



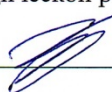
**Федеральное агентство морского и речного транспорта
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Государственный университет морского и речного флота
имени адмирала С.О. Макарова»
Котласский филиал ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова»**

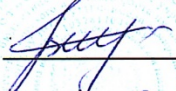
**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
«ОП.03 ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА»**

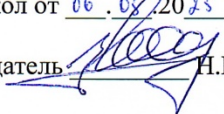
**ПРОГРАММЫ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ СРЕДНЕГО ЗВЕНА
по специальности
26.02.01 Эксплуатация внутренних водных путей**

**квалификация
техник**

**г. Котлас
2025**

СОГЛАСОВАНА
Заместитель директора по учебно-методической работе филиала

Н.Е. Гладышева
29 05 20 25

УТВЕРЖДЕНА
Директор филиала

О.В. Шергина
30 05 20 25

ОДОБРЕНА
на заседании цикловой комиссии
судоводительских, механических и
электромеханических дисциплин
Протокол от 06.08.2025 № 10
Председатель  Н.В. Шестаков

РАЗРАБОТЧИК:

Анисимов Евгений Владимирович – преподаватель Котласского речного училища – структурного подразделения Котласского филиала ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова»

Рабочая программа учебной дисциплины «ОП.03 Электротехника и электроника» разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом среднего профессионального образования, утвержденным приказом Министерства просвещения Российской Федерации 23 ноября 2020 г. № 660 (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 3 февраля 2021 г. № 62349) по специальности 26.02.01 «Эксплуатация внутренних водных путей», профессиональным стандартом 17.078 «Командир земснаряда - механик», утвержденным приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 23 января 2019 г. № 33н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 19 февраля 2019 г., регистрационный № 53829), примерной основной образовательной программой № П-41 государственного реестра ПООП, с учётом Стратегии развития воспитания в Российской Федерации на период до 2025 года, примерной программы воспитания.

СОДЕРЖАНИЕ

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	4
2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	14
3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	19
4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	22

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ «ОП.03 ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА»

1.1. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы:

Учебная дисциплина «ОП.03 Электротехника и электроника» является обязательной частью общепрофессионального цикла ОП.00 программы подготовки специалистов среднего звена в соответствии с ФГОС СПО по специальности: 26.02.01 «Эксплуатация внутренних водных путей» укрупнённой группы специальностей: 26.00.00 «Техника и технологии кораблестроения и водного транспорта».

Особое значение дисциплина имеет при формировании и развитии общих компетенций (ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04, ОК 05, ОК 06, ОК 07, ОК 09), профессиональных компетенций (ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 1.3, ПК 2.1, ПК 2.2, ПК 2.3, ПК 3.1, ПК 3.2, ПК 4.2, ПК 4.3, ПК 4.4, ПК 4.5, ПК 4.6) в соответствии с ФГОС СПО и целевых ориентиров воспитания в соответствии с Программой воспитания.

1.2. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины:

В рамках программы учебной дисциплины обучающимися осваиваются умения и знания в соответствии с ФГОС и ПООП. Освоение содержания учебной дисциплины обеспечивает достижение обучающимися целевых ориентиров воспитания

Код и формулировка компетенции	Умения, знания	Целевые ориентиры воспитания
ОК 01 Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам	Умения: - производить измерения электрических величин; - включать электротехнические приборы, аппараты, машины, управлять ими и контролировать их эффективную и безопасную работу; - устранять отказы и повреждения электрооборудования.	Профессионально-трудовое воспитание Понимающий профессиональные идеалы и ценности, уважающий труд, результаты труда, трудовые достижения российского народа, трудовые и профессиональные достижения своих земляков, их вклад в развитие своего поселения, края, страны. Участвующий в социально значимой трудовой и профессиональной деятельности разного вида в семье, образовательной организации, на базах производственной практики, в своей местности.
ОК 02 Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности	Знания: - основные разделы электротехники и электроники; - электрические измерения и приборы; - микропроцессорные средства измерения.	Выражающий осознанную готовность к непрерывному образованию и самообразованию в выбранной сфере профессиональной деятельности. Понимающий специфику профессионально-трудовой деятельности, регулирования трудовых отношений, готовый учиться и трудиться в современном высокотехнологичном мире на благо государства и общества.
ОК 03 Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по		Ориентированный на осознанное освоение выбранной сферы профессиональной деятельности с учётом личных жизненных планов, потребностей своей семьи, государства и общества. Обладающий сформированными представлениями о значении и ценности выбранной профессии, проявляющий уважение к своей профессии и своему профессиональному сообществу, поддерживающий позитивный образ и престиж своей профессии в обществе. Разделяющий корпоративные ценности и миссию работодателя. Помогающий реализовывать стратегию компании на рынке труда. Обеспечивающий собственную деятельность и действия подчиненных при возникновении чрезвычайных ситуаций техногенного и природного характера. Демонстрирующий знания и умения в профессиональной деятельности, обеспечивающие безаварийную работу при исполнении должностных

правовой и финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях		обязанностей и сохранения здоровья и жизни членов экипажа.
ОК 04 Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде		Умеющий самостоятельно определять цели профессиональной деятельности и разрабатывать планы для их достижения, осуществлять, контролировать и корректировать профессиональную деятельность, использовать разрешенные законом все возможные ресурсы для достижения поставленных целей.
ОК 05 Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста		Умеющий эффективно взаимодействовать, продуктивно работать в составе экипажа судна (отряда, бригады, партии) с уважением относящийся к чужому труду. Ценности научного познания Деятельно выражающий познавательные интересы в разных предметных областях с учётом своих интересов, способностей, достижений, выбранного направления профессионального образования и подготовки. Обладающий представлением о современной научной картине мира, достижениях науки и техники, аргументированно выражающий понимание значения науки и технологий для развития российского общества и обеспечения его безопасности.
ОК 06 Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных российских духовно-нравственных ценностей, в том числе с учетом гармонизации межнациональных и межрелигиозных отношений, применять стандарты антикоррупционного поведения		Демонстрирующий навыки критического мышления, определения достоверности научной информации, в том числе в сфере профессиональной деятельности. Умеющий выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам. Использующий современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности. Развивающий и применяющий навыки наблюдения, накопления и систематизации фактов, осмысления опыта в естественнонаучной и гуманитарной областях познания, исследовательской и профессиональной деятельности. Проявляющий сознательное отношение к непрерывному образованию, как условию успешной профессиональной и общественной деятельности. Использующий современные средства поиска, анализа и доступности научной и практической информации и литературы, для успешного

ОК 07 Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства. эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях		выполнения задач профессиональной деятельности. Обладающий представлением о современных научных исследованиях, достижениях науки и техники, аргументированно выражающий понимание значения науки и нанотехнологий, для развития российской экономики. Используя новаторство в профессиональной деятельности.
ОК 09. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках		Гражданское воспитание Осознанно выражающий свою российскую гражданскую принадлежность (идентичность) в поликультурном, многонациональном и многоконфессиональном российском обществе, в мировом сообществе. Сознательное единство с народом России как источником власти и субъектом тысячелетней российской государственности, с Российским государством, ответственность за его развитие в настоящем и будущем на основе исторического просвещения, российского национального исторического сознания. Проявляющий гражданско-патриотическую позицию, готовность к защите Родины, способный аргументированно отстаивать суверенитет и достоинство народа России и Российского государства, сохранять и защищать историческую правду. Ориентированный на активное гражданское участие в социально-политических процессах на основе уважения закона и правопорядка, прав и свобод сограждан. Осознанно и деятельно выражающий неприятие любой дискриминации по социальным, национальным, расовым, религиозным признакам, проявлений экстремизма, терроризма, коррупции, антигосударственной деятельности. Обладающий опытом гражданской социально значимой деятельности (в студенческом самоуправлении, добровольческом движении, предпринимательской деятельности, экологических, военно-патриотических и др. объединениях, акциях, программах). Демонстрирующий готовность и способность вести диалог с другими людьми, достигать в нем взаимопонимания, находить общие цели и взаимодействовать для их достижения в профессиональной сфере. Проявляющий гражданское отношение к профессиональной деятельности,

		как возможности личного участия в решении общественных, государственных и общенациональных задач. Обладающий профессиональными качествами, необходимыми для дальнейшего развития водного транспорта во всех регионах Российской Федерации. Проявляющий сознательное отношение к государственной политике по дальнейшему многоцелевому развитию Арктики и Северного морского пути, а также новых территорий, включенных в состав России: Донецкой Народной Республики и Херсонской области, имеющих выход к Азовскому и Черному морям. Проявляющий гражданско-патриотическую позицию, готовность к защите Родины от внешних и внутренних посягательств, способный аргументированно отстаивать суверенитет и достоинство народов России и Российского государства, сохранять и защищать историческую правду. Патриотическое воспитание Осознающий свою национальную, этническую принадлежность, демонстрирующий приверженность к родной культуре, любовь к своему народу. Сознающий причастность к многонациональному народу Российской Федерации, Отечеству, общероссийскую идентичность. Проявляющий деятельное ценностное отношение к историческому и культурному наследию своего и других народов России, их традициям, праздникам. Проявляющий уважение к соотечественникам, проживающим за рубежом, поддерживающий их права, защиту их интересов в сохранении общероссийской идентичности. Знающий историческую правду своей великой Родины, историю подвига арктических морских конвоев в годы Второй мировой войны, огромного вклада военных и гражданских речников и моряков в Победу над фашистской Германией. Умеющий чтить и помнить подвиг советского народа в Великой Отечественной войне. Осознающий свою национальную, этническую принадлежность, демонстрирующий приверженность к родной культуре, флотским
--	--	--

		традициям, выбранной профессии и выполнению воинского долга. Выражающий готовность к защите рубежей Российской Федерации от внешних и внутренних посягательств, а также защите новых территорий, включенных в состав России, от военной угрозы, санкционного и экономического давления. Духовно-нравственное воспитание Проявляющий приверженность традиционным духовно-нравственным ценностям, культуре народов России с учётом мировоззренческого, национального, конфессионального самоопределения. Проявляющий уважение к жизни и достоинству каждого человека, свободе мировоззренческого выбора и самоопределения, к представителям различных этнических групп, традиционных религий народов России, их национальному достоинству и религиозным чувствам с учётом соблюдения конституционных прав и свобод всех граждан. Понимающий и деятельно выражающий понимание ценности межнационального, межрелигиозного согласия, способный вести диалог с людьми разных национальностей и вероисповеданий, находить общие цели и сотрудничать для их достижения. Ориентированный на создание устойчивой семьи на основе российских традиционных семейных ценностей, рождение и воспитание детей и принятие родительской ответственности. Обладающий сформированными представлениями о ценности и значении в отечественной и мировой культуре языков и литературы народов России. Владеющий навыками эффективной адаптации, нахождения нестандартных решений, работы в команде, самоорганизации и стрессоустойчивости. Владеющий навыками эффективной адаптации, нахождения нестандартных решений, без конфликтной работы в составе экипажа судна (отряда, бригады, партии), самоорганизации, взаимовыручки и стрессоустойчивости, доброжелательного отношения к коллегам. Демонстрирующий своим поведением уверенность в выполнении задач, поставленных бюджетным учреждением или компанией даже в самых сложных условиях. Умеющий чтить и преумножать давние флотские
--	--	--

		традиции, умеющий справляться с ленью, усталостью, унынием. Эстетическое воспитание Выражающий понимание ценности отечественного и мирового искусства, российского и мирового художественного наследия. Проявляющий восприимчивость к разным видам искусства, понимание эмоционального воздействия искусства, его влияния на душевное состояние и поведение людей, умеющий критически оценивать это влияние. Проявляющий понимание художественной культуры как средства коммуникации и самовыражения в современном обществе, значение нравственных норм, ценностей, традиций в искусстве. Ориентированный на осознанное творческое самовыражение, реализацию творческих способностей, на эстетическое обустройство собственного быта, профессиональной среды. Проявляющий ценностное отношение к культуре речи и культуре поведения в условиях работы в экипаже судна (отряде, бригаде, партии) и при личном общении со всеми членами экипажа судна (отряда, бригады, партии), независимо от служебного ранга. Умеющий осуществлять планирование своего досуга. Экологическое воспитание Демонстрирующий в поведении сформированность экологической культуры на основе понимания влияния социально-экономических процессов на природу, в том числе на глобальном уровне, ответственность за действия в природной среде. Выражающий деятельное неприятие действий, приносящих вред природе, содействующий сохранению и защите окружающей среды. Применяющий знания из общеобразовательных и профессиональных дисциплин для разумного, бережливого производства и природопользования, ресурсосбережения в быту, в профессиональной среде, общественном пространстве. Имеющий и развивающий опыт экологически направленной, природоохранной, ресурсосберегающей деятельности, в том числе в рамках выбранной специальности, способствующий его приобретению
--	--	---

		другими людьми. Принимающий основы экологической культуры, соответствующей современному уровню экологического мышления, применяющий опыт экологически ориентированной рефлексивно-оценочной и практической деятельности в жизненных ситуациях и профессиональной деятельности. Демонстрирующий понимание экологической ситуации и ответственность всего экипажа судна (отряда, бригады, партии) за действия в природной среде в особенности на водных пространствах и у береговой линии. Выражающий неприятие действий, приносящих вред биоресурсам, содействующий сохранению и защите окружающей водной среды, согласно федеральным и международным нормам.
ПК 1.1, Выполнять вахтенные производственные задания с соблюдением соответствующих технологий		-
ПК 1.2 Выполнять производственные операции		-
ПК 1.3 Пользоваться техническими инструкциями, наставлениями и технологическими картами		-
ПК 2.1 Управлять главными двигателями и механизмами, обеспечивать их		-

техническую эксплуатацию, содержание и ремонт в соответствии с правилами технической эксплуатации		
ПК 2.2 Осуществлять контроль выполнения национальных и международных требований по эксплуатации судна, судовых энергетических установок и вспомогательных механизмов		-
ПК 2.3 Осуществлять выбор оборудования, элементов и систем оборудования для замены в процессе эксплуатации		-
ПК 3.1 Осуществлять изыскания для обеспечения всех видов путевых и добычных работ		-
ПК 3.2 Иметь представление о русловых деформациях при проектировании путевых работ,		-

трассировать землечерпательные прорези и обеспечивать их устойчивость		
ПК 4.2 Применять средства по борьбе за живучесть судна		-
ПК 4.3 Организовывать и обеспечивать действия подчиненных членов экипажа судна при организации учебных пожарных тревог, предупреждения возникновения пожара и при тушении пожара		-
ПК 4.4 Организовывать и обеспечивать действия подчиненных членов экипажа судна при авариях		-
ПК 4.5 Оказывать доврачебную помощь пострадавшим		-
ПК 4.6 Организовывать и обеспечивать действия подчиненных членов экипажа судна при оставлении судна,		-

