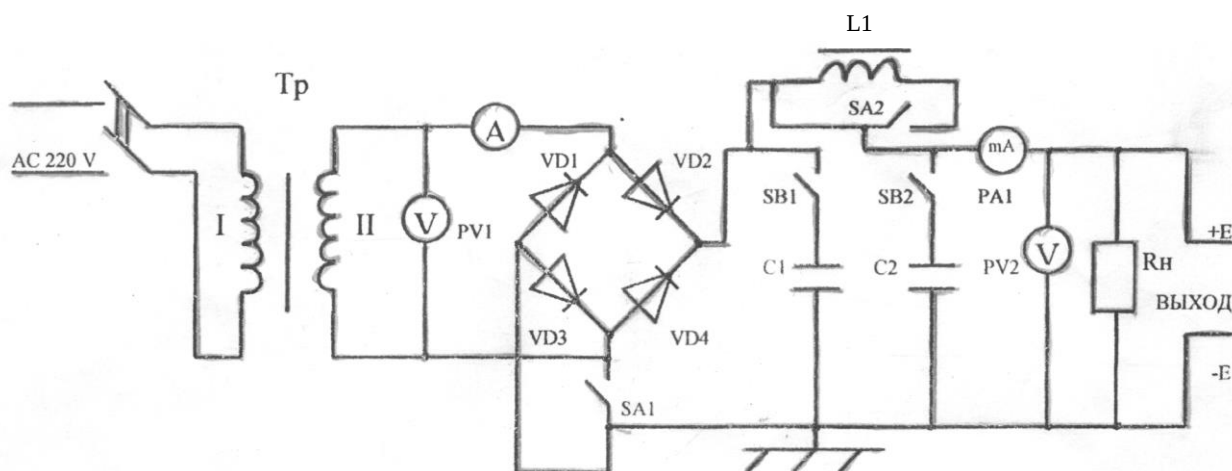
Исследование формы напряжения и тока однополупериодного и двухполупериодного выпрямителя.

ЦЕЛЬ. Научиться выполнять исследования работы однофазного выпрямителя.

ОБОРУДОВАНИЕ И ПРИБОРЫ. Вольтметр переменного тока, вольтметр постоянного тока, амперметр переменного тока, осциллограф, стенд выпрямителя.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ.

1. Начертить электрическую схему лабораторного стенда.

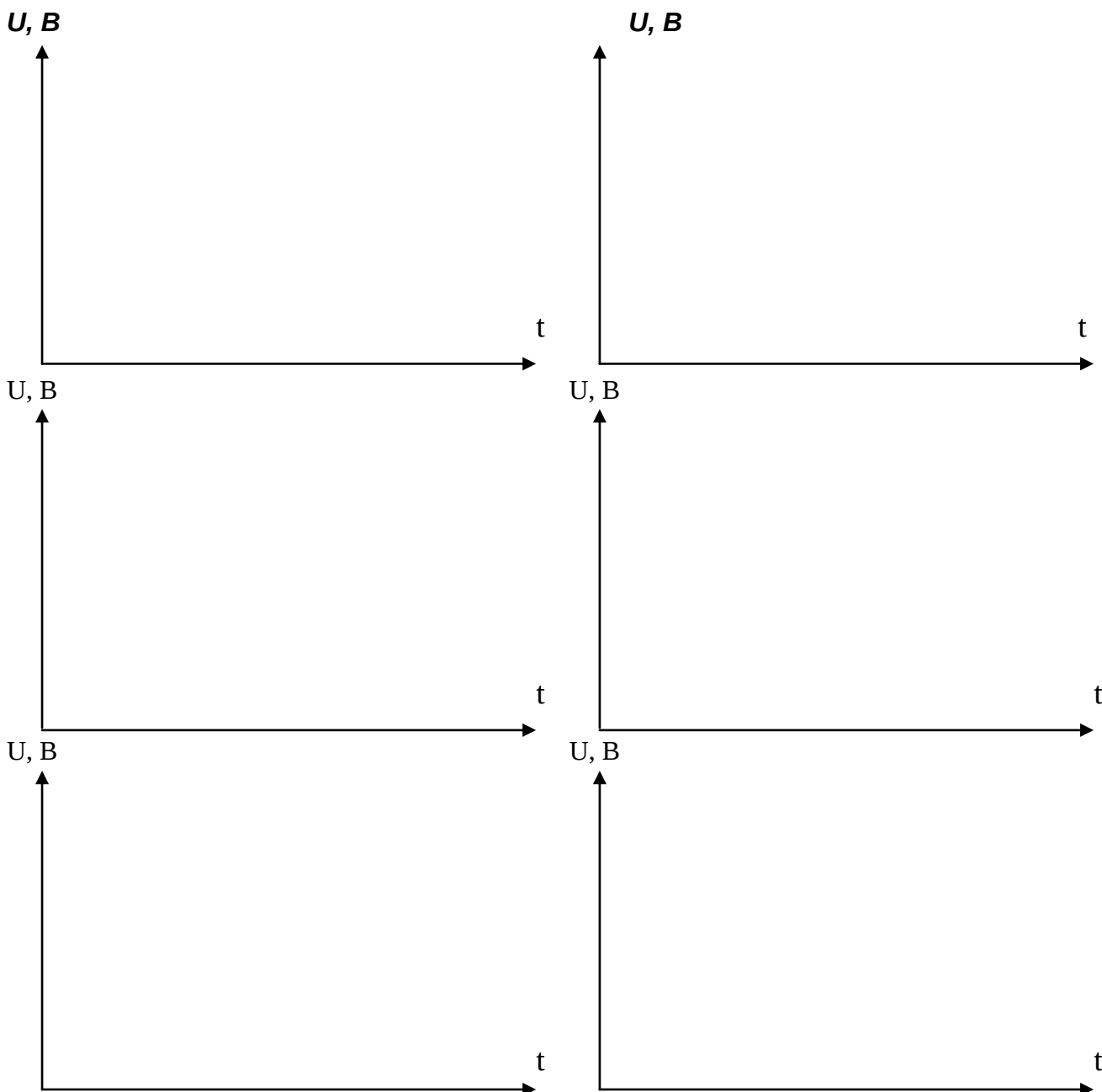


2. Перевести переключатель SA1 в положение однополупериодного выпрямителя, произвести все замеры, предусмотренные в таблице и зарисовать форму кривой с осциллографа.
3. Включить тумблеры SB1 и SB2, произвести все замеры, предусмотренные в таблице и зарисовать форму кривой с осциллографа.
4. Включить тумблер SA2, произвести все замеры, предусмотренные в таблице и зарисовать форму кривой с осциллографа.
5. Перевести все переключатели SA2, SB1, SB2 в отключенное состояние, а SA1 в положение двухполупериодного выпрямителя, произвести все замеры, предусмотренные в таблице и зарисовать форму кривой с осциллографа.
6. Включить тумблеры SB1 и SB2, произвести все замеры, предусмотренные в таблице и зарисовать форму кривой с осциллографа.
7. Включить тумблер SA2, произвести все замеры, предусмотренные в таблице и зарисовать форму кривой с осциллографа.
8. Все полученные замеры занести в таблицу, проанализировать значения параметров и форму кривых снятых при помощи осциллографа и все это отразить в выводе.

№	Схема	Элемент	U_2	I_2	U_d	I_d	Вычислено
---	-------	---------	-------	-------	-------	-------	-----------

замена	выпрямления	ы фильтра	B	Am	B	Am	$\frac{U_2}{U_d}$	$\frac{I_2}{I_d}$
1	Однополупериодное	–						
2		C1,C2						
3		L, C1,C2						
1	Двухполупериодное	–						
2		C1,C2						
3		L, C1,C2						

Кривые напряжения на выходе выпрямительных схем:
однополупериодной двухполупериодной



Содержание отчета: Электрическая схема лабораторного стенда, порядок выполнения работы, таблица с данными исследования, графики с кривыми выходного напряжения, выводы о проделанной работе.

Лабораторное занятие 4.

Исследование работы тиристора.

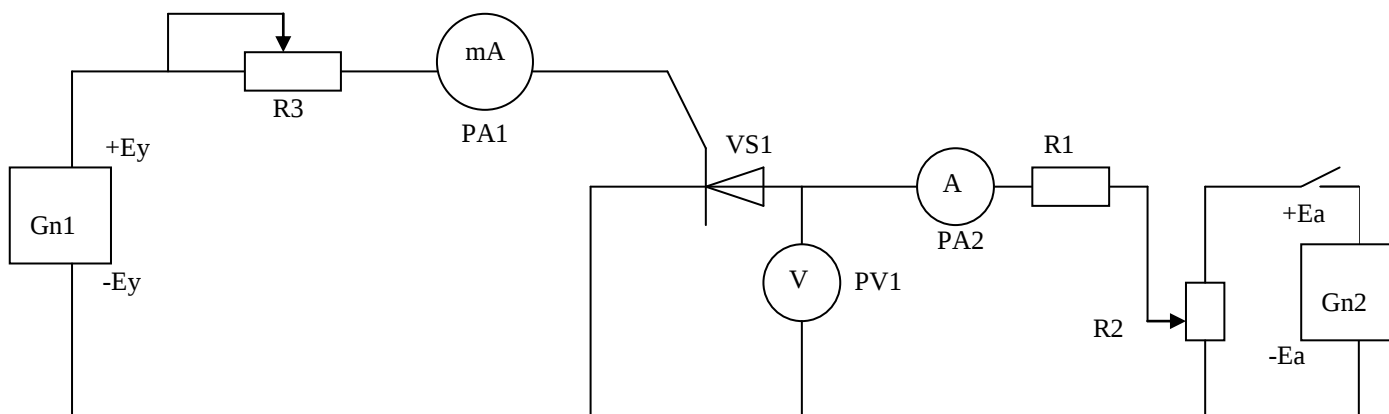
ЦЕЛЬ. Исследовать свойства тиристора при включении его в цепь постоянного тока.

ОБОРУДОВАНИЕ И ПРИБОРЫ. Тиристор типа КУ 201П, миллиамперметр на $0 \dots 30,0 \text{ мА}$, амперметр на $0 \dots 0,5 \text{ А}$, вольтметр на $0 \dots 30 \text{ В}$, потенциометры, источник питания постоянного тока.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ.

Во избежание порчи прибора не следует включать его в схему, напряжение в которой выше его предельных параметров.

1. Включить лабораторный стенд, установить резисторы R_2 и R_3 в такое положение, при котором напряжение на аноде тиристора будет минимальное.
2. Уменьшая величину сопротивления резистора R_2 , по вольтметру устанавливать анодное напряжение $U_{\text{пр}}$ согласно таблицы № 1.
3. Изменяя плавно сопротивление резистора R_3 увеличивать ток



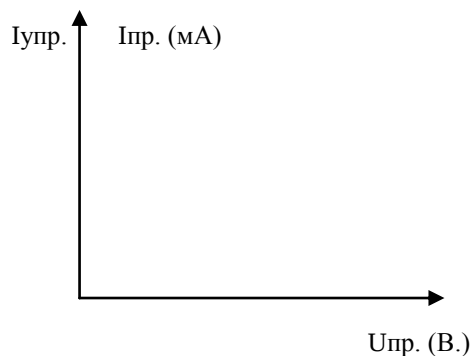
Схема, рис.1

- управления $I_{\text{упр}}$ и фиксировать моменты включения тиристора по броску тока амперметра PA_2 при различных значениях анодного напряжения.
4. По данным наблюдения построить зависимость $I_{\text{упр}} = f(U_{\text{пр}})$ и $I_{\text{пр}} = f(U_{\text{пр}})$. (Масштаб: для $U = 10 \text{ В}$ в 1 см, для $I = 10 \text{ мА}$ в 1 см.)
 5. После снятия показаний лабораторный стенд отключить.

ПРИМЕЧАНИЕ. Перед каждым снятием значений уменьшать величину анодного напряжения U_a до выключения тиристора

Таблица № 1

Упр, В	22,5	20	15	10	5	0	Упр = при открытом тиристоре
$I_{\text{упр}}$, мА						0	
$I_{\text{пр}}$, мА						0	



Содержание отчета. Название и цель работы, схемы испытаний и основные технические данные используемых приборов. Таблица с данными исследования, построенный график зависимости $I_{упр.}$ и $I_{пр.}$ от $U_{пр.}$, выводы по проделанной работе.

Лабораторное занятие 5.