использовать спасательные шлюпки, спасательные плоты и иные спасательные средства		
---	--	--

2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**2.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы**

Вид учебной работы	Объем в часах
Объем образовательной программы учебной дисциплины	88
в т.ч. в форме практической подготовки	44
в т. ч.:	
теоретическое обучение	44
практические занятия	44
Промежуточная аттестация в форме дифференцированного зачета	

2.2. Тематический план и содержание учебной дисциплины

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала и формы организации деятельности обучающихся	Объем в часах	Коды компетенций, формированию которых способствует элемент программы
1	2	3	4
Раздел 1. Основные законы электротехники		48	ОК 01, ОК.05, ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 1.3, ПК 2.1, ПК 2.2, ПК 2.3, ПК 4.2
Тема 1.1. Характеристики и параметры электрических и магнитных полей	Содержание учебного материала	8	ОК.05, ПК 1.1, ПК 2.1
	1. Введение. Основные характеристики электрического поля. Основные понятия, термины и определения в электротехнике. 2. Закон Кулона. Проводники и диэлектрики в электрическом поле. 3. Основные свойства и характеристики магнитного поля. Закон Ампера. Индуктивность. Магнитные свойства вещества. Намагничивание. 4. Электромагнитная индукция. ЭДС самоиндукции. ЭДС проводника с током, движущегося в магнитном поле.	8	
Тема 1.2. Электрические цепи постоянного тока	Содержание учебного материала	10	ОК 01, ОК.05, ПК.1.3, ПК 2.3
	1. Основы расчета электрической цепи постоянного тока. Законы Ома и Кирхгофа. 2. Расчет электрических цепей произвольной конфигурации методами узловых и контурных уравнений, методом узловых потенциалов. 3. Элементы электрической цепи, их параметры и характеристики. Схемы замещения электрических цепей. 4. Электродвижущая сила (ЭДС). Электрическое сопротивление и проводимость. 5. Режимы работы электрической цепи. Соединения резисторов.	4	
	В том числе, практических занятий.	6	
	Практическое занятие № 1. Расчет простых цепей постоянного тока. Практическое занятие № 2. Сложные электрические цепи. Методы решения.	6	

Тема 1.3. Электрические цепи переменного тока	Содержание учебного материала	20	ОК 01, ПК 1.2, ПК 2.2
	1. Переменный ток, его период и частота. Фаза, начальная фаза, сдвиг фаз. Действующие значения тока, напряжения и ЭДС. 2. Цепь переменного тока. Закон Ома. Средняя активная и максимальная реактивная мощность. 3. Принцип получения трехфазной электродвижущей силы. 4. Схемы соединения трехфазных цепей. Назначение нулевого провода.	8	
	В том числе, практических занятий.	12	
	Практическое занятие № 3. Последовательное соединение активного, индуктивного и емкостного сопротивления. Расчет неразветвленной цепи переменного тока Практическое занятие № 4. Параллельное соединение активного, индуктивного и ёмкостного сопротивления. Построение векторных диаграмм. Практическое занятие № 5. Расчёт цепей переменного тока смешанного соединения по методу проводимостей. Практическое занятие № 6. Расчёт цепей смешанного соединения переменного тока с помощью векторных диаграмм. Практическое занятие № 7. Расчёт цепей трёхфазного переменного тока. Схема звезда. Практическое занятие № 8. Расчёт цепей трёхфазного переменного тока. Схема треугольник.	12	
Тема 1.4. Электрические измерения и приборы	Содержание учебного материала	10	ОК 01, ПК.1.2, ПК 2.2, ПК 4.2
	1. Основные понятия об измерениях. Погрешности измерений. 2. Классификация электроизмерительных приборов и их погрешности. Основные методы измерений электрических величин.	4	
	В том числе, практических занятий.	6	
	Практическое занятие № 9. Определение погрешности измерения. Практическое занятие № 10. Расчёт шунтов и добавочного сопротивления. Практическое занятие № 11. Измерения силы тока, напряжения, сопротивления, мощности.	6	
Раздел 2. Основы теории электрических машин, принципы работы типовых электрических устройств		16	ОК 01, ОК 03, ОК.05, ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 4.3, ПК 4.4
Тема 2.1.	Содержание учебного материала	6	ОК 01, ОК.05,

Трансформаторы	1. Однофазные и трехфазные трансформаторы, их назначение и устройство. Характеристики и режимы работы трансформатора, его КПД.	2	ПК 1.1, ПК 4.3
	В том числе, практических занятий.	4	
	Практическое занятие № 12. Расчет параметров трансформатора. Режимы работы однофазного трансформатора.	4	
Тема 2.2. Электрические машины постоянного и переменного тока	Содержание учебного материала	10	ОК 03, ПК 1.2, ПК 4.4
	1. Электрические машины. Их назначение. Классификация. Закон электромагнитной индукции. Закон Ленца. Принцип действия и устройство МПТ. Генератор.	6	
	В том числе, практических занятий.	4	
	Практическое занятие № 13. Исследование генератора постоянного тока. Практическое занятие № 14. Исследование электродвигателя постоянного тока.	4	
Раздел 3. Основы электроники. Электронные приборы		24	ОК 01, ОК.02, ОК 03, ОК 04, ОК.06, ОК 07, ОК.09, ПК 1.1, ПК 2.1, ПК 2.3, ПК 3.1, ПК 3.2, ПК 4.4, ПК 4.5, ПК 4.6
Тема 3.1. Физические основы электроники. Общие сведения о полупроводниковых приборах	Содержание учебного материала	8	ОК 04, ОК.06, ПК 3.1, ПК 4.4
	1. Свойства проводников, полупроводников, электроизоляционных, магнитных материалов. Физические процессы в полупроводниковых материалах. Свойства р-п переходов. Полупроводниковые диоды. Биполярные транзисторы. Полевые транзисторы. Тиристоры. Фотоэлектронные и специальные полупроводниковые приборы.	4	
	В том числе, практических занятий.	4	
	Практическое занятие № 15. Исследование полупроводникового диода. Практическое занятие № 16. Исследование полевого транзистора. Исследование биполярного транзистора.	4	
Тема 3.2. Электронная преобразовательная техника	Содержание учебного материала	6	ОК 07, ОК.09 , ПК 3.2, ПК 4.5
	1. Преобразование переменного тока в постоянный. Источники вторичного электропитания: назначение, основные блоки. Выпрямители: однофазные, трехфазные, коэффициент пульсации. Сглаживающие фильтры. Стабилизаторы напряжения:	2	

	компенсационные, импульсные.		
	В том числе, практических занятий.	4	
	Практическое занятие № 17. Исследование выпрямителя. Практическое занятие № 18. Исследование сглаживающего фильтра.	4	
Тема 3.3. Электронные усилители и генераторы	Содержание учебного материала	6	ОК 01, ОК.02, ПК 1.1, ПК 2.3, ПК 4.6
	1. Основные параметры и характеристики усилителя. Усиление напряжения, тока, мощности. Структура усилительных каскадов, работа усилителей на биполярных и полевых транзисторах. Дифференциальный и операционный усилители. 2. Автогенераторы гармонических колебаний. Генераторы релаксационных колебаний.	2	
	В том числе, практических занятий.	4	
	Практическое занятие № 19. Исследование работы усилителя. Практическое занятие № 20. Исследование генератора гармонических колебаний.	4	
Тема 3.4. Микропроцессорны е средства измерений	Содержание учебного материала	4	ОК 03, ОК.04, ПК 1.1, ПК 2.1
	1. Логические основы цифровой схемотехники. Электронные логические элементы. Структура микропроцессора. Применение микропроцессорной техники в средствах измерений и контроля электрических цепей. Дифференцированный зачет.	4	
Всего:		88	

3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Для реализации программы учебной дисциплины должны быть предусмотрены следующие специальные помещения:

Учебная аудитория: №207 Лаборатория «Физика». Кабинет «Электротехника и электроника. Общеобразовательные дисциплины», оснащённая:

- оборудованием: комплект учебной мебели (столы, стулья, доска);
- техническими средствами обучения: компьютер в сборе (системный блок (Intel Celeron 3 GHz, 1 Gb), монитор Philips 193 ЖК, клавиатура, мышь) - 1 шт., принтер лазерный HP 1102 - 1 шт., телевизор Samsung 20" ЭЛТ - 1 шт., локальная компьютерная сеть, кодоскоп; Аппарат проекционный универсальный с оптической скамьей ФОС-67; Видеофильмы; Микрокалькулятор; Плакаты; Кодограммы; Прибор для изучения газовых законов; Газовый термометр; Манометр; Термометр демонстрационный; Конденсационный гигрометр; Психрометр электронный; Насос Комовского; Весы с разновесом; Микрометр; Штангенциркуль; Набор гирь; Прибор для определения линейного расширения; Парообразователь; Электроплитка; Метр учебный; Амперметр; Вольтметр; Набор конденсаторов; Резистор (1,5-2 Ом); Выключатель двухполюсный; Набор проводов; Источник питания; Реохорд; Набор по электричеству; Прибор для определения температурного коэффициента линейного расширения; Набор химической посуды; Гальванометр демонстрационный; Вольтметр демонстрационный; Набор полупроводников; Ампервольтметр АВО; Пластика с параллельными гранями; Решетка дифракционная; Пробор для определения длины световой волны; Набор линз; Микроамперметр; Набор для изучения законов освещенности; Набор спектральных трубок; Выпрямитель высоковольтный; Выпрямитель (4 – 12В)

- лицензионным программным обеспечением:

Microsoft Windows XP Professional (контракт №323/08 от 22.12.2008 г. ИП Кабаков Е.Л.); Kaspersky Endpoint Security (контракт №311/2015 от 14.12.2015); Libre Office (текстовый редактор Writer, редактор таблиц Calc, редактор презентаций Impress и прочее) (распространяется свободно, лицензия GNU LGPL v3+, The Document Foundation); PDF-XChange Viewer (распространяется бесплатно, Freeware, лицензия EULA V1-7.x., Tracker Software Products Ltd); AIMP (распространяется бесплатно, Freeware для домашнего и коммерческого использования, Artem Izmaylov); XnView (распространяется бесплатно, Freeware для частного некоммерческого или образовательного использования, XnSoft); Media Player Classic - Home Cinema (распространяется свободно, лицензия GNU GPL, MPC-HC Team); Mozilla Firefox (распространяется свободно, лицензия Mozilla Public License и GNU GPL, Mozilla Corporation); 7-zip (распространяется свободно, лицензия GNU LGPL, правообладатель Igor Pavlov); Adobe Flash Player (распространяется свободно, лицензия ADOBE PCSLA, правообладатель Adobe Systems Inc.).

Учебная аудитория: № 220 Студия информационных ресурсов Лаборатория, кабинет «Информационные технологии в профессиональной деятельности». Кабинет «Иностранный язык (лингвистический). Общеобразовательные дисциплины», оснащённая:

- оборудованием: комплект учебной мебели (компьютерные и ученические столы, стулья, доска);

- техническими средствами обучения: компьютер в сборе (системный блок (Intel Celeron 2,5 GHz, 1 Gb), монитор Samsung 152v ЖК, клавиатура, мышь) – 15 шт., компьютер в сборе (системный блок (Intel Core 2 Duo 2,2 GHz, 1,5 Gb), монитор Benq ЖК, клавиатура, мышь) – 1 шт., мультимедийный проектор Benq – 1 шт., экран настенный – 1 шт., колонки – 1 шт., локальная компьютерная сеть, коммутатор – 1 шт, переносные наушники – 16шт.;

- лицензионным программным обеспечением: Microsoft Windows XP Professional (контракт №323/08 от 22.12.2008 г. ИП Кабаков Е.Л.); Kaspersky Endpoint Security (контракт №311/2015 от 14.12.2015); Libre Office (текстовый редактор Writer, редактор таблиц Calc, редактор презентаций Impress и прочее) (распространяется свободно, лицензия GNU LGPL v3+, The Document Foundation) – 16 ПК; Microsoft Office 2010 Professional Plus в составе

текстового редактора Word, редактора таблиц Excel, редактора презентаций Power Point, СУБД Access и прочее (Контракт №404/10 от 21.12.2010 г. ЗАО «СофтЛайн Трейд») – 1 ПК; PDF-XChange Viewer (распространяется бесплатно, Freeware, лицензия EULA V1-7.x., Tracker Software Products Ltd); AIMP (распространяется бесплатно, Freeware для домашнего и коммерческого использования, Artem Izmaylov); XnView (распространяется бесплатно, Freeware для частного некоммерческого или образовательного использования, XnSoft); Media Player Classic - Home Cinema (распространяется свободно, лицензия GNU GPL, MPC-HC Team); Mozilla Firefox (распространяется свободно, лицензия Mozilla Public License и GNU GPL, Mozilla Corporation); 7-zip (распространяется свободно, лицензия GNU LGPL, правообладатель Igor Pavlov); Adobe Flash Player (распространяется свободно, лицензия ADOBE PCSLA, правообладатель Adobe Systems Inc.).

Лаборатория № 102-а «Электроника и электротехника. Электронная техника», оснащенная необходимым для реализации программы учебной дисциплины оборудованием, приведенным в п. 6.1.2.1 программы подготовки специалистов среднего звена по специальности 26.02.01 «Эксплуатация внутренних водных путей».

3.2. Информационное обеспечение реализации программы

Для реализации программы в библиотечном фонде имеются электронные образовательные и информационные ресурсы, в том числе рекомендованные ФУМО, для использования в образовательном процессе. При формировании библиотечного фонда учтены издания, предусмотренные примерной основной образовательной программой по специальности 26.02.01 «Эксплуатация внутренних водных путей».

3.2.1. Основные электронные издания

1. Миленина, С. А. Электротехника, электроника и схемотехника: учебник и практикум для среднего профессионального образования / С. А. Миленина, Н. К. Миленин ; под редакцией Н. К. Миленина. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 406 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-04676-2. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/469606>

2. Алиев, И. И. Электротехника и электрооборудование в 3 ч. Часть 1 : учебное пособие для среднего профессионального образования / И. И. Алиев. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 374 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-04339-6. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/472681>

3.2.2. Дополнительные источники

1. Кузовкин, В. А. Электротехника и электроника : учебник для среднего профессионального образования / В. А. Кузовкин, В. В. Филатов. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 431 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-07727-8. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/470002>

3.3. Организация образовательного процесса

3.3.1. Требования к условиям проведения учебных занятий

Учебная дисциплина с целью обеспечения доступности образования, повышения его качества при необходимости может быть реализована с применением технологий дистанционного, электронного и смешанного обучения.

Электронное обучение и дистанционные образовательные технологии используются для:

- организации самостоятельной работы обучающихся (предоставление материалов в электронной форме для самоподготовки; обеспечение подготовки к практическим и лабораторным занятиям, организация возможности самотестирования и др.);
- проведения консультаций с использованием различных средств онлайн-взаимодействия (например, вебинаров, форумов, чатов) в электронно-информационной образовательной среде Котласского филиала ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала С.О.

Макарова» и с применением других платформ и сервисов для организации онлайн-обучения;

- организации текущего и промежуточного контроля обучающихся и др.

Смешанное обучение реализуется посредством:

- организации сочетания аудиторной работы с работой в электронно-информационной образовательной среде Котласского филиала ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова» и с применением других платформ и сервисов для организации онлайн-обучения;

- регулярного взаимодействия преподавателя с обучающимися с использованием технологий электронного и дистанционного обучения;

- организации групповой учебной деятельности обучающихся в электронно-информационной образовательной среде Котласского филиала ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова» или с применением других платформ и сервисов для организации онлайн-обучения.

Основными средствами, используемыми для реализации данных технологий, являются: системы дистанционного обучения, системы организации видеоконференций, электронно-библиотечные системы, образовательные сайты и порталы, социальные сети и мессенджеры и т.д.

3.3.2. Требования к условиям консультационной помощи обучающимся

Формы проведения консультаций: групповые и индивидуальные.

3.3.3. Требования к условиям организации внеаудиторной деятельности обучающихся

Реализация учебной дисциплины обеспечивается доступом каждого обучающегося к электронно-информационной образовательной среде Котласского филиала ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова» и библиотечному фонду, укомплектованному электронными учебными изданиями.

Во время самостоятельной подготовки обучающиеся обеспечиваются доступом к сети Интернет.

Доступ к электронно-информационной образовательной среде Котласского филиала ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова» и библиотечному фонду, возможен с любого компьютера, подключённого к сети Интернет. Для доступа к указанным ресурсам на территории Котласского филиала ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова» обучающиеся могут бесплатно воспользоваться компьютерами, установленными в библиотеке или компьютерными классами (во внеучебное время).

3.4. Кадровое обеспечение образовательного процесса

Квалификация педагогических работников Котласского филиала ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова», участвующих в реализации образовательной программы, а также лиц, привлекаемых к реализации образовательной программы на других условиях, в том числе из числа руководителей и работников Котласского филиала ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова» и иных организаций, должна отвечать квалификационным требованиям, указанным в квалификационных справочниках, и в профессиональном стандарте 17.078 «Командир земснаряда - механик».

Педагогические работники, привлекаемые к реализации программы, должны получать дополнительное профессиональное образование по программам повышения квалификации не реже 1 раза в 3 года.

4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Результаты обучения	Критерии оценки	Методы оценки
Знать: – основные разделы электротехники и электроники; – электрические измерения и приборы; – микропроцессорные средства измерения	- демонстрация знаний по основным разделам электротехники и электроники; - знания особенностей по электрическим и микропроцессорным средствам измерения	Текущий контроль в форме экспертного наблюдения и оценки результатов достижения компетенции на учебных занятиях. Промежуточная аттестация в форме: дифференцированный зачёт
Уметь: – производить измерения электрических величин; – включать электротехнические приборы, аппараты, машины, управлять ими и контролировать их эффективную и безопасную работу; – устранять отказы и повреждения электрооборудования	- умение определять и измерять электрические величины; - демонстрация умения пользования электротехническими приборами, аппаратами, машинами; - умение в устранении отказов и повреждения электрооборудования	



**Федеральное агентство морского и речного транспорта
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования**

**«Государственный университет морского и речного флота
имени адмирала С.О. Макарова»**

Котласский филиал ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова»

**КОМПЛЕКТ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
«ОП.03. ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА»**

**ПРОГРАММЫ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ СРЕДНЕГО ЗВЕНА
по специальности**

26.02.01 Эксплуатация внутренних водных путей

**квалификация
техник**

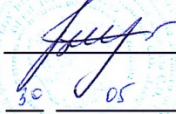
СОГЛАСОВАНА

Заместитель директора по учебно-методической работе филиала


 _____ Н.Е. Гладышева
 19 05 20 25

УТВЕРЖДЕНА

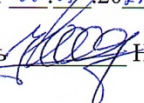
Директор филиала



 _____ О.В. Шергина
 30 05 20 25

ОДОБРЕНА

на заседании цикловой комиссии
судоводительских, механических и
электромеханических дисциплин

Протокол от 06.05.2025 № 10


 _____ Н.В. Шестаков

СОГЛАСОВАНА

Начальник отдела пути и картографии ФБУ
«Администрация Двинско-Печорского
бассейна внутренних водных путей»

 _____ Д.А. Быков
 19 05 20 25
РАЗРАБОТЧИКИ:

Анисимов Евгений Владимирович – преподаватель Котласского речного училища – структурного подразделения Котласского филиала ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова»

Комплект контрольно-оценочных средств по учебной дисциплины «ОП.03 Электротехника и электроника» разработан в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом среднего профессионального образования, утвержденным приказом Министерства просвещения Российской Федерации от 23 ноября 2020 г. № 660 (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 3 февраля 2021 г. № 62349) по специальности 26.02.01 «Эксплуатация внутренних водных путей», профессиональным стандартом 17.078 «Командир земснаряда - механик», утвержденным приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 23 января 2019 г. № 33н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 19 февраля 2019 г., регистрационный № 53829), рабочей программой учебной дисциплины.

СОДЕРЖАНИЕ		стр.
1. ПАСПОРТ КОМПЛЕКТА КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ		26
2. КОДИФИКАТОР ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ		26
3. СИСТЕМА ОЦЕНКИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ДОСТИЖЕНИЙ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО КАЖДОМУ ОЦЕНОЧНОМУ СРЕДСТВУ		27
4. БАНК КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ УСВОЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ		28

1. ПАСПОРТ КОМПЛЕКТА КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ «ОП.03 ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА»

1.1. Область применения контрольно-оценочных средств

Контрольно-оценочные средства (КОС) являются частью нормативно-методического обеспечения системы оценивания качества освоения обучающимися программы подготовки специалистов среднего звена по специальности 26.02.01 «Эксплуатация внутренних водных путей» и обеспечивают повышение качества образовательного процесса.

КОС по учебной дисциплине представляет собой совокупность контролирующих материалов, предназначенных для измерения уровня достижения обучающимися установленных результатов обучения.

КОС по учебной дисциплине используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в виде дифференцированного зачёта.

1.2. Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке

Код ОК, ПК	Умения	Знания
ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04, ОК 05, ОК 06, ОК 07, ОК 09, ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 1.3, ПК 2.1, ПК 2.2, ПК 2.3, ПК 3.1, ПК 3.2, ПК 4.2, ПК 4.3, ПК 4.4, ПК 4.5, ПК 4.6	У1 - производить измерения электрических величин; У2 - включать электротехнические приборы, аппараты, машины, управлять ими и контролировать их эффективную и безопасную работу; У3 - устранять отказы и повреждения электрооборудования.	З1 - основные разделы электротехники и электроники; З2 - электрические измерения и приборы; З3 - микропроцессорные средства измерения.

Освоение содержания учебной дисциплины обеспечивает достижение обучающимися целевых ориентиров воспитания в соответствии с Программой воспитания.

2. КОДИФИКАТОР ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Функциональный признак оценочного средства (тип контрольного задания)	Метод/форма контроля
Собеседование	Устный опрос, дифференцированный зачет
Задания для самостоятельной работы	Письменная проверка
Практическое задание	Практические занятия, дифференцированный зачёт

3. СИСТЕМА ОЦЕНКИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ДОСТИЖЕНИЙ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО КАЖДОМУ ОЦЕНОЧНОМУ СРЕДСТВУ

Оценка индивидуальных образовательных достижений по результатам текущего контроля и промежуточной аттестации производится в соответствии с универсальной шкалой (таблица)

Процент результативности (правильных ответов)	Качественная оценка индивидуальных образовательных достижений	
	балл (отметка)	вербальный аналог
90-100	5	отлично
80-89	4	хорошо
70-79	3	удовлетворительно
менее 70	2	неудовлетворительно

Критерии оценки ответов в ходе устного опроса

Оценивается правильность ответа обучающегося на один из приведённых вопросов. При этом выставляются следующие оценки:

«Отлично» выставляется при соблюдении обучающимся следующих условий:

- полно раскрыл содержание материала в объёме, предусмотренном программой, содержанием лекции и учебником;
- изложил материал грамотным языком в определенной логической последовательности, точно используя специализированную терминологию и символику;
- показал умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами, применять их в новой ситуации при выполнении практического задания;
- продемонстрировал усвоение ранее изученных сопутствующих вопросов, сформированность и устойчивость используемых при ответе умений и навыков;
- отвечал самостоятельно без наводящих вопросов преподавателя.

Примечание: для получения отметки «отлично» возможны одна-две неточности при освещении второстепенных вопросов или в выкладках, которые обучающийся легко исправил по замечанию преподавателя.

«Хорошо» - ответ обучающегося в основном удовлетворяет требованиям на оценку «отлично», но при этом имеет один из недостатков:

- в изложении допущены небольшие пробелы, не исказившие логического и информационного содержания ответа;
- допущены один-два недочёта при освещении основного содержания ответа, исправленные по замечанию преподавателя;
- допущены ошибка или более двух недочётов при освещении второстепенных вопросов или в выкладках, легко исправленные по замечанию преподавателя.

«Удовлетворительно» выставляется при соблюдении следующих условий:

- неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения программного материала, имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии и выкладках, исправленные после нескольких наводящих вопросов преподавателя;
- обучающийся не справился с применением теории в новой ситуации при выполнении практического задания, но выполнил задания обязательного уровня сложности по данной теме;
- при знании теоретического материала выявлена недостаточная сформированность основных умений и навыков.

«Неудовлетворительно» выставляется при соблюдении следующих условий:

- не раскрыто основное содержание учебного материала;

– обнаружено незнание или непонимание обучающимся большей или наиболее важной части учебного материала;

– допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии и иных выкладках, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов преподавателя;

– обучающийся обнаружил полное незнание и непонимание изучаемого учебного материала или не смог ответить ни на один из поставленных вопросов по изучаемому материалу.

Критерии оценки выполненного практического задания/ письменной проверки

Оценка 5 ставится за работу, выполненную полностью без ошибок и недочётов.

Оценка 4 ставится за работу, выполненную полностью, но при наличии в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочёта, не более трёх недочётов.

Оценка 3 ставится, если обучающийся правильно выполнил не менее 2/3 всей работы или допустил не более одной грубой ошибки и двух недочётов, не более одной грубой и одной не грубой ошибки, не более трёх негрубых ошибок, одной негрубой ошибки и трёх недочётов, при наличии четырёх-пяти недочётов.

Оценка 2 ставится, если число ошибок и недочётов превысило норму для оценки 3 или правильно выполнено менее 2/3 всей работы.

Оценка 1 ставится, если обучающийся совсем не выполнил ни одного задания.

Критерии оценки в ходе дифференцированного зачета

Ответ оценивается на «отлично», если обучающийся исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно излагает материал по вопросам, не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с решением практических задач и способен обосновать принятые решения, не допускает ошибок.

Ответ оценивается на «хорошо», если обучающийся твердо знает программный материал, грамотно и по существу его излагает, не допускает существенных неточностей при ответах, умеет грамотно применять теоретические знания на практике, а также владеет необходимыми навыками решения практических задач.

Ответ оценивается на «удовлетворительно», если обучающийся освоил только основной материал, однако не знает отдельных деталей, допускает неточности и некорректные формулировки, нарушает последовательность в изложении материала и испытывает затруднения при выполнении практических заданий.

Ответ оценивается на «неудовлетворительно», если обучающийся не раскрыл основное содержание материала, допускает существенные ошибки, с большими затруднениями выполняет практические задания.

4. БАНК КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ УСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

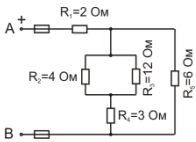
4.1 Текущий контроль

4.1.1. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

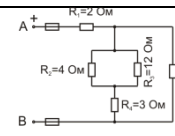
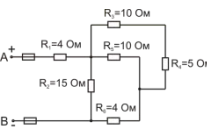
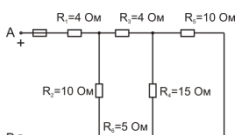
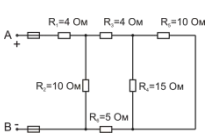
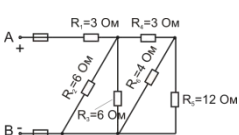
Комплект оценочных заданий № 1 по Разделу 1. «Основные законы электротехники», Тема 1.2. «Электрические цепи постоянного тока» (Аудиторная самостоятельная работа).

Наименование: Расчет простых цепей постоянного тока.

Задание: решить задачу. Вариант указывается преподавателем (см. таблицу вариантов).