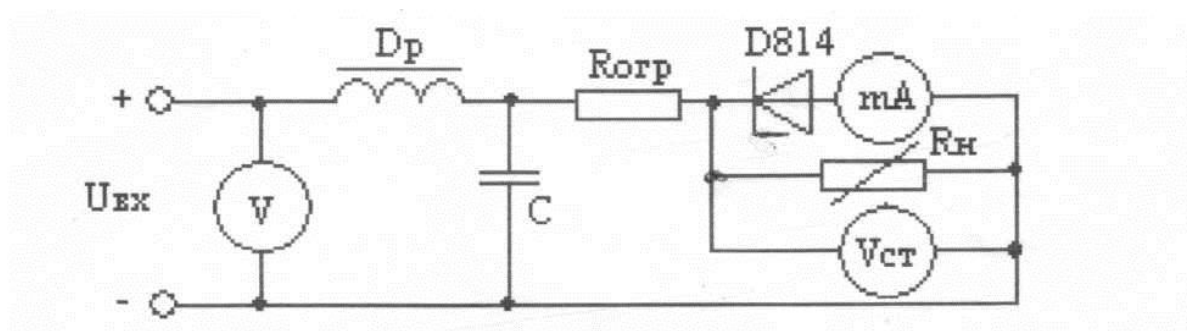
Исследование параметрического стабилизатора напряжения.

ЦЕЛЬ. Изучение свойств полупроводникового стабилитрона путем снятия его вольтамперной характеристики.

ОБОРУДОВАНИЕ И ПРИБОРЫ. Полупроводниковый стабилитрон типа Д814 ($P_{рас.} = 0,559\text{Вт}$), ограничивающее сопротивление $R_{огр.} = 200\text{ Ом}$, сопротивление нагрузки $R_{н} = 470\text{ Ом}$, лабораторный стенд.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ.

1. Начертить электрическую схему лабораторного стенда для снятия рабочего участка вольтамперной характеристики стабилитрона.



2. Установить $U_{вх.} = 0$, $R_{н} = \max$, а затем плавно увеличивать $U_{вх.}$ до тех пор, пока не откроется стабилитрон (в момент открытия появится ток в цепи), потом продолжать увеличивать $U_{вх.}$ в соответствии со значениями указанными в

таблице. При этом снимать показания с миллиамперметра и вольтметра на нагрузочном сопротивлении с занесением в таблицу.

$U_{BX.}(B)$	0	1	2	3	4	5	6
$U_{CT.}(B)$							
$I_{CT.}(mA)$							

3. По данным таблицы построить рабочий участок вольт – амперной характеристики стабилизатора:



4. Определить $I_{CT.max}$, зная значения $P_{рас.}$

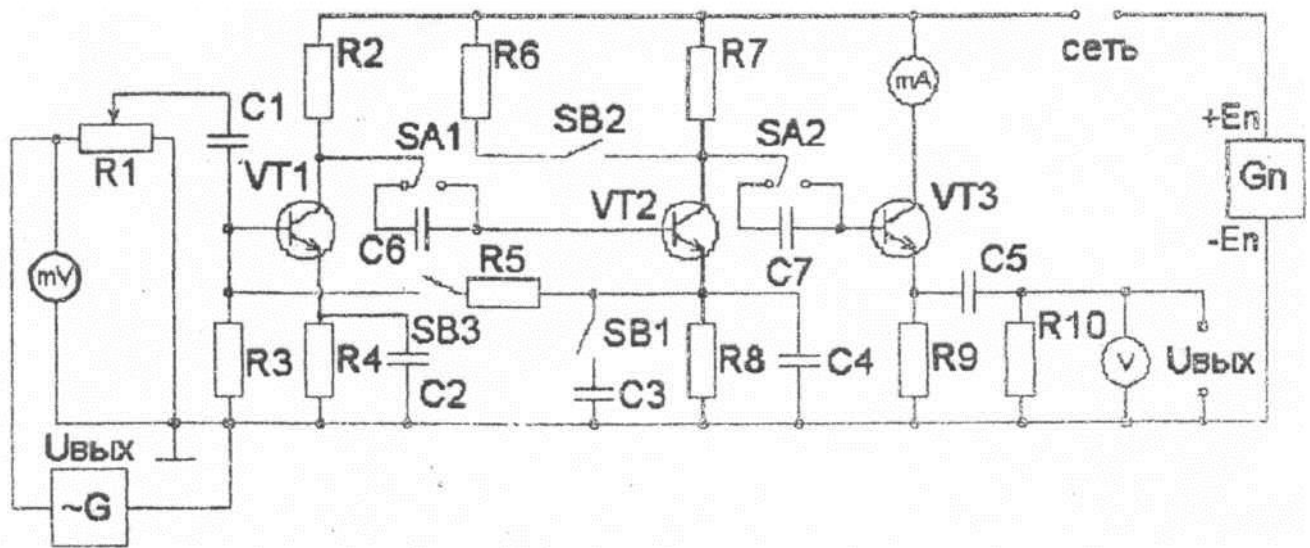
$$I_{ст. макс.} = \frac{P_{расч.} \cdot 10}{U_{ст.}}$$

Содержание отчета. Название и цель работы, схемы испытаний и основные технические данные используемых приборов, таблицы данных испытаний. На основе анализа рабочего участка вольт – амперной характеристики сделать вывод о проделанной работе и принципе действия стабилизатора.

Исследование основных параметров электронного усилителя.

ОБОРУДОВАНИЕ И ПРИБОРЫ. Лабораторный стенд для исследования параметров усилителя, вольтметр, милливольтметр, миллиамперметр постоянного тока.

1. Начертить электрическую схему лабораторного стенда.