1	Рассчитать простую электрическую цепь постоянного тока. Определить токи в ветвях электрической цепи, напряжения и мощности на каждом элементе и общую мощность цепи, если $I_1 = 20\text{A}$. Составить баланс мощностей	
	Рассчитать простую электрическую цепь	

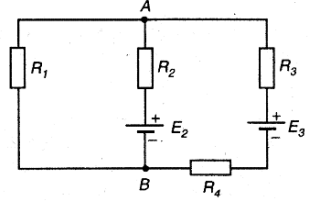
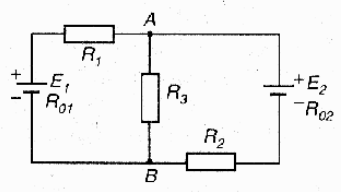
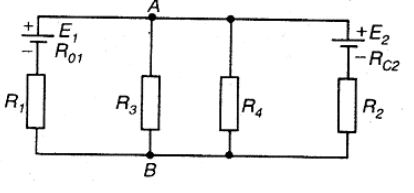
2	постоянного тока. Определить токи в ветвях электрической цепи, напряжения и мощности на каждом элементе и общую мощность цепи, если $U_5 = 18\text{В}$. Составить баланс мощностей	
3	Рассчитать простую электрическую цепь постоянного тока. Определить токи в ветвях электрической цепи, напряжения и мощности на каждом элементе и общую мощность цепи, если $U_3 = 24\text{В}$. Составить баланс мощностей	
4	Рассчитать простую электрическую цепь постоянного тока. Определить токи в ветвях электрической цепи, напряжения и мощности на каждом элементе и общую мощность цепи, если $I_5 = 6\text{А}$. Составить баланс мощностей	
5	Рассчитать простую электрическую цепь постоянного тока. Определить токи в ветвях электрической цепи, напряжения и мощности на каждом элементе и общую мощность цепи, если $U_6 = 12\text{В}$. Составить баланс мощностей	
6	Рассчитать простую электрическую цепь постоянного тока. Определить токи в ветвях электрической цепи, напряжения и мощности на каждом элементе и общую мощность цепи, если $U_2 = 30\text{В}$. Составить баланс мощностей	
7	Рассчитать простую электрическую цепь постоянного тока. Определить токи в ветвях электрической цепи, напряжения и мощности на каждом элементе и общую мощность цепи, если $I_6 = 3\text{А}$. Составить баланс мощностей	
8	Рассчитать простую электрическую цепь постоянного тока. Определить токи в ветвях электрической цепи, напряжения и мощности на каждом элементе и общую мощность цепи, если $I_5 = 2\text{А}$. Составить баланс мощностей	
9	Рассчитать простую электрическую цепь постоянного тока. Определить токи в ветвях электрической цепи, напряжения и мощности на каждом элементе и общую мощность цепи, если $U_3 = 120\text{В}$. Составить баланс мощностей	
10	Рассчитать простую электрическую цепь постоянного тока. Определить токи в ветвях электрической цепи, напряжения и мощности на каждом элементе и общую мощность цепи, если $I_3 = 6\text{А}$. Составить баланс мощностей	
	Рассчитать простую электрическую цепь	

11	постоянного тока. Определить токи в ветвях электрической цепи, напряжения и мощности на каждом элементе и общую мощность цепи, если $U_5 = 30\text{В}$. Составить баланс мощностей	
12	Рассчитать простую электрическую цепь постоянного тока. Определить токи в ветвях электрической цепи, напряжения и мощности на каждом элементе и общую мощность цепи, если $I_2 = 2\text{А}$. Составить баланс мощностей	
13	Рассчитать простую электрическую цепь постоянного тока. Определить токи в ветвях электрической цепи, напряжения и мощности на каждом элементе и общую мощность цепи, если $I_6 = 4\text{А}$. Составить баланс мощностей	
14	Рассчитать простую электрическую цепь постоянного тока. Определить токи в ветвях электрической цепи, напряжения и мощности на каждом элементе и общую мощность цепи, если $U_4 = 48\text{В}$. Составить баланс мощностей	
15	Рассчитать простую электрическую цепь постоянного тока. Определить токи в ветвях электрической цепи, напряжения и мощности на каждом элементе и общую мощность цепи, если $I_6 = 3\text{А}$. Составить баланс мощностей	

Комплект оценочных заданий № 2 по Разделу 1. «Основные законы электротехники», Тема 1.2. «Электрические цепи постоянного тока» (Аудиторная самостоятельная работа).

Наименование: Сложные электрические цепи. Методы решения.

Задание: решить задачу. Вариант указывается преподавателем (см. таблицу вариантов).

1	Рассчитать сложную электрическую цепь постоянного тока любым методом. Определить токи в ветвях электрической цепи, если $E_2 = 60\text{В}$, $R_{01} = 1\text{ Ом}$, $E_3 = 120\text{В}$, $R_{03} = 0,5\text{ Ом}$, $R_1 = 3\text{ Ом}$, $R_2 = 3,5\text{ Ом}$, $R_3 = 4\text{ Ом}$, $R_4 = 4\text{ Ом}$. Составить баланс мощностей	
2	Рассчитать сложную электрическую цепь постоянного тока любым методом. Определить токи в ветвях электрической цепи, если $E_1 = 100\text{В}$, $R_{01} = 0,6\text{ Ом}$, $E_2 = 20\text{В}$, $R_{02} = 1\text{ Ом}$, $R_1 = 3,4\text{ Ом}$, $R_2 = 4\text{ Ом}$, $R_3 = 4\text{ Ом}$. Составить баланс мощностей	
3	Рассчитать сложную электрическую цепь постоянного тока любым методом. Определить токи в ветвях электрической цепи, если $E_1 = 80\text{В}$, $R_{01} = 1\text{ Ом}$, $E_2 = 150\text{В}$, $R_{02} = 0,4\text{ Ом}$, $R_1 = 4\text{ Ом}$, $R_2 = 4,6\text{ Ом}$, $R_3 = 4\text{ Ом}$, $R_4 = 4\text{ Ом}$. Составить баланс мощностей	
	Рассчитать сложную электрическую цепь	

4	постоянного тока любым методом. Определить токи в ветвях электрической цепи, если $E_1 = 60\text{В}$, $R_{01} = 2\text{ Ом}$, $E_2 = 100\text{В}$, $R_{02} = 4\text{ Ом}$, $R_1 = 4\text{ Ом}$, $R_2 = 4\text{ Ом}$, $R_3 = 4\text{ Ом}$, $R_4 = 4\text{ Ом}$. Составить баланс мощностей	
5	Рассчитать сложную электрическую цепь постоянного тока любым методом. Определить токи в ветвях электрической цепи, если $E_1 = 100\text{В}$, $R_{01} = 2\text{ Ом}$, $E_2 = 200\text{В}$, $R_{02} = 1\text{ Ом}$, $R_1 = 4\text{ Ом}$, $R_2 = 4\text{ Ом}$, $R_3 = 4\text{ Ом}$, $R_4 = 4\text{ Ом}$, $R_5 = 2\text{ Ом}$. Составить баланс мощностей	
6	Рассчитать сложную электрическую цепь постоянного тока любым методом. Определить токи в ветвях электрической цепи, если $E_1 = 60\text{В}$, $R_{01} = 1\text{ Ом}$, $E_2 = 140\text{В}$, $R_{02} = 1\text{ Ом}$, $R_1 = 4\text{ Ом}$, $R_2 = 6\text{ Ом}$, $R_3 = 5\text{ Ом}$, $R_4 = 3\text{ Ом}$. Составить баланс мощностей	
7	Рассчитать сложную электрическую цепь постоянного тока любым методом. Определить токи в ветвях электрической цепи, если $E_1 = 150\text{В}$, $R_{01} = 2\text{ Ом}$, $E_2 = 60\text{В}$, $R_{02} = 4\text{ Ом}$, $R_1 = 8\text{ Ом}$, $R_2 = 3\text{ Ом}$, $R_3 = 5\text{ Ом}$, $R_4 = 4\text{ Ом}$. Составить баланс мощностей	
8	Рассчитать сложную электрическую цепь постоянного тока любым методом. Определить токи в ветвях электрической цепи, если $E_1 = 80\text{В}$, $R_{01} = 1\text{ Ом}$, $E_2 = 160\text{В}$, $R_{02} = 2\text{ Ом}$, $R_1 = 6\text{ Ом}$, $R_2 = 2\text{ Ом}$, $R_3 = 10\text{ Ом}$, $R_4 = 5\text{ Ом}$. Составить баланс мощностей	
9	Рассчитать сложную электрическую цепь постоянного тока любым методом. Определить токи в ветвях электрической цепи, если $E_1 = 60\text{В}$, $R_{01} = 1\text{ Ом}$, $E_2 = 100\text{В}$, $R_{02} = 0,5\text{ Ом}$, $R_1 = 8\text{ Ом}$, $R_2 = 3,5\text{ Ом}$, $R_3 = 6\text{ Ом}$, $R_4 = 12\text{ Ом}$. Составить баланс мощностей	
10	Рассчитать сложную электрическую цепь постоянного тока любым методом. Определить токи в ветвях электрической цепи, если $E_1 = 40\text{В}$, $R_{01} = 2\text{ Ом}$, $E_2 = 160\text{В}$, $R_{02} = 1\text{ Ом}$, $R_1 = 8\text{ Ом}$, $R_2 = 3\text{ Ом}$, $R_3 = 12\text{ Ом}$, $R_4 = 8\text{ Ом}$. Составить баланс мощностей	

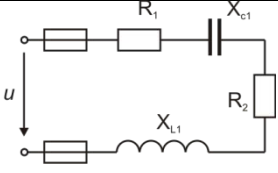
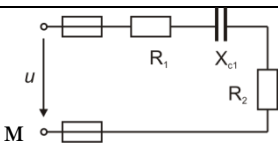
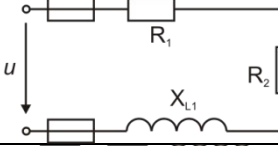
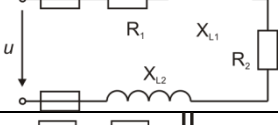
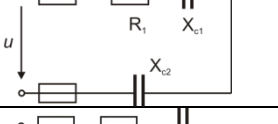
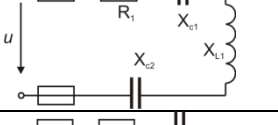
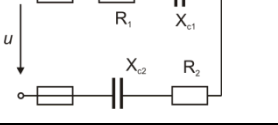
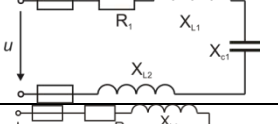
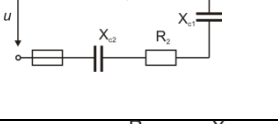
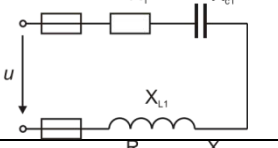
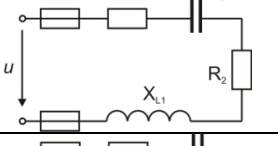
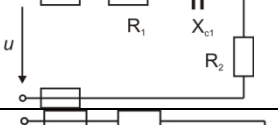
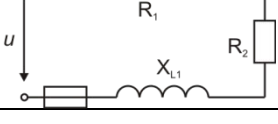
11	Рассчитать сложную электрическую цепь постоянного тока любым методом. Определить токи в ветвях электрической цепи, если $E_2 = 90\text{В}$, $R_{02} = 1\text{ Ом}$, $E_3 = 60\text{В}$, $R_{03} = 0,4\text{ Ом}$, $R_1 = 8\text{ Ом}$, $R_2 = 6\text{ Ом}$, $R_3 = 5,6\text{ Ом}$, $R_4 = 14\text{ Ом}$. Составить баланс мощностей	
12	Рассчитать сложную электрическую цепь постоянного тока любым методом. Определить токи в ветвях электрической цепи, если $E_1 = 100\text{В}$, $R_{01} = 2,5\text{ Ом}$, $E_2 = 160\text{В}$, $R_{02} = 1\text{ Ом}$, $R_1 = 7,5\text{ Ом}$, $R_2 = 6\text{ Ом}$, $R_3 = 5\text{ Ом}$. Составить баланс мощностей	
13	Рассчитать сложную электрическую цепь постоянного тока любым методом. Определить токи в ветвях электрической цепи, если $E_1 = 120\text{В}$, $R_{01} = 1\text{ Ом}$, $E_2 = 60\text{В}$, $R_{02} = 0,8\text{ Ом}$, $R_1 = 9\text{ Ом}$, $R_2 = 3,2\text{ Ом}$, $R_3 = 6\text{ Ом}$, $R_4 = 3\text{ Ом}$. Составить баланс мощностей	
14	Рассчитать сложную электрическую цепь постоянного тока любым методом. Определить токи в ветвях электрической цепи, если $E_1 = 60\text{В}$, $R_{01} = 0,2\text{ Ом}$, $E_2 = 80\text{В}$, $R_{02} = 0,4\text{ Ом}$, $R_1 = 9,8\text{ Ом}$, $R_2 = 3,6\text{ Ом}$, $R_3 = 8\text{ Ом}$, $R_4 = 6\text{ Ом}$. Составить баланс мощностей	
15	Рассчитать сложную электрическую цепь постоянного тока любым методом. Определить токи в ветвях электрической цепи, если $E_1 = 110\text{В}$, $R_{01} = 2\text{ Ом}$, $E_2 = 120\text{В}$, $R_{02} = 4\text{ Ом}$, $R_1 = 8\text{ Ом}$, $R_2 = 6\text{ Ом}$, $R_3 = 10\text{ Ом}$, $R_4 = 4\text{ Ом}$, $R_5 = 8\text{ Ом}$. Составить баланс мощностей	

Комплект оценочных заданий № 3 по Разделу 1. «Основные законы электротехники», Тема 1.3. «Электрические цепи переменного тока» (Аудиторная самостоятельная работа).

Наименование: Последовательное соединение активного, индуктивного и емкостного сопротивления. Расчет неразветвленной цепи переменного тока.

Задание: решить задачу. Вариант указывается преподавателем (см. таблицу вариантов). В каждой задаче определить полное сопротивление Z , напряжение U , приложенное к цепи, ток I , угол сдвига фаз φ (по величине и знаку); активную P , реактивную Q и полную S мощности цепи. Начертить в масштабе векторную диаграмму цепи. Напряжение, приложенное к цепи, считать неизменным.

1	Рассчитать неразветвленную электрическую цепь переменного тока: $R_1 = 4\text{ Ом}$, $X_{L1} = 6\text{ Ом}$, $X_{C1} = 3\text{ Ом}$, $Q_{L1} = 150\text{ ВАР}$	
---	---	--

2	Рассчитать неразветвленную электрическую цепь переменного тока: $R_1 = 4 \text{ Ом}$, $R_2 = 2 \text{ Ом}$, $X_{L1} = 12 \text{ Ом}$, $X_{C1} = 4 \text{ Ом}$, $P = 24 \text{ Вт}$.	
3	Рассчитать неразветвленную электрическую цепь переменного тока: $R_1 = 10 \text{ Ом}$, $R_2 = 6 \text{ Ом}$, $X_{C1} = 12 \text{ Ом}$, $I = 5 \text{ А}$.	
4	Рассчитать неразветвленную электрическую цепь переменного тока: $R_1 = 6 \text{ Ом}$, $R_2 = 2 \text{ Ом}$, $X_{L1} = 6 \text{ Ом}$, $P_{R1} = 150 \text{ Вт}$.	
5	Рассчитать неразветвленную электрическую цепь переменного тока: $R_1 = 4 \text{ Ом}$, $R_2 = 4 \text{ Ом}$, $X_{L1} = 3 \text{ Ом}$, $X_{L2} = 3 \text{ Ом}$, $S = 360 \text{ ВА}$.	
6	Рассчитать неразветвленную электрическую цепь переменного тока: $R_1 = 3 \text{ Ом}$, $X_{C1} = 2 \text{ Ом}$, $X_{C2} = 2 \text{ Ом}$, $I = 4 \text{ А}$.	
7	Рассчитать неразветвленную электрическую цепь переменного тока: $R_1 = 8 \text{ Ом}$, $X_{L1} = 12 \text{ Ом}$, $X_{C1} = 4 \text{ Ом}$, $X_{C2} = 2 \text{ Ом}$, $P = 200 \text{ Вт}$.	
8	Рассчитать неразветвленную электрическую цепь переменного тока: $R_1 = 10 \text{ Ом}$, $R_2 = 6 \text{ Ом}$, $X_{C1} = 8 \text{ Ом}$, $X_{C2} = 4 \text{ Ом}$, $I = 2 \text{ А}$.	
9	Рассчитать неразветвленную электрическую цепь переменного тока: $R_1 = 6 \text{ Ом}$, $X_{L1} = 8 \text{ Ом}$, $X_{L2} = 4 \text{ Ом}$, $X_{C1} = 4 \text{ Ом}$, $P = 54 \text{ Вт}$.	
10	Рассчитать неразветвленную электрическую цепь переменного тока: $R_1 = 2 \text{ Ом}$, $R_2 = 2 \text{ Ом}$, $X_{L1} = 5 \text{ Ом}$, $X_{C1} = 6 \text{ Ом}$, $X_{C2} = 2 \text{ Ом}$, $Q = -192 \text{ ВАр}$.	
11	Рассчитать неразветвленную электрическую цепь переменного тока: $R_1 = 6 \text{ Ом}$, $X_{L1} = 10 \text{ Ом}$, $X_{C1} = 2 \text{ Ом}$, $I = 5 \text{ А}$.	
12	Рассчитать неразветвленную электрическую цепь переменного тока: $R_1 = 4 \text{ Ом}$, $R_2 = 4 \text{ Ом}$, $X_{L1} = 4 \text{ Ом}$, $X_{C1} = 10 \text{ Ом}$, $I = 4 \text{ А}$.	
13	Рассчитать неразветвленную электрическую цепь переменного тока: $R_1 = 4 \text{ Ом}$, $R_2 = 2 \text{ Ом}$, $X_{C1} = 8 \text{ Ом}$, $U_{R1} = 20 \text{ В}$.	
14	Рассчитать неразветвленную электрическую цепь переменного тока: $R_1 = 8 \text{ Ом}$, $R_2 = 4 \text{ Ом}$, $X_{L1} = 16 \text{ Ом}$, $S = 320 \text{ ВА}$.	

15	Рассчитать неразветвленную электрическую цепь переменного тока: $R_1 = 6 \text{ Ом}$, $R_2 = 10 \text{ Ом}$, $X_{L1} = 8 \text{ Ом}$, $X_{L2} = 4 \text{ Ом}$, $P = 400 \text{ Вт}$.	
----	---	--

Комплект оценочных заданий № 4 по Разделу 1. «Основные законы электротехники», Тема 1.3. «Электрические цепи переменного тока» (Аудиторная самостоятельная работа).

Наименование: Параллельное соединение активного, индуктивного и ёмкостного сопротивления. Построение векторных диаграмм.

Задание: решить задачу. Вариант указывается преподавателем (см. таблицу вариантов). В каждом варианте определить токи I_1 и I_2 в обеих ветвях; ток I в неразветвленной части цепи; напряжение U , приложенное к цепи. Построить векторную диаграмму цепи. Напряжение, приложенное к цепи, считать неизменным.

1	Рассчитать разветвленную электрическую цепь переменного тока: $R_1 = 5 \text{ Ом}$, $R_2 = 3 \text{ Ом}$, $X_{L2} = 4 \text{ Ом}$, $Q = 64 \text{ ВАр}$	
2	Рассчитать разветвленную электрическую цепь переменного тока: $R_1 = 2 \text{ Ом}$, $R_2 = 3 \text{ Ом}$, $X_{C2} = 4 \text{ Ом}$, $I_1 = 5 \text{ А}$	
3	Рассчитать разветвленную электрическую цепь переменного тока: $R_1 = 4 \text{ Ом}$, $X_{C2} = 5 \text{ Ом}$, $I_1 = 5 \text{ А}$	
4	Рассчитать разветвленную электрическую цепь переменного тока: $R_1 = 6 \text{ Ом}$, $R_2 = 3 \text{ Ом}$, $X_{L1} = 8 \text{ Ом}$, $X_{L2} = 4 \text{ Ом}$, $P_2 = 300 \text{ Вт}$.	
5	Рассчитать разветвленную электрическую цепь переменного тока: $R_1 = 16 \text{ Ом}$, $X_{L1} = 12 \text{ Ом}$, $X_{C2} = 10 \text{ Ом}$, $P = 256 \text{ Вт}$	
6	Рассчитать разветвленную электрическую цепь переменного тока: $R_1 = 12 \text{ Ом}$, $R_2 = 8 \text{ Ом}$, $X_{L2} = 10 \text{ Ом}$, $X_{C1} = 16 \text{ Ом}$, $Q_{L2} = 250 \text{ ВАр}$.	
7	Рассчитать разветвленную электрическую цепь переменного тока: $R_1 = 5 \text{ Ом}$, $R_2 = 4 \text{ Ом}$, $X_{L2} = 6 \text{ Ом}$, $I_2 = 6 \text{ А}$	

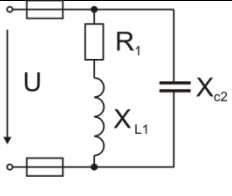
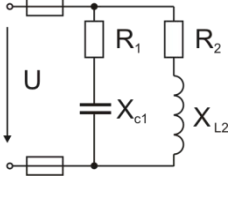
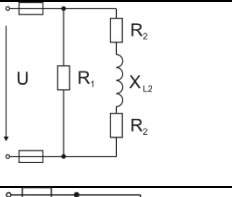
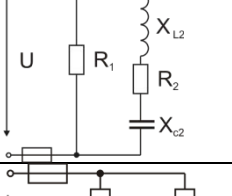
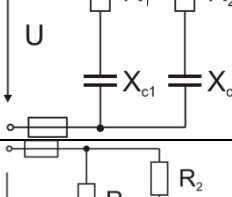
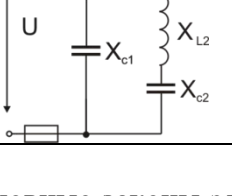
8	Рассчитать разветвленную электрическую цепь переменного тока: $R_1 = 15 \text{ Ом}$, $R_2 = 12 \text{ Ом}$, $X_{L2} = 20 \text{ Ом}$, $X_{C2} = 4 \text{ Ом}$, $P_1 = 240 \text{ Вт}$	
9	Рассчитать разветвленную электрическую цепь переменного тока: $R_1 = 3 \text{ Ом}$, $R_2 = 6 \text{ Ом}$, $X_{C1} = 4 \text{ Ом}$, $X_{C2} = 8 \text{ Ом}$, $I_2 = 4 \text{ А}$	
10	Рассчитать разветвленную электрическую цепь переменного тока: $R_1 = 4 \text{ Ом}$, $R_2 = 8 \text{ Ом}$, $X_{L2} = 12 \text{ Ом}$, $X_{C1} = 3 \text{ Ом}$, $X_{C2} = 6 \text{ Ом}$, $P_2 = 288 \text{ Вт}$	

Комплект оценочных заданий № 5 по Разделу 1. «Основные законы электротехники», Тема 1.3. «Электрические цепи переменного тока» (Аудиторная самостоятельная работа).

Наименование: Расчёт цепей переменного тока смешанного соединения по методу проводимостей.

Задание: решить задачу. Вариант указывается преподавателем (см. таблицу вариантов). В каждом задании определить токи I_1 и I_2 в обеих ветвях; ток I в неразветвленной части цепи; напряжение U , приложенное к цепи; активную P , полную S мощности для всей цепи. Задачу решить методом проводимостей. Напряжение, приложенное к цепи, считать неизменным.

1	Рассчитать разветвленную электрическую цепь переменного тока: $R_1 = 5 \text{ Ом}$, $R_2 = 3 \text{ Ом}$, $X_{L2} = 4 \text{ Ом}$, $Q = 64 \text{ ВАр}$	
2	Рассчитать разветвленную электрическую цепь переменного тока: $R_1 = 2 \text{ Ом}$, $R_2 = 3 \text{ Ом}$, $X_{C2} = 4 \text{ Ом}$, $I_1 = 5 \text{ А}$	
3	Рассчитать разветвленную электрическую цепь переменного тока: $R_1 = 4 \text{ Ом}$, $X_{C2} = 5 \text{ Ом}$, $I_1 = 5 \text{ А}$	
4	Рассчитать разветвленную электрическую цепь переменного тока: $R_1 = 6 \text{ Ом}$, $R_2 = 3 \text{ Ом}$, $X_{L1} = 8 \text{ Ом}$, $X_{L2} = 4 \text{ Ом}$, $P_2 = 300 \text{ Вт}$.	

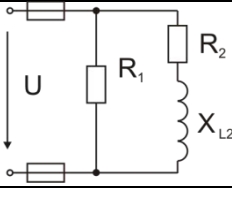
5	Рассчитать разветвленную электрическую цепь переменного тока: $R_1 = 16 \text{ Ом}$, $X_{L1} = 12 \text{ Ом}$, $X_{C2} = 10 \text{ Ом}$, $P = 256 \text{ Вт}$	
6	Рассчитать разветвленную электрическую цепь переменного тока: $R_1 = 12 \text{ Ом}$, $R_2 = 8 \text{ Ом}$, $X_{L2} = 10 \text{ Ом}$, $X_{C1} = 16 \text{ Ом}$, $Q_{L2} = 250 \text{ ВАр}$.	
7	Рассчитать разветвленную электрическую цепь переменного тока: $R_1 = 5 \text{ Ом}$, $R_2 = 4 \text{ Ом}$, $X_{L2} = 6 \text{ Ом}$, $I_2 = 6 \text{ А}$	
8	Рассчитать разветвленную электрическую цепь переменного тока: $R_1 = 15 \text{ Ом}$, $R_2 = 12 \text{ Ом}$, $X_{L2} = 20 \text{ Ом}$, $X_{C2} = 4 \text{ Ом}$, $P_1 = 240 \text{ Вт}$	
9	Рассчитать разветвленную электрическую цепь переменного тока: $R_1 = 3 \text{ Ом}$, $R_2 = 6 \text{ Ом}$, $X_{C1} = 4 \text{ Ом}$, $X_{C2} = 8 \text{ Ом}$, $I_2 = 4 \text{ А}$	
10	Рассчитать разветвленную электрическую цепь переменного тока: $R_1 = 4 \text{ Ом}$, $R_2 = 8 \text{ Ом}$, $X_{L2} = 12 \text{ Ом}$, $X_{C1} = 3 \text{ Ом}$, $X_{C2} = 6 \text{ Ом}$, $P_2 = 288 \text{ Вт}$	

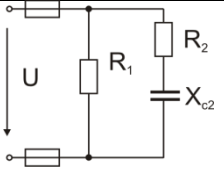
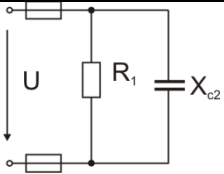
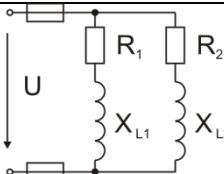
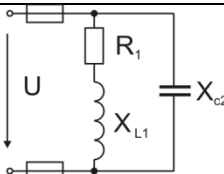
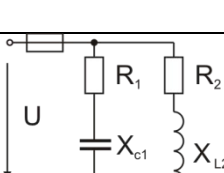
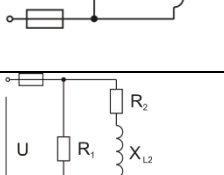
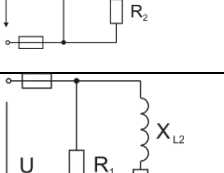
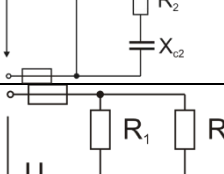
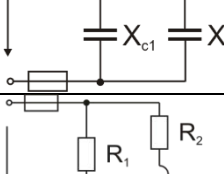
Комплект оценочных заданий № 6 по Разделу 1. «Основные законы электротехники», Тема 1.3. «Электрические цепи переменного тока» (Аудиторная самостоятельная работа).

Наименование: Расчёт цепей смешанного соединения переменного тока с помощью векторных диаграмм.

Задание: решить задачу. Вариант указывается преподавателем (см. таблицу вариантов).

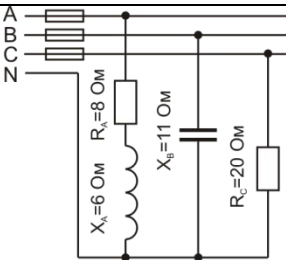
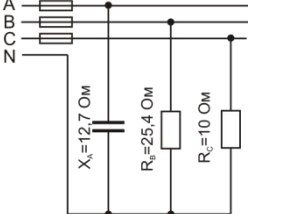
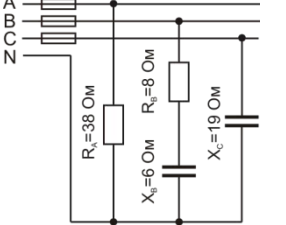
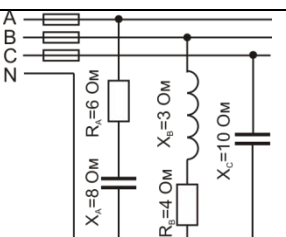
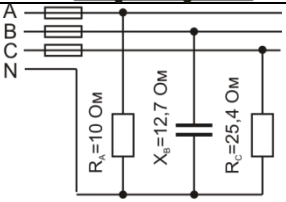
В каждом задании определить токи I_1 и I_2 в обеих ветвях; ток I в неразветвленной части цепи; напряжение U , приложенное к цепи. Задачу решить методом векторных диаграмм. Напряжение, приложенное к цепи, считать неизменным.