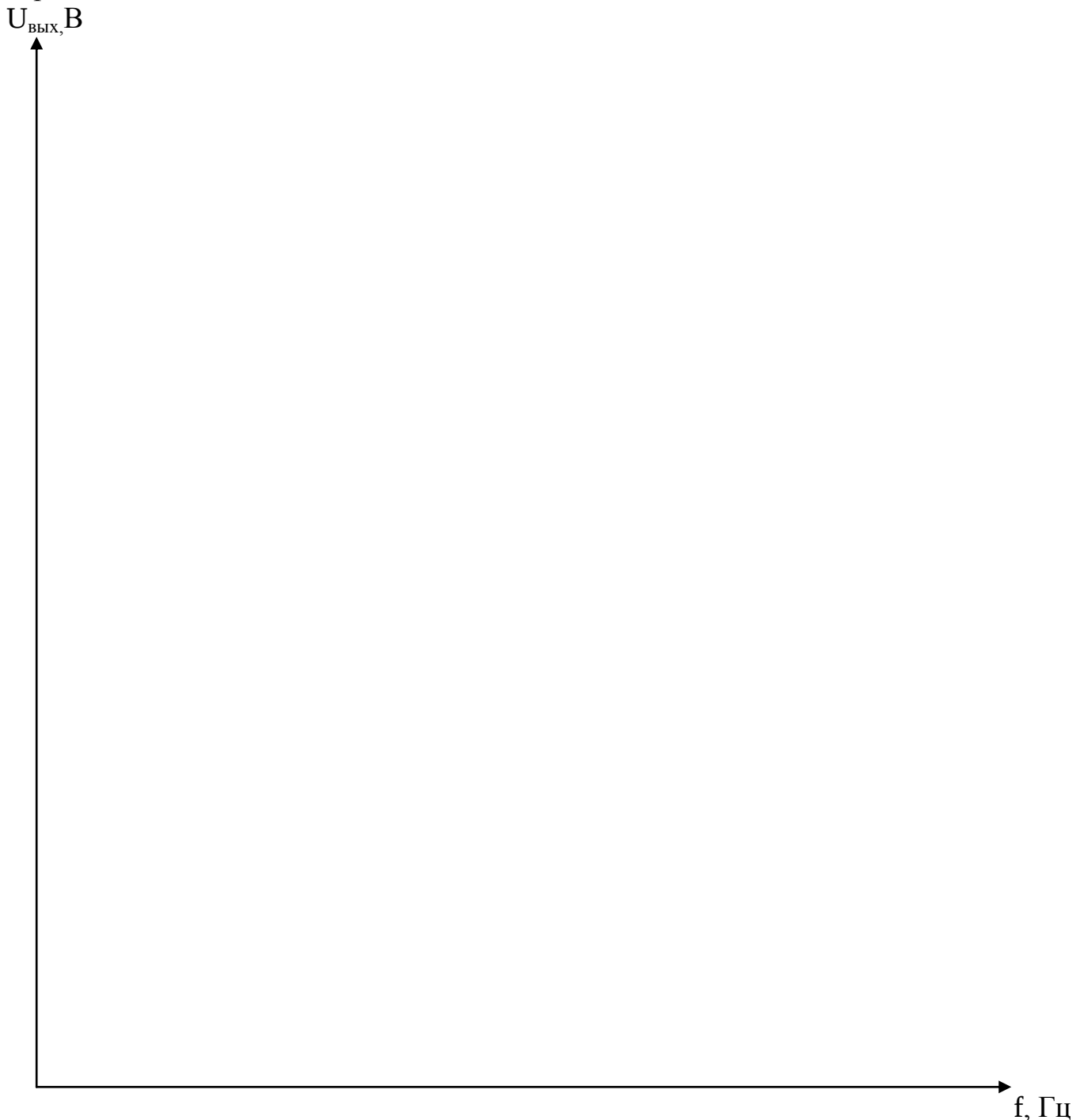


2. Установить напряжение входного сигнала 10 мВ.
3. Снять выходное напряжение при различных частотах. Результаты измерений занести в таблицу.
4. Включить тумблер SB1. Снять выходное напряжение при различных частотах. Результаты измерений занести в таблицу.
5. Отключить SB1 и включить SB2. Снять выходное напряжение при различных частотах. Результаты измерений занести в таблицу.
6. Отключить SB2 и включить SB3. Снять выходное напряжение при различных частотах. Результаты измерений занести в таблицу.

Частота, Гц	U _{вых} , B	k ₁	U _{вых} , SB1вкл. B	k ₂	U _{вых} , SB2вкл. B	k ₃	U _{вых} , SB3вкл. B	k ₄
50								
200								
1000								
4000								
10000								

7. По снятым с приборов показаниям рассчитать коэффициенты усиления по напряжению для различных режимов работы усилителя.

8. На одном графике построить зависимости выходного напряжения от частоты при различных режимах работы усилителя. Сделать анализ полученных кривых и отразить его в выводе.



Содержание отчета. Название и цель работы, схемы испытаний и основные технические данные используемых приборов, таблицы данных испытаний. На основе полученных данных построить графики зависимости выходного напряжения от частоты и схемы включения обратной связи. Сделать вывод как влияет обратная связь на выходное напряжение.

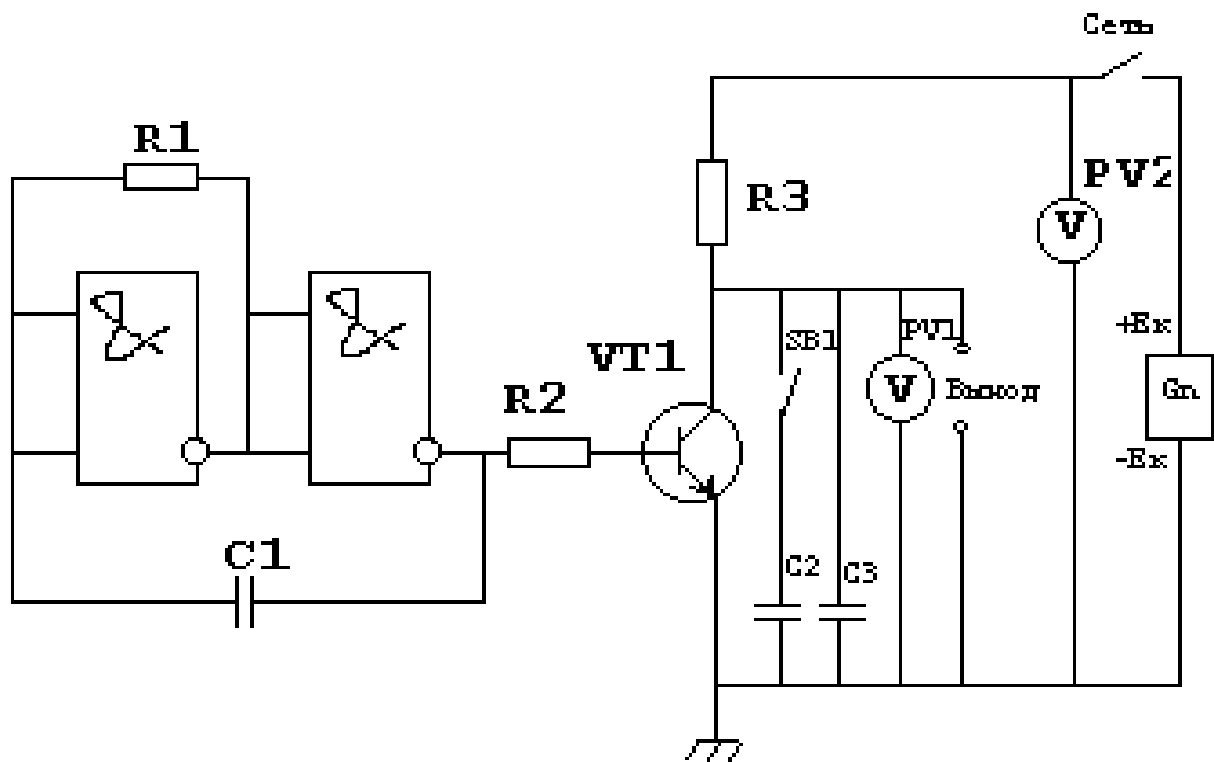
Лабораторное занятие 8.

Исследование работы генератора пилообразного напряжения.

ЦЕЛЬ. Исследовать зависимость формы пилообразного напряжения от параметров схемы.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ

1. Изучить макет генератора. Зарисовать схему в отчет.
2. Измерить напряжение U_K , подключив вольтметр PV2 ключом «Сеть». Данные занести в таблицу.
3. Подключить к выходным клеммам схемы осциллограф и зарисовать в отчет кривую $U_{\text{вых.1}} = f(t)$. Тумблер SB1 должен быть выключен.
4. Измерить по шкале осциллографа высоту импульса h_1 .
5. Измерить вольтметром PV1 выходное напряжение $U_{\text{вых.1}}$. Результат измерения занести в таблицу.



6. Вычислить масштаб показаний осциллографа формуле $K_V = U_{\text{вых.1}} / h_1$ (В/мм).
6. Включить тумблер SB1. Зарисовать кривую выходного напряжения $U_{\text{вых.2}} = f(t)$.
7. Измерить на экране осциллографа амплитуду h_2 выходного напряжения и занести в таблицу.

№ п/п	E_K , В	$U_{\text{вых.}}$, В	h , мм
1			
2			

8. Вычислить выходное напряжение, используя формулу $U_{\text{вых.2}} = K_V h_2$, и сравнить с показанием вольтметра.

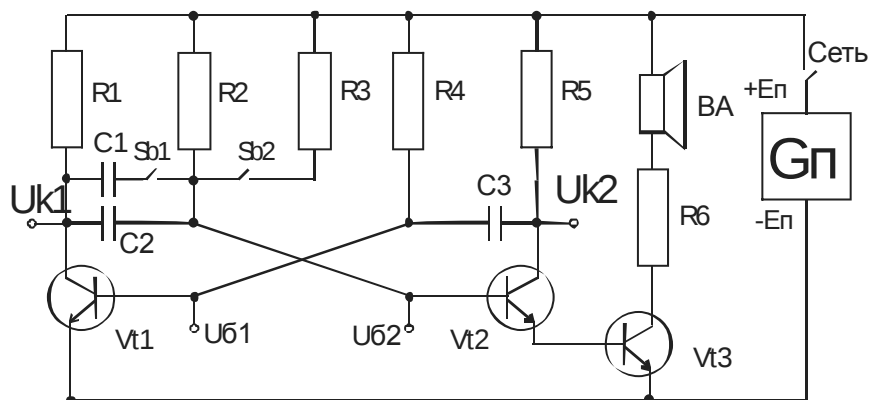
Содержание отчета. Название и цель работы, схемы испытаний и основные технические данные используемых приборов, таблицы данных испытаний. Сделать вывод о влиянии емкости C_2 на форму пилообразного напряжения.

Лабораторное занятие 9.

Снятие характеристик мультивибратора, анализ его работы с помощью осциллографа.

ЦЕЛЬ: Научиться исследовать работу симметричного самовозбуждения мультивибратора и влияние элементов его схемы на частоту.

ОБОРУДОВАНИЕ: Макет мультивибратора. Электронный осциллограф.



ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ.

1. Ознакомиться с устройством и принципом работы мультивибратора, используя схему.
2. Включить схему.
3. Измерить напряжение на коллекторах транзисторов мультивибратора U_{k1} и U_{k2} при различных положениях ключей $SB1$ и $SB2$. Показания приборов занести в таблицу. Вычислить период и частоту колебаний: $T = 1,6 \cdot C_2 \cdot R_6$; $f = 1/T$, где C_2 (Ф).

п/п	Еп, В	Положение выключателей		с, мкф	R_6 , кОм	U_{k1} , В	U_{k2} , В	t , с	f, Гц
		SB1	SB 2						
1		откл	откл	0,2	110				
2		включ	откл	0,4	110				
3		откл	включ	0,2	220				
4		включ	включ	0,4	220				

4. Отключить вольтметр, установив тумблер $SA1$ в среднее положение.
5. Включить осциллограф.

6. Снять форму напряжений в точках U_{k1} , U_{k2} , U_{61} , U_{62} , при различных положениях ключей (см. таблицу).

7. Полученные осциллограммы зарисовать в отчёт.

Содержание отчета. Название и цель работы, схемы испытаний и основные технические данные используемых приборов, таблицы данных испытаний. Сделать вывод о влиянии емкости C_1 и R_3 на форму выходных импульсов.

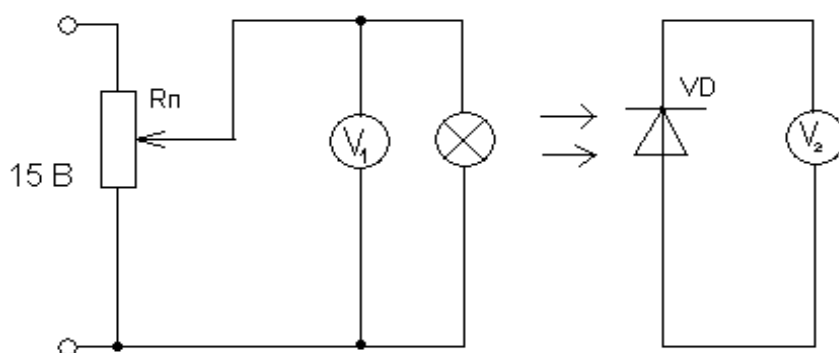
Лабораторное занятие 13.

Исследование работы генерирующего фотодиода.

Цель: Исследовать зависимость вырабатываемой генерирующим фотодиодом Э.Д.С. от освещенности.

Оборудование: 1. Генерирующий фотодиод ФД – 256
2. Источник света лампа МН 26 – 0,4
3. Вольтметры: МН 42300, МН 42100
4. Лабораторный стенд

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ:



1. Подключить лабораторный стенд к источнику питания.
2. Плавно увеличивать напряжение на зажимах лампы МН 26 – 0,4 в соответствии со значениями указанными в таблице, контролируя по вольтметру V_1 .