1	Рассчитать разветвленную электрическую цепь переменного тока: $R_1 = 5 \text{ Ом}$, $R_2 = 3 \text{ Ом}$, $X_{L2} = 4 \text{ Ом}$, $Q = 64 \text{ ВАр}$	
---	--	--

2	Рассчитать разветвленную электрическую цепь переменного тока: $R_1 = 2 \text{ Ом}$, $R_2 = 3 \text{ Ом}$, $X_{C2} = 4 \text{ Ом}$, $I_1 = 5 \text{ А}$	
3	Рассчитать разветвленную электрическую цепь переменного тока: $R_1 = 4 \text{ Ом}$, $X_{C2} = 5 \text{ Ом}$, $I_1 = 5 \text{ А}$	
4	Рассчитать разветвленную электрическую цепь переменного тока: $R_1 = 6 \text{ Ом}$, $R_2 = 3 \text{ Ом}$, $X_{L1} = 8 \text{ Ом}$, $X_{L2} = 4 \text{ Ом}$, $P_2 = 300 \text{ Вт}$.	
5	Рассчитать разветвленную электрическую цепь переменного тока: $R_1 = 16 \text{ Ом}$, $X_{L1} = 12 \text{ Ом}$, $X_{C2} = 10 \text{ Ом}$, $P = 256 \text{ Вт}$	
6	Рассчитать разветвленную электрическую цепь переменного тока: $R_1 = 12 \text{ Ом}$, $R_2 = 8 \text{ Ом}$, $X_{L2} = 10 \text{ Ом}$, $X_{C1} = 16 \text{ Ом}$, $Q_{L2} = 250 \text{ ВАр}$.	
7	Рассчитать разветвленную электрическую цепь переменного тока: $R_1 = 5 \text{ Ом}$, $R_2 = 4 \text{ Ом}$, $X_{L2} = 6 \text{ Ом}$, $I_2 = 6 \text{ А}$	
8	Рассчитать разветвленную электрическую цепь переменного тока: $R_1 = 15 \text{ Ом}$, $R_2 = 12 \text{ Ом}$, $X_{L2} = 20 \text{ Ом}$, $X_{C2} = 4 \text{ Ом}$, $P_1 = 240 \text{ Вт}$	
9	Рассчитать разветвленную электрическую цепь переменного тока: $R_1 = 3 \text{ Ом}$, $R_2 = 6 \text{ Ом}$, $X_{C1} = 4 \text{ Ом}$, $X_{C2} = 8 \text{ Ом}$, $I_2 = 4 \text{ А}$	
10	Рассчитать разветвленную электрическую цепь переменного тока: $R_1 = 4 \text{ Ом}$, $R_2 = 8 \text{ Ом}$, $X_{L2} = 12 \text{ Ом}$, $X_{C1} = 3 \text{ Ом}$, $X_{C2} = 6 \text{ Ом}$, $P_2 = 288 \text{ Вт}$	

Наименование: Расчёт цепей трёхфазного переменного тока. Схема звезда.

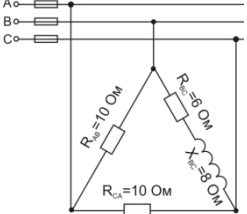
Задание: решить задачу. Вариант указывается преподавателем (см. таблицу вариантов).

1	В трехфазную четырехпроводную сеть с линейным напряжением $U_H = 220V$ включили звездой разные по характеру сопротивления. Определить линейные токи и начертить векторную диаграмму цепи. Определить ток в нулевом проводе.	
2	В трехфазную четырехпроводную сеть с линейным напряжением $U_H = 380V$ включили звездой разные по характеру сопротивления. Определить линейные токи и начертить векторную диаграмму цепи. Определить ток в нулевом проводе.	
3	В трехфазную четырехпроводную сеть с линейным напряжением $U_H = 220V$ включили звездой разные по характеру сопротивления. Определить линейные токи и начертить векторную диаграмму цепи. Определить ток в нулевом проводе.	
4	В трехфазную четырехпроводную сеть с линейным напряжением $U_H = 380V$ включили звездой разные по характеру сопротивления. Определить линейные токи и начертить векторную диаграмму цепи. Определить ток в нулевом проводе.	
5	В трехфазную четырехпроводную сеть с линейным напряжением $U_H = 220V$ включили звездой разные по характеру сопротивления. Определить линейные токи и начертить векторную диаграмму цепи. Определить ток в нулевом проводе.	

Комплект оценочных заданий № 8 по Разделу 1. «Основные законы электротехники», Тема 1.3. «Электрические цепи переменного тока» (Аудиторная самостоятельная работа).

Наименование: Расчёт цепей трёхфазного переменного тока. Схема треугольник.

Задание: решить задачу. Вариант указывается преподавателем (см. таблицу вариантов).

1	В трехфазную сеть с линейным напряжением $U_H = 380V$ включили треугольником разные по характеру сопротивления. Определить линейные токи и начертить векторную диаграмму цепи.	
---	--	---

2	В трехфазную сеть с линейным напряжением $U_H = 220\text{В}$ включили треугольником разные по характеру сопротивления. Определить линейные токи и начертить векторную диаграмму цепи.	
3	В трехфазную сеть с линейным напряжением $U_H = 380\text{В}$ включили треугольником разные по характеру сопротивления. Определить линейные токи и начертить векторную диаграмму цепи.	
4	В трехфазную сеть с линейным напряжением $U_H = 220\text{В}$ включили треугольником разные по характеру сопротивления. Определить линейные токи и начертить векторную диаграмму цепи.	
5	В трехфазную сеть с линейным напряжением $U_H = 380\text{В}$ включили треугольником разные по характеру сопротивления. Определить линейные токи и начертить векторную диаграмму цепи.	

Комплект оценочных заданий № 9 по Разделу 1. «Основные законы электротехники», Тема 1.4. «Электрические измерения и приборы» (Аудиторная самостоятельная работа).

Наименование: Определение погрешности измерения.

Задание: решить задачу. Вариант указывается преподавателем.

1. Наибольшие абсолютные погрешности измерения двух миллиамперметров одинаковы, но верхний предел измерения второго прибора больше. В каком отношении находятся классы точности приборов?
2. При поверке электроизмерительных приборов установлено, что основные приведенные погрешности их были равны 0,45; 1,2 и 1,8%. Какой класс точности имеет каждый из приборов? Чему может быть равна их наибольшая абсолютная погрешность при пределе измерения 100 В?
3. Ток, измеренный амперметром класса точности 2 и диапазоном измерения 15 А, составлял 11,5 А. Определить диапазон возможного действительного значения измеряемого тока.
4. Чему равна наибольшая возможная абсолютная погрешность амперметра класса точности 1,0, если верхний предел его измерения равен 10 А?
5. Классы точности двух вольтметров одинаковы и равны 1, а верхние пределы измерения различны: у первого — 50 В, а у второго — 10 В. В каком соотношении будут находиться наибольшие абсолютные погрешности измерения вольтметров в процессе эксплуатации?
6. Истинное значение тока в цепи 5,23 А, измеренные значения тока, полученные с помощью двух амперметров, составили 5,3 и 5,2 А. Чему равны относительные и абсолютные погрешности измерения?
7. Какова основная приведенная погрешность прибора с верхним пределом измерения 5 А, если наибольшая погрешность при измерении составила 0,12 А?

8. Поставленная при ремонте магнитоэлектрического прибора новая противодействующая пружина оказалась с большим, чем прежде, противодействующим моментом. Как отразится это изменение на показаниях прибора?
9. Образцовый и лабораторный амперметры соединены последовательно. Показания образцового амперметра 5А, лабораторного – 5,07А. Найти абсолютную и относительную погрешности измерения лабораторным прибором, если погрешностью измерения образцового прибора можно пренебречь.
10. Вольтметр имеет класс точности 2,5 и предел измерения 300В. Найти допустимое значение относительной погрешности измерения, если значения измеренного напряжения оказались в случае а) 30В, б) 250В.

Комплект оценочных заданий № 10 по Разделу 1. «Основные законы электротехники», Тема 1.4. «Электрические измерения и приборы» (Аудиторная самостоятельная работа).

Наименование: Расчёт шунтов и добавочного сопротивления.

Задание: решить задачу. Вариант указывается преподавателем.

1. Необходимо измерить ток потребителя в пределах 20 – 25 А. Имеется микроамперметр с пределом измерения 200мкА, внутренним сопротивлением 300 Ом и максимальным числом делений 100. Определить сопротивление шунта для расширения предела измерения до 30 А и определить относительную погрешность измерения на отметке 85 делений, если класс точности прибора 1,0.
2. Предел измерения $I_{пр}$ амперметра с внутренним сопротивлением R_A должен быть расширен до значения $8 I_{пр}$. Найти значение $R_{ш}$.
3. Предел измерения микроамперметра на 150 мкА должен быть расширен до 15 А. Определить сопротивление шунта, если внутреннее его сопротивление $R_A = 400 \text{ А}$.
4. Амперметр с внутренним сопротивлением $R_A = 0,015 \text{ Ом}$ и пределом измерения 20 А имеет шунт сопротивлением 0,005 Ом. Определить предел измерения амперметра с шунтом, а также ток в цепи, если его показание равно 12 А.
5. Милливольтметр с пределом измерения 75 мВ и внутренним сопротивлением $R_B = 25 \text{ Ом}$ имеет 150 делений шкалы. Определить сопротивление шунта, чтобы прибором можно было измерять предельное значение тока 30 А. Определить цену деления прибора в обоих случаях.
6. Микроамперметр с пределом измерения 1000 мкА и внутренним сопротивлением $R_A = 300 \text{ Ом}$ необходимо использовать в качестве вольтметра на предел 30 В. Определить добавочное сопротивление.
7. Милливольтметр с пределом измерения 750 мВ необходимо переделать в многопредельный вольтметр с пределами 7,5; 15; 75; 150В. Добавочное сопротивление на пределе 7,5 В составляет 1350 Ом. Определить добавочное сопротивление на каждом из пределов, сопротивление и ток полного отклонения прибора.
8. У вольтметра электродинамической системы с пределом измерения $U = 300 \text{ В}$ и внутренним сопротивлением $R_B = 30 \text{ кОм}$ необходимо расширить предел до 1500 В. Определить добавочное сопротивление вольтметра и максимальную потребляемую мощность на основном и расширенном пределах.
9. Предел измерения вольтметра электромагнитной системы составляет 7,5 В при внутреннем сопротивлении $R_B = 200 \text{ Ом}$. Определить добавочное сопротивление, которое необходимо включить для расширения предела измерения до 600 В.
10. Амперметром с внутренним сопротивлением $R_A = 1 \text{ Ом}$ следует измерить ток в 10, 100 и 1000 раз больше его номинального значения. Найти соотношение между сопротивлениями амперметра и шунтов, подобранных для выполнения указанных измерений.
11. Амперметр, имеющий внутреннее сопротивление 0,2 Ом и предел измерения 10 А, необходимо использовать для измерения тока до 500 А. Определить сопротивление шунта прибора и падение напряжения на амперметре и шунте.

12. Номинальный ток амперметра $I_n = 1$ А, сопротивление шунта $R_{ш} = 0,5$ Ом. Определить сопротивление амперметра, если номинальное значение тока в нем было при общем токе цепи 5 А.
13. Номинальный ток амперметра 1 А, его внутреннее сопротивление 0,08 Ом. Какой ток проходит в электрической цепи, если амперметр с шунтом сопротивлением 0,03 Ом показывает ток 0,9 А?
14. Необходимо измерить напряжение в пределах 30—40 В. Какой из вольтметров позволяет произвести измерение с большей точностью: 1) с верхним пределом 50 В и классом точности 2,5; 2) с верхним пределом 100 В и классом точности 1,5; 3) с верхним пределом 300 В и классом точности 0,5; 4) с верхним пределом 150 В и классом точности 1.
15. Вольтметром с внутренним сопротивлением R_v требуется измерить напряжение в 10, 100 и 1000 раз больше его номинального значения. Найти соотношение между внутренним сопротивлением вольтметра и сопротивлениями добавочных резисторов, подобранных для выполнения указанных условий.
16. Номинальное напряжение вольтметра 10 В, внутреннее его сопротивление 5 кОм. Какое допустимое напряжение может быть в измеряемой цепи, если к вольтметру подключен добавочный резистор, сопротивление которого 150 кОм?
17. Вольтметр рассчитан для измерения напряжения до 15 В. Определить сопротивление добавочного резистора, который необходимо подключить к вольтметру с $R_v = 50$ кОм, чтобы с его помощью измерять напряжение 220 В. Каковы при этом потери мощности в обмотке вольтметра и добавочном резисторе?
18. Номинальное напряжение вольтметра 30 В, его внутреннее сопротивление 10 кОм. Каково напряжение в измеряемой цепи, если показание вольтметра 10 В соответствует сопротивлению добавочного резистора 50 кОм?
19. Для измерения ЭДС генератора к его зажимам присоединен вольтметр (рис. 3.1), сопротивление которого $R_v = 10000$ Ом. Сопротивление якоря генератора $R_a = 0,2$ Ом. Определить, на сколько процентов делаем ошибку, считая показание вольтметра, равным ЭДС генератора.
20. Амперметр, сопротивление которого $R_A = 0,3$ Ом, имеет шкалу в 150 делений и постоянная прибора $C_A = 0,001$ А/дел. Определить сопротивление шунта $R_{ш}$, при помощи которого можно было измерять ток до 300 А.
21. Амперметр, сопротивление которого $R_A = 0,3$ Ом, имеет шкалу в 150 делений и постоянная прибора $C_A = 0,001$ А/дел. Определить; какое сопротивление R_d необходимо последовательно включить с амперметром, чтобы этим прибором можно было измерять напряжение до 150 В.
22. Какой ток можно измерять амперметром (сопротивление $R_A = 0,3$ Ом, шкала имеет 150 делений и постоянная прибора $C_A = 0,001$ А/дел), если имеется шунт с сопротивлением $\frac{1}{99}$ Ом.
23. Необходимо подобрать к амперметру с сопротивлением R_A шунты, расширяющие пределы измерения в 10 и 100 раз. Каковы будут соотношения между сопротивлением амперметра и шунта?
24. Вольтметр с ценой деления 1 В/дел, шкала которого содержит 150 делений, имеет сопротивление $R_v = 10\,000$ Ом. Какое добавочное сопротивление R_d необходимо включить последовательно с вольтметром, чтобы им можно было измерять напряжение до 600 В?

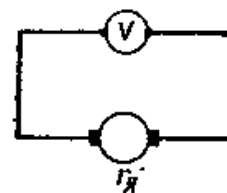
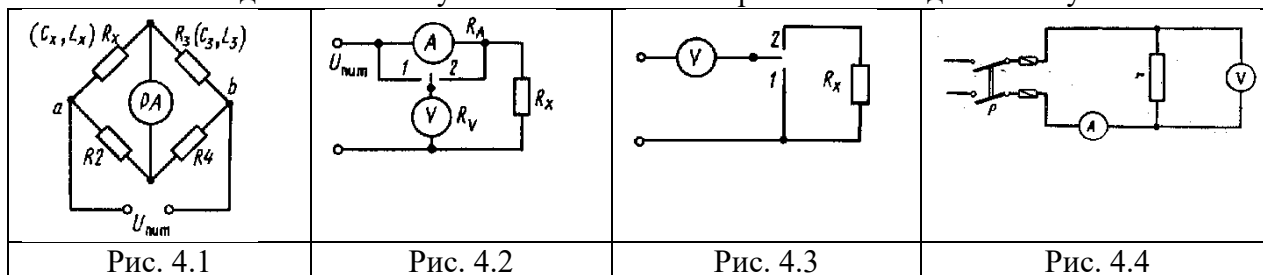


Рис. 3.1

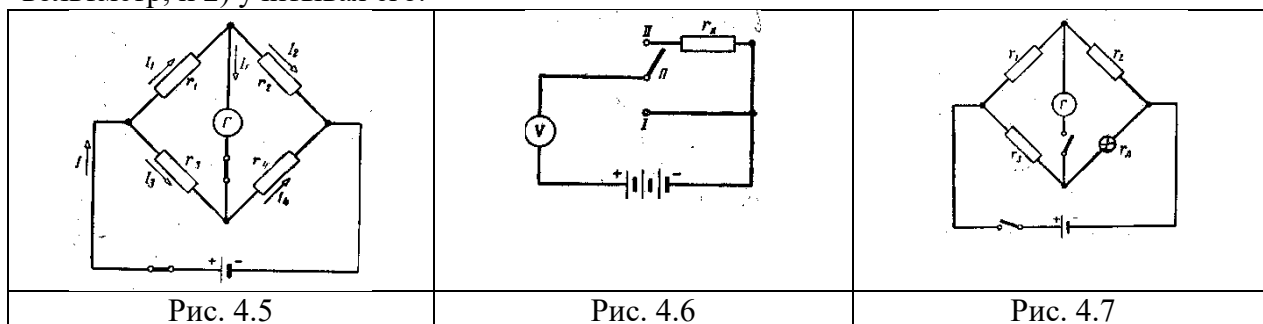
Комплект оценочных заданий № 11 по Разделу 1. «Основные законы электротехники», Тема 1.4. «Электрические измерения и приборы» (Аудиторная самостоятельная работа).
Наименование: Измерения силы тока, напряжения, сопротивления, мощности.