№ п/п	V_1 (В)	Освещенность (Люкс)	V_2 (В)
1.	0	8	
2.	3,6	10	
3.	5	20	
4.	6	45	
5.	7	70	
6.	8	105	
7.	9	130	
8.	10	150	

9.	11	170	
----	----	-----	--

3. Снять показания с вольтметра V_2 , подключенного к генерирующему фотодиоду.
4. Построить зависимость вырабатываемой генерирующим фотодиодом Э.Д.С. от освещенности



Содержание отчета. Название и цель работы, схемы испытаний и основные технические данные используемых приборов, таблицы данных испытаний. На основе анализа зависимости вырабатываемой генерирующим фотодиодом Э.Д.С. от освещенности, сделать вывод о проделанной работе.

Лабораторное занятие 14.

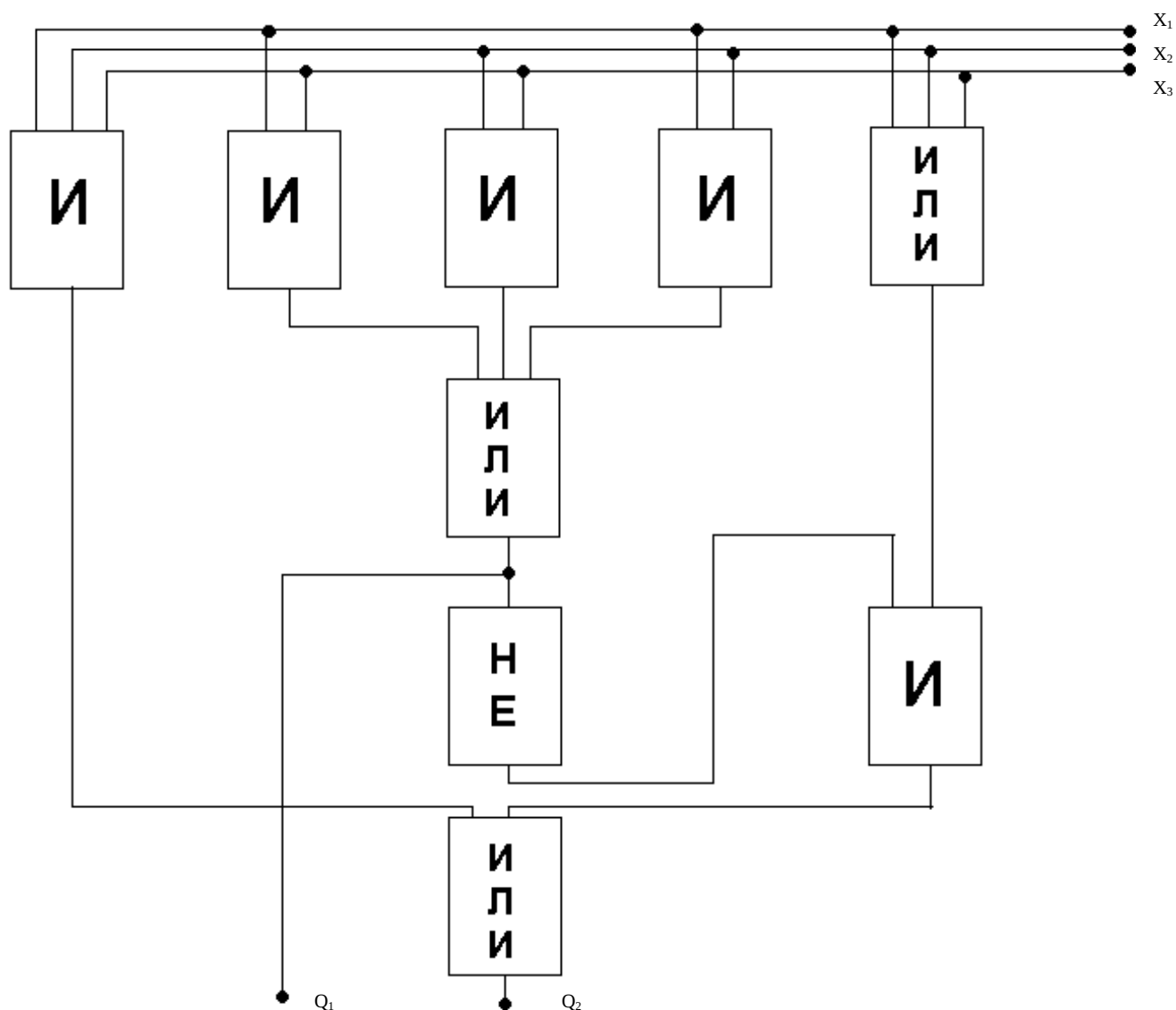
Исследование работы логических элементов.

ЦЕЛЬ: Исследовать работу логических элементов и научиться составлять таблицы истинности, по которым уметь объяснить принцип работы логической схемы.

ОБОРУДОВАНИЕ И ПРИБОРЫ: Полигон логических схем ПЛС – 3.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ:

1. Зарисовать логическую схему в отчет.
2. Подключить полигон логических схем ПЛС-3 к источнику питания.
3. Включить на полигоне логических схем ПЛС-3 тумблер «Сеть».
4. Задействовать все логические элементы схемы путем переключения их тумблеров в верхнее положение.
5. Составить таблицу истинности данной схемы, подавая на входы сигналы путем нажатия кнопочных выключателей.
6. Проанализировать работу логической схемы по каждой строчке таблицы истинности и схематично показать прохождение сигналов.



Содержание отчета. Название и цель работы, схемы испытаний и основные технические данные используемых приборов. Сделать вывод о проделанной работе и схематично изобразить прохождение сигнала по каждой строчке таблицы истинности.

4.2 Комплект оценочных материалов для промежуточной аттестации (экзамен)

Пакет студента

Инструкция:

Выполнение заданий направлено на проверку знаний и умений студентов по дисциплине «Электроника и микропроцессорная техника» во 4-ом семестре.

Место (время) выполнения задания: *лаборатория «Электронной техники и электрических измерений»*

Максимальное время выполнения задания – *30 мин.*

При выполнении задания вы можете воспользоваться: *материалами стендов, плакатов.*

Внимательно прочитайте и выполните задание.

Отвечать на вопросы в соответствии с рекомендациями. На заданные вопросы можно ответить письменно при подготовке к ответу или устно, задачу решить на листе и предъявить на проверку.

1. ВОПРОСЫ ЭКЗАМЕНА за 4 семестр по дисциплине «Электроника и микропроцессорная техника»

Раздел 1. Электронные приборы

1. Собственная и примесная проводимости полупроводников.
2. Образование и свойства электронно-дырочного перехода.
3. Вольтамперная характеристика р-п перехода.
4. Устройство и классификация диодов, маркировка.
5. Устройство и принцип работы силового диода
6. Назначение, классификация и устройство тиристорov.
7. Устройство и принцип работы динистора.
8. Устройство и принцип работы тринистора.
9. Назначение, классификация и устройство транзисторов.
10. Устройство и принцип работы биполярного транзистора типа р-п-р.
11. Схема включения биполярного транзистора типа р-п-р с ОБ.
12. Схема включения биполярного транзистора типа р-п-р с ОЭ.
13. Схема включения биполярного транзистора типа р-п-р с ОК.
14. Изобразить и объяснить входную статическую характеристику биполярного транзистора типа р-п-р с ОБ.
15. Изобразить и объяснить выходную статическую характеристику биполярного транзистора типа р-п-р с ОБ.
16. Изобразить и объяснить входную статическую характеристику биполярного транзистора типа р-п-р с ОЭ.
17. Изобразить и объяснить выходную статическую характеристику биполярного транзистора типа р-п-р с ОЭ.
18. Изобразить и объяснить входную динамическую характеристику биполярного транзистора типа р-п-р с ОЭ.
19. Изобразить и объяснить выходную динамическую характеристику биполярного транзистора типа р-п-р с ОЭ.

20. Система h – параметров транзисторов.
21. Определение h – параметров по выходным статическим характеристикам.
22. Определение h – параметров по входным статическим характеристикам.
23. Для рабочей точки А выходной статической характеристики транзистора КТ809А, включенного по схеме с ОЭ определить β и вычислить α для схемы с ОБ. Расшифровать маркировку.
24. По выходным статическим характеристикам транзистора КТ808Б включенного по схеме с ОЭ определить параметры h_{11} , h_{21} , h_{22} . Расшифровать маркировку.
25. Общие сведения об интегральных микросхемах и их классификация.
26. Основные процессы изготовления интегральных микросхем.
27. Последовательность изготовления полупроводниковых микросхем.
28. Устройство, принцип действия, условное обозначение, применение фотопреобразовательного диода.
29. Устройство, принцип действия, условное обозначение, применение фотогенераторного диода.
30. Устройство, принцип действия, условное обозначение, применение светодиода.
31. Устройство, принцип действия, условное обозначение, применение фототранзистора.

Раздел 2. Электронные усилители и генераторы.

32. Классификация и основные характеристики усилителей.
33. Принцип усиления сигналов.
34. Режим работы транзистора в усилителе класса А.
35. Режим работы транзистора в усилителе класса А-В.
36. Режим работы транзистора в усилителе класса В.
37. Режим работы транзистора в усилителе класса С.
38. Режим работы транзистора в усилителе класса Д.
39. Устройство и принцип работы двухтактного усилительного каскада мощности.
40. Устройство и принцип работы многокаскадного усилителя напряжения.
41. Устройство и принцип работы усилителя постоянного тока.
42. Электрические импульсы и их параметры.
43. Устройство и принцип работы дифференцирующей цепи.
44. Устройство и принцип работы интегрирующей цепи.
45. Устройство и принцип работы генератора синусоидальных колебаний.
46. Устройство и принцип работы генератора пилообразного напряжения.
47. Назначение, принцип действия и режимы работы триггера.
48. Назначение, принцип действия и режимы работы мультивибратора.

Раздел 3. Электронные выпрямители

49. Основные элементы и параметры выпрямителей.
50. Однополупериодный выпрямитель.
51. Однофазный двухполупериодный выпрямитель с нулевой точкой.
52. Однофазная мостовая схема выпрямления.

Раздел 3. Электронные выпрямители

1. Управляемые выпрямители.
2. Трехфазная схема выпрямления с нулевой точкой.

3. Трехфазная мостовая схема выпрямления.
4. Емкостные сглаживающие фильтры.
5. Индуктивные сглаживающие фильтры.
6. Г – образный фильтр $L - C$.
7. П – образный фильтр $C - L - C$.
8. Г – образный фильтр $R - C$.
9. Классификация стабилизаторов и их применение.
10. Устройство и принцип работы стабилитрона.
11. Принцип работы параметрического стабилизатора напряжения.

Раздел 4. Логические элементы

12. Основные виды схемных элементов и логических операций.
13. Символическая запись логических операций.
14. Основные законы алгебры логики.
15. Нарисовать последовательную схему и составить таблицу истинности логической операции «НЕ» на релейно-контактных устройствах.
16. Нарисовать параллельную схему и составить таблицу истинности логической операции «НЕ» на релейно-контактных устройствах.
17. Нарисовать последовательную схему и составить таблицу истинности логической операции «И» на релейно-контактных устройствах.
18. Нарисовать параллельную схему и составить таблицу истинности логической операции «И» на релейно-контактных устройствах.
19. Нарисовать последовательную схему и составить таблицу истинности логической операции «ИЛИ» на релейно-контактных устройствах.
20. Нарисовать параллельную схему и составить таблицу истинности логической операции «ИЛИ» на релейно-контактных устройствах.
21. Нарисовать схему и составить таблицу истинности комбинированной логической операции «И – НЕ» на релейно-контактных устройствах.
22. Нарисовать схему и составить таблицу истинности запоминающего элемента на релейно-контактных устройствах.
23. Составить таблицу истинности и объяснить принцип действия логической схемы «ИЛИ» на диодах.
24. Составить таблицу истинности и объяснить принцип действия логической схемы «И» на диодах.
25. Составить таблицу истинности и объяснить принцип действия логической схемы «ИЛИ – НЕ» на диодах и транзисторах.
26. Составить таблицу истинности и объяснить принцип действия логической схемы «И – НЕ» на диодах и транзисторах.
27. Составить таблицу истинности и объяснить принцип действия логической схемы «И – НЕ» при последовательном включении транзисторов.
28. Составить таблицу истинности и объяснить принцип действия логической схемы «ИЛИ – НЕ» при последовательном включении транзисторов.
29. Составить таблицу истинности и объяснить принцип действия логической схемы «И – НЕ» при параллельном включении транзисторов.
30. Составить таблицу истинности и объяснить принцип действия логической схемы «ИЛИ – НЕ» при параллельном включении транзисторов.