Задание: решить задачу. Вариант указывается преподавателем.

1. Сопротивление резистора, измеренное логометром, равно 500 Ом. Определить абсолютную и относительную погрешности измерения, если действительное значение сопротивления резистора 501 Ом.
2. Ток диагонали уравновешенного моста (рис. 4.1) равен нулю при сопротивлении его плеч соответственно $R_2 = 100 \text{ Ом}$; $R_3 = 200 \text{ Ом}$; $R_4 = 50 \text{ Ом}$. Определить сопротивление резистора R_x .
3. При измерении сопротивления резистора R_x с помощью уравновешенного моста (рис. 4.1) в смежное плечо моста включен резистор сопротивлением $R_3 = 1 \text{ кОм}$, а в два других плеча поставлены два переменных резистора, сопротивления которых меняются от 0,5 до 2 кОм. В каком диапазоне могут быть изменены сопротивления в данном случае?



4. При измерении сопротивления резистора методом амперметра и вольтметра показания их были равны 2 А и 50 В при положении ключа 1 в схеме на рис. 4.2. Определить сопротивление резистора, если внутреннее сопротивление амперметра $R_A = 0,5 \text{ Ом}$.
5. При измерении сопротивления резистора методом амперметра и вольтметра показания их были равны 11 мА и 10 В при положении ключа 2 в схеме на рис. 4.2. Определить сопротивление резистора, если внутреннее сопротивление вольтметра $R_V = 100 \text{ кОм}$.
6. Определить сопротивление R_x в схеме на рис. 4.3, если при включении вольтметра с внутренним сопротивлением $R_V = 40 \text{ кОм}$ непосредственно к источнику его показание было равно 110 В, а при подключении последовательно с сопротивлением R_x стало равным 75 В.
7. Найти сопротивление приемника (рис. 4.4) по методу вольтметра и амперметра, если известно, что показания вольтметра $U = 120 \text{ В}$, амперметра $I = 10 \text{ А}$, сопротивление вольтметра $R_V = 10000 \text{ Ом}$. Задачу решить для двух случаев: 1) не учитывая тока, проходящего через вольтметр, и 2) учитывая его.
8. Вычислить сопротивление приемника (рис. 4.4) по методу вольтметра и амперметра, если показание вольтметра $U = 220 \text{ В}$, амперметра $I = 4 \text{ А}$, сопротивление вольтметра $R_V = 4000 \text{ Ом}$. Задачу решить для двух случаев: 1) не учитывая тока, проходящего через вольтметр, и 2) учитывая его.



9. Ток в неразветвленной части цепи (рис. 4.5) равен I . Чему равен ток I_G в диагонали моста, если мост неуравновешен и сопротивления плеч моста и гальванометра соответственно равны: R_1, R_2, R_3, R_4 и R_G ?

10. Измерение большого сопротивления производится по методу вольтметра, как показано на рис. 4.6. При постановке переключателя П в первое положение отклонение прибора равно α_1 , а во второе положение — α_2 . Найти выражение для определения величины сопротивления R_x , если сопротивление вольтметра равно R_v .
11. Определить сопротивление R_L нити лампы при помощи моста (рис. 4.7), если равновесие его наступает при $R_1 = 10 \text{ Ом}$, $R_2 = 100 \text{ Ом}$ и $R_3 = 20 \text{ Ом}$.
12. Определить сопротивление резистора R_x (измерение проводилось по методу амперметра и вольтметра для малых сопротивлений) для двух случаев: без учета внутреннего сопротивления вольтметра и с учетом его. Показания вольтметра и амперметра при этом были следующие $U = 75 \text{ В}$, $I = 2,5 \text{ А}$. Внутреннее сопротивление вольтметра $R_v = 5 \text{ кОм}$.
13. При измерении сопротивления изоляции обмотки электрической машины на корпус указатель мегомметра установился на делении 40 МОм, что составляет 0,4 длины линейной шкалы. Определить наибольшую возможную абсолютную погрешность измерения сопротивления, если класс точности 1.

Комплект оценочных заданий № 12 по Разделу 2. «Основы теории электрических машин, принципы работы типовых электрических устройств», Тема 2.1. «Трансформаторы» (Аудиторная самостоятельная работа).

Наименование: Расчет параметров трансформатора. Режимы работы однофазного трансформатора.

Задание: решить задачу. Вариант указывается преподавателем (см. таблицу вариантов).

Для освещения рабочих мест в целях безопасности применили лампы накаливания пониженного напряжения (12, 24, 36 В). Для их питания установили однофазный понижающий трансформатора номинальной мощностью $S_{\text{ном}}$, работающий с коэффициентом нагрузки k_n . Номинальные напряжения обмоток $U_{\text{ном}1}$ и $U_{\text{ном}2}$; рабочие токи в обмотках I_1 и I_2 . Коэффициент трансформации равен K . К трансформатору присоединили лампы накаливания мощностью P_L каждая в количестве n_L . Коэффициент мощности ламп $\cos \varphi_2 = 1,0$. Потерями в трансформатор можно пренебречь. Используя данные трансформатора, указанные в таблице вариантов, определить все неизвестные величины, отмеченные прочерками.

См. решение типового примера. Для ламп накаливания $\cos \varphi_2 = 1,0$, поэтому коэффициент нагрузки

$$k_n = \frac{P_L n_L}{S_{\text{ном}}}$$

Номер варианта	$S_{\text{ном}}, \text{кВА}$	k_n	$U_{\text{ном}1}, \text{В}$	$U_{\text{ном}2}, \text{В}$	$I_1, \text{А}$	$I_2, \text{А}$	K	$P_L, \text{Вт}$	$n_L, \text{шт}$	
1	250	-	-	12	-	-	31,7	25	8	
2	-	0,75	500	-	0,75	15,6	-	-	15	
3	-	0,9	-	24	1,63	15	-	60	-	
4	400	0,8	220	24	-	-	-	40	-	
5	250	-	-	-	0,91	16,7	-	100	2	
6	-	0,8	127	-	3,15	-	10,6	-	10	
7	-	0,9	-	12	-	7,5	10,6	15	-	

8	400	-	500	36	0,6	-	-	-	5
9	500	-	127	12	-	33,3	-	40	-
10	-	0,8	380	-	-	18,7	-	40	5
11	500	-	-	36	1,12	-	10,6	25	-
12	-	0,8	220	-	-	-	18,35	100	2
13	-	1,0	-	36	0,8	11,1	-	-	4
14	100	-	127	-	0,71	-	10,6	-	6
15	400	-	500	36	-	-	-	100	4
16	-	0,75	-	36	-	8,34	13,9	60	-
17	500	0,85	380	-	-	11,8	-	-	17
18	-	0,9	220	-	-	-	9,18	60	6
19	500	-	-	24	0,75	-	20,8	25	-
20	-	-	-	24	1,45	13,35	-	40	8

ПРИМЕР. Однофазный понижающий трансформатора номинальной мощностью $S_{\text{ном}} = 500 \text{ ВА}$ служит для питания ламп местного освещения металлорежущих станков. Номинальные напряжения обмоток $U_{\text{ном}1} = 380 \text{ В}$, $U_{\text{ном}2} = 24 \text{ В}$. К трансформатору присоединены десять ламп накаливания мощностью 40 Вт каждая, их коэффициент мощности $\cos \varphi_2 = 1,0$. Магнитный поток в магнитопроводе $\Phi_m = 0,005 \text{ Вб}$. Частота тока в сети $f = 50 \text{ Гц}$. Потерями в трансформаторе пренебречь. Определить: номинальные токи в обмотках; коэффициент нагрузки трансформатора; токи в обмотках при действительной нагрузке; числа витков обмоток; коэффициент трансформации.

Номинальные токи в обмотках:

$$I_{\text{ном}1} = \frac{S_{\text{ном}}}{U_{\text{ном}1}} = \frac{500}{380} = 1,32 \text{ А}$$

$$I_{\text{ном}2} = \frac{S_{\text{ном}}}{U_{\text{ном}2}} = \frac{500}{24} = 20,8 \text{ А}$$

Коэффициент нагрузки трансформатора

$$k_{\text{н}} = \frac{P_2}{S_{\text{ном}} \cos \varphi_2} = \frac{10 * 40}{500 * 1,0} = 0,8$$

Токи в обмотках при действительной нагрузке

$$I_1 = k_{\text{н}} I_{\text{ном}1} = 0,8 * 1,32 = 1,06 \text{ А}$$

$$I_2 = k_{\text{н}} I_{\text{ном}2} = 0,8 * 20,8 = 16,6 \text{ А}$$

При холостом ходе $E_1 \approx U_{\text{ном}1}$; $E_{2\phi} = U_{\text{ном}2}$. Число витков обмоток находим из формулы $E = 4,44 f \varpi \Phi_m$. Тогда

$$\varpi_1 = \frac{E_1}{4,44 f \Phi_m} = \frac{380}{4,44 * 50 * 0,005} = 340$$

$$\varpi_2 = \frac{E_2}{4,44 f \Phi_m} = \frac{24}{4,44 * 50 * 0,005} = 22$$

Коэффициент трансформации

$$K = \frac{E_1}{E_2} = \frac{\varpi_1}{\varpi_2} = \frac{340}{22} = 15,5$$

К трехфазному трансформатору с номинальной мощностью $S_{\text{ном}}$ и номинальными напряжениями первичной $U_{\text{ном}1}$ и вторичной $U_{\text{ном}2}$ обмоток присоединена активная нагрузка P_2 при коэффициенте мощности $\cos \varphi_2$. Определить номинальные токи в обмотках $I_{\text{ном}1}$ и $I_{\text{ном}2}$; коэффициент нагрузки трансформатора $k_{\text{н}}$; токи в обмотках I_1 и I_2 при фактической нагрузке; суммарные потери мощности $\sum P$ при номинальной нагрузке; коэффициент полезного действия трансформатора при фактической нагрузке. Данные для расчетов взять из таблицы вариантов, недостающие данные взять из таблицы технических данных трансформаторов.

См. решение типового примера.

Номер варианта	$S_{\text{ном}}$, кВА	$U_{\text{ном 1}}$, кВ	$U_{\text{ном 2}}$, кВ	P_2 , кВт	$\cos \varphi_2$	Номер варианта	$S_{\text{ном}}$, кВА	$U_{\text{ном 1}}$, кВ	$U_{\text{ном 2}}$, кВ	P_2 , кВт	$\cos \varphi_2$
1	1000	10	0,69	850	0,95	6	630	10	0,69	554	0,88
2	160	6	0,4	150	1,0	7	40	6	0,23	35	1,0
3	100	6	0,23	80	0,9	8	1600	10	0,4	1400	0,93
4	250	10	0,4	200	0,85	9	63	10	0,23	56	1,0
5	400	10	0,4	350	0,92	10	630	10	0,4	520	0,9

Технические данные трансформаторов							
Тип трансформатора	$S_{\text{ном}}$, кВА	Напряжение обмоток, кВ		Потери мощности, кВт		U_k , %	I_x , %
		$U_{\text{ном 1}}$	$U_{\text{ном 2}}$	$P_{\text{ст}}$	$P_{\text{о.ном}}$		
ТМ-25/6; 10	25	6,10	0,23; 0,4	0,13	0,69	4,7	3,2
ТМ-40/6; 10	40	6,10	0,23; 0,4	0,175	1,0	4,7	3,0
ТМ-63/6; 10	63	6,10	0,23; 0,4	0,24	1,47	4,7	2,8
ТМ-100/6; 10	100	6,10	0,23; 0,4	0,33	2,27	6,8	2,6
ТМ-160/6; 10	160	6,10	0,23; 0,4; 0,69	0,51	3,1	4,7	2,4
ТМ-250/6; 10	250	6,10	0,23; 0,4; 0,69	0,74	4,2	4,7	2,3
ТМ-400/6; 10	400	6,10	0,23; 0,4; 0,69	0,95	5,5	4,5	2,1
ТМ-630/6; 10	630	6,10	0,23; 0,4; 0,69	1,31	7,6	5,5	2,0
ТМ-1000/6; 10	1000	6,10	0,23; 0,4; 0,69	2,45	12,2	5,5	2,8
ТМ-1600/6; 10	1600	6,10	0,23; 0,4; 0,69	3,3	18,0	5,5	2,6
ТМ-2500/10	2500	10	0,23; 0,4; 0,69	4,3	24,0	5,5	1,0

Примечания: 1. Трансформатор ТМ-630/10 – с масляным охлаждением, трехфазный, номинальная мощность 630 кВА, номинальное первичное напряжение 10 кВ, вторичные напряжения 0,23; 0,4 и 0,69 кВ.

2. $P_{\text{ст}}$ - потери в стали, $P_{\text{о.ном}}$ - потери в обмотках; U_k , % - напряжение короткого замыкания; I_x , % - ток холостого хода

ПРИМЕР. Трехфазный трансформатор имеет следующие номинальные характеристики: $S_{\text{ном}} = 1000$ кВА, $U_{\text{ном 1}} = 10$ кВ, $U_{\text{ном 2}} = 400$ В. Потери в стали $P_{\text{ст}} = 2,45$ кВт, потери в обмотках $P_{\text{о.ном}} = 12,2$ кВт. Первичные обмотки соединены в треугольник, вторичные – в звезду. Сечение магнитопровода $Q = 450 \text{ см}^2$, амплитуда магнитной индукции в нем $B_m = 1,5$ Тл. Частота тока в сети $f = 50$ Гц. От трансформатора потребляется активная мощность $P_2 = 810$ кВт при коэффициенте мощности $\cos \varphi_2 = 0,9$. Определить номинальные токи в обмотках и токи при фактической нагрузке; числа витков обмоток; КПД трансформатора при номинальной и фактической нагрузках.