31. Составить таблицу истинности и объяснить принцип действия схемы с непосредственной связью, выполняющей логическую функцию «ИЛИ – НЕ» на интегральных микросхемах.
32. Составить таблицу истинности и объяснить принцип действия резисторно-транзисторной схемы, выполняющей логическую функцию «ИЛИ – НЕ» на интегральных микросхемах.
33. Составить таблицу истинности и объяснить принцип действия резисторно-емкостной схемы, выполняющей логическую функцию «ИЛИ – НЕ» на интегральных микросхемах.
34. Составить таблицу истинности и объяснить принцип действия диодно-транзисторной схемы, выполняющей логическую функцию «И – НЕ» на интегральных микросхемах.
35. Составить таблицу истинности и объяснить принцип действия транзисторно-транзисторной схемы, выполняющей логическую функцию «И – НЕ» на интегральных микросхемах.
36. Составить таблицу истинности и объяснить принцип действия эмиттерно-связанной схемы, выполняющей логическую функцию «ИЛИ» на интегральных микросхемах.
37. Шифраторы, назначение, устройство и принцип действия.
38. Дешифраторы, назначение, устройство и принцип действия.
39. Мультиплексоры, назначение, устройство и принцип действия.
40. Де мультиплексоры, назначение, устройство и принцип действия.
41. Триггеры в интегральном исполнении, основные понятия и их классификация.
42. Тактируемый (синхронный) RS – триггер устройство и принцип действия.
43. JK – триггер устройство и принцип действия.
44. D – триггер устройство и принцип действия.
45. Счетный T – триггер устройство и принцип действия.
46. Счетчик, назначение, устройство и принцип действия.
47. Сумматоры, назначение, устройство и принцип действия.
48. Регистры, назначение, устройство и принцип действия.

Раздел 5. Микропроцессорные системы

49. Общие сведения об интегральных микросхемах.
50. Последовательность изготовления полупроводниковых интегральных микросхем.
51. Общие сведения о микропроцессорах.

52. Тема 8. Преобразователи и инверторы

53. Назначение и классификация тиристорных преобразователей.
54. Зависимые инверторы, назначение, устройство и принцип действия.
55. Трехфазный инвертор со средней точкой, назначение, устройство и принцип действия.
56. Реверсивные преобразователи, назначение, устройство и принцип действия.

Пакет преподавателя:

Условия:

а) Форма и вид зачета: устный ответ по вопросам по дисциплине
«Электроника и микропроцессорная техника»

Коды проверяемых результатов обучения: ОК 01, ОК02, ОК04, ПК1.1, ПК1.2, ПК2.1, ПК 2.2

б) Количество вариантов каждого задания для студентов:
вариантов заданий – 35

в) Время выполнения каждого задания:

1 – 7 (мин.)

2 – 8 (мин.)

3 – 15 (мин.)

г) Раздаточный материал - вариант экзаменационного билета

ФГБОУ ВО «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I» (ФГБОУ ВО ПГУПС)	ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № <u>1</u> По дисциплине <u>ОПЦ.04 Электроника и микропроцессорная техника</u> Специальность 23.02.06 Очная форма обучения <u>2</u> курс <u>4</u> семестр	Утверждаю: Заместитель директора по УПР _____ И.Е. Мариненков Председатель цикловой комиссии _____ В.Н. Шапошникова
Брянский филиал ПГУПС 2025/2026 учебный год		

1. Вольт-амперная характеристика электронно-дырочного перехода.
2. Простейшая схема электронного усилителя. Принцип усиления сигналов.
3. Емкостные сглаживающие фильтры.

Преподаватель _____

ФГБОУ ВО «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I» (ФГБОУ ВО ПГУПС)	ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № <u>2</u> По дисциплине <u>ОПЦ.04 Электроника и микропроцессорная техника</u> Специальность 23.02.06 Очная форма обучения <u>2</u> курс <u>4</u> семестр	Утверждаю: Заместитель директора по УПР _____ И.Е. Мариненков Председатель цикловой комиссии _____ В.Н. Шапошникова
Брянский филиал ПГУПС 2025/2026 учебный год		

1. Физические свойства полупроводников.
2. Режимы работы транзисторов в усилителях.
3. Индуктивные сглаживающие фильтры.

Преподаватель _____

ФГБОУ ВО «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I» (ФГБОУ ВО ПГУПС)	ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 3 По дисциплине <u>ОПЦ.04 Электроника и</u> <u>микропроцессорная техника</u> Специальность 23.02.06 Очная форма обучения <u>2</u> курс <u>4</u> семестр	Утверждаю: Заместитель директора по УПР _____ И.Е. Мариненков Председатель цикловой комиссии _____ В.Н. Шапошникова
Брянский филиал ПГУПС 2025/2026 учебный год		

1. Собственная и примесная проводимости полупроводников.
2. Схемы включения транзисторов.
3. Г – образный фильтр L – С.

Преподаватель _____

Критерии оценки результатов экзамена:

Количество правильных ответов	Оценка
2 вопроса	5 «отлично»
1 вопрос и общие понятия по 2 вопросу	4 «хорошо»
Общие понятия по двум вопросам	3 «удовлетворительно»
	2 «неудовлетворительно»

Рекомендуемая литература для разработки оценочных средств и подготовки, обучающихся к экзамену:

Перечень рекомендуемой учебной литературы, информационных ресурсов сети Интернет.

Основные печатные и/или электронные издания:

1. Миленина, С. А. Электроника и схемотехника : учебник и практикум для среднего профессионального образования / С. А. Миленина ; под редакцией Н. К. Миленина. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 270 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-06085-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/538843> (дата обращения: 02.04.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Миловзоров, О. В. Основы электроники : учебник для среднего профессионального образования / О. В. Миловзоров, И. Г. Панков. — 7-е

изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 407 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-18603-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/544529> (дата обращения: 02.04.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительные источники:

1. Кузовкин, В. А. Электротехника и электроника : учебник для среднего профессионального образования / В. А. Кузовкин, В. В. Филатов. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 433 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-17711-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/537125> (дата обращения: 02.04.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Электронные образовательные ресурсы:

1. (ЭБС ПГУПС. Электронный ресурс: Юрайт);
<https://urait.ru/bcode/450858>
<https://urait.ru/bcode/470002>

Средства массовой информации:

1. «Электроника-инфо» // Форма доступа: electronica.nsys.by/pages
2. «Электро» – журнал. Форма доступа: www.elektro.elekrtozavod.ru