Номинальные токи в обмотках:

$$I_{\text{ном 1}} = \frac{S_{\text{ном}} * 1000}{\sqrt{3} U_{\text{ном 1}}} = \frac{1000 * 1000}{1,73 * 10000} = 58 \text{ А}$$

$$I_{\text{ном 2}} = \frac{S_{\text{ном}} * 1000}{\sqrt{3} U_{\text{ном 2}}} = \frac{1000 * 1000}{1,73 * 400} = 1445 \text{ А}$$

Коэффициент нагрузки трансформатора

$$k_H = \frac{P_2}{S_{\text{ном}} \cos \varphi_2} = \frac{810}{1000 * 0,9} = 0,9$$

Токи в обмотках при фактической нагрузке

$$I_1 = k_H I_{\text{НОМ}1} = 0,9 * 58 = 52 \text{ A}$$

$$I_2 = k_H I_{\text{НОМ}2} = 0,9 * 1445 = 1300 \text{ A}$$

Фазные ЭДС, наводимые в обмотках. Первичные обмотки соединены в треугольник, вторичные – в звезду, поэтому, пренебрегая падением напряжения в первичной обмотке, считаем

$$E_{1\phi} \approx U_{\text{НОМ}1} = 10000 \text{ В}$$

$$E_{2\phi} = \frac{U_{\text{НОМ}2}}{\sqrt{3}} = \frac{400}{\sqrt{3}} = 230 \text{ В}$$

Число витков обеих обмоток находим из формулы

$$E_{1\phi} = 4,44 f \varpi_1 \Phi_m = 4,44 f \varpi_1 B_m Q$$

$$\varpi_1 = \frac{E_{1\phi}}{4,44 f B_m Q} = \frac{10000}{4,44 * 50 * 1,5 * 0,045} = 667$$

Здесь $Q = 450 \text{ см}^2 = 0,045 \text{ м}^2$

$$\varpi_2 = \frac{\varpi_1 E_{2\phi}}{E_{1\phi}} = \frac{667 * 230}{10000} = 15,3$$

КПД трансформатора при номинальной нагрузке

$$\eta_{\text{НОМ}} = \frac{S_{\text{НОМ}} \cos \varphi_2 100}{S_{\text{НОМ}} \cos \varphi_2 + P_{\text{СТ}} + P_{\text{О.НОМ}}} = \frac{1000 * 0,9 * 100}{1000 * 0,9 + 2,45 + 12,2} = 98,4 \%$$

КПД трансформатора при фактической нагрузке

$$\eta = \frac{k_H S_{\text{НОМ}} \cos \varphi_2 100}{k_H S_{\text{НОМ}} \cos \varphi_2 + P_{\text{СТ}} + k_H^2 P_{\text{О.НОМ}}} = \frac{0,9 * 1000 * 0,9 * 100}{0,9 * 1000 * 0,9 + 2,45 + 0,9^2 * 12,2} = 98,5 \%$$

Комплект оценочных заданий № 13 по Разделу 2. «Основы теории электрических машин, принципы работы типовых электрических устройств», Тема 2.2. «Электрические машины постоянного и переменного тока» (Аудиторная самостоятельная работа).

Наименование: Исследование генератора постоянного тока.

Задание: исследовать режимы работы генератора постоянного тока, построить характеристики генератора

1. Генератор с параллельным возбуждением.

- 1.1. Собрать схему генератора с параллельным возбуждением (собрать часть схемы, показанную черным цветом).
- 1.2. Выключить все выключатели нагрузки, обрвать цепь обмотки возбуждения (выключить S). Сопротивление резистора R_B установить в положение «тах».
- 1.3. Снять характеристику холостого хода генератора. Для этого:
 - Запустить приводной двигатель.
 - Показания приборов pV (ЭДС генератора) и pA_1 (ток возбуждения) занести в первую графу таблицы 1.
 - Включить выключатель S.
 - Уменьшать сопротивление резистора R_B , добиваясь увеличения ЭДС генератора в каждом последующем опыте на 25 – 30 [В].
 - Результаты измерений заносить в таблицу 1 (если при уменьшении R_B ЭДС не возрастает, изменить направление тока в обмотке возбуждения).

Таблица 1

I_B [A]	0								
E [В]									

1.4. Снять внешнюю характеристику генератора. Для этого:

- При помощи R_B установить заданное преподавателем напряжение.

- Показания вольтметра pV (напряжение на якоре генератора) занести в первую графу таблицы 2.
- По одной лампе подключать нагрузку.
- Снимать показания pV и Pa_2 (ток нагрузки) и заносить их в таблицу 2.
- Разгрузить генератор.

Таблица 2

1	Параллельное возбуждение	I [A]	0								
		U [B]									
2	Смешанное возбуждение (согласное)	I [A]	0								
		U [B]									
3	Смешанное возбуждение (встречное)	I [A]	0								
		U [B]									

1.5. Снять регулировочную характеристику генератора. Для этого:

- Установить на холостом ходу то же самое напряжение, что и в п. 1.4.
- Показания приборов pA_1 (ток возбуждения) и pA_2 (ток нагрузки) занести в первую графу таблицы 3.
- восстанавливать напряжение на якоре генератора, уменьшая R_B .
- Показания приборов pA_1 и pA_2 заносить в таблицу 3.

Таблица 3

1	Параллельное возбуждение	I_H [A]									
		U_B [B]									
2	Смешанное возбуждение (согласное)	I_H [A]									
		U_B [B]									

2. Генератор со смешанным возбуждением.

2.1 Включить обмотку возбуждения генератора в цепь нагрузки (показана на схеме красным цветом).

2.2 Установить на холостом ходу такое же напряжение, как и при исследовании генератора с параллельным возбуждением.

2.3 Снять внешнюю (см. п. 1.4.) и регулировочную (см. п. 1.5.) характеристики генератора со смешанным возбуждением при согласном включении обмоток возбуждения

2.4 Снять внешнюю характеристику при встречном включении обмоток (при согласном включении обмоток напряжение с ростом нагрузки падает меньше, чем у генератора с параллельным возбуждением). Чтобы получить из согласного включения встречное и наоборот необходимо изменить направление тока в обмотке генератора.

3. По данным таблицы 1 построить характеристику холостого хода генератора $E = f(I_B)$ (см. рис.1),

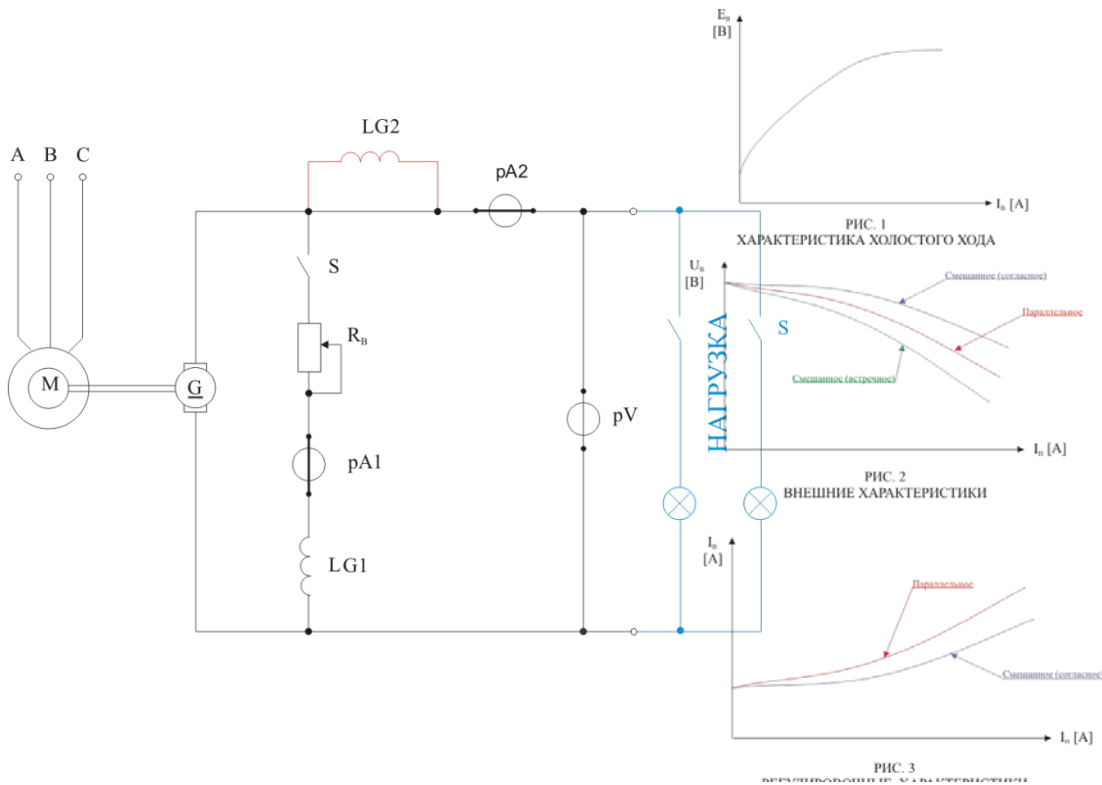
4. По данным таблицы 2 построить внешние характеристики $U = f(I_H)$ (см. рис.2),
5. По данным таблицы 3 построить регулировочные характеристики $I_B = f(I_H)$ при $U = \text{const}$ (см. рис.3).

Содержание отчета

1. номер, название, цель работы;
2. схема;
3. таблицы;
4. характеристики.

Вопросы к зачету

1. Устройство, принцип действия генератора постоянного тока, маркировка выводов обмоток.
2. Объяснить вид полученных характеристик
3. Область применения генераторов с различным способом возбуждения



Комплект оценочных заданий № 14 по Разделу 2. «Основы теории электрических машин, принципы работы типовых электрических устройств», Тема 2.2. «Электрические машины постоянного и переменного тока» (Аудиторная самостоятельная работа).

Наименование: Исследование электродвигателя постоянного тока.

Задание: исследовать режимы работы двигателей постоянного тока. Построить характеристики двигателя постоянного тока с параллельным возбуждением

1. Ознакомиться со схемой. Установить: тумблер «нагрузка» в положение «выкл», реостат «нагрузка» в положение «min».
2. Регулировочная характеристика двигателя.
 - 1) Запустить двигатель, снять показания тахометра и амперметра I_{A2} (ток возбуждения) и занести в первую графу таблицы 1.
 - 2) Изменяя сопротивление реостата R_B в цепи обмотки возбуждения от 0 до 200 [Ом] снимать показания приборов и заносить в таблицу 1.

Таблица 1

I_B [А]						
n [об/мин]						

3. Рабочие характеристики двигателя.

- 1) Установить $R_B = 0$.
- 2) Снять показания приборов для холостого хода двигателя и занести в таблицу 2.
- 3) Включить тумблер «нагрузка» и, регулируя нагрузку на валу двигателя так, чтобы показания динамометра увеличивались на $0,5 \pm 0,7$ [кг] в каждом последующем опыте, снимать показания приборов и заносить в таблицу 2.
- 4) Последний опыт выполнить, когда усилие, создаваемое электромагнитным тормозом достигнет приблизительно 4 [кг].

Таблица 2

Измерено					Вычислено				
F	n	U	I_A	I_B	I	P_1	M	P_2	η
[кг]	[об/мин]	[В]	[А]	[А]	[А]	[Вт]	[Н·м]	[Вт]	[%]

4. Вычислить:

- 1) ток, потребляемый двигателем: $I = I_A + I_B$ [А]
- 2) потребляемая мощность: $P_1 = UI$ [Вт]
- 3) момент на валу двигателя: $M = F g l$ [Н·м], где
 - F - усилие, создаваемое электромагнитным тормозом;
 - $g = 9,8$ [м/с²] - ускорение свободного падения;
 - $l = 0,036$ [м] - плечо силы (расстояние от центра вала до точки крепления нити).
- 4) мощность на валу электродвигателя: $P_2 = \frac{M n}{9,55}$ [Н·м]

5) коэффициент полезного действия двигателя: $\eta = \frac{P_2}{P_1} \cdot 100 [\%]$

5. Механические и электромеханические характеристики.

- 1) Механические $[n = f(M)]$ и электромеханические $[n = f(I_a)]$ характеристики двигателя постоянного тока с параллельным возбуждением представляют собой прямые, поэтому для их построения достаточно иметь две точки.
- 2) Установить значения сопротивлений в цепи якоря и в цепи возбуждения согласно данным таблицы 3.
- 3) Снять показания приборов на холостом ходу ($F = 0$; $M = 0$), и при номинальной нагрузке ($F = 3$ [кг]; $M = 1$ [Н·м]), занести их в таблицу 3.

Таблица 3

	R_a [Ом]	R_b [Ом]	M [Н·м]	n [об/мин]	I_a [А]
1	0	0	0		
			1		
2	10	0	0		
			1		
3	20	0	0		
			1		
4	0	200	0		
			1		

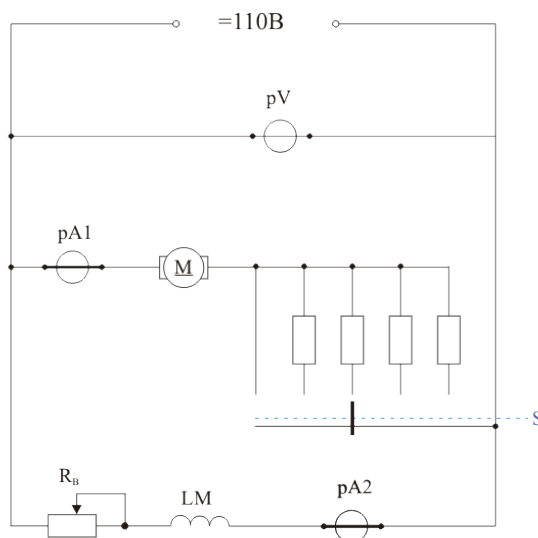
6. По данным таблицы 1 построить регулировочную характеристику двигателя $n = f(I_b)$ (примерный вид характеристики показан на рис. 1);
7. По данным таблицы 2 построить рабочие характеристики $n = f(P_2)$, $\eta = f(P_2)$ (примерный вид характеристики показан рис.2);
8. По данным таблицы 3 построить механические $n = f(M)$ и электромеханические $n = f(I_a)$ характеристики (примерный вид характеристики показан рис.3).

Содержание отчета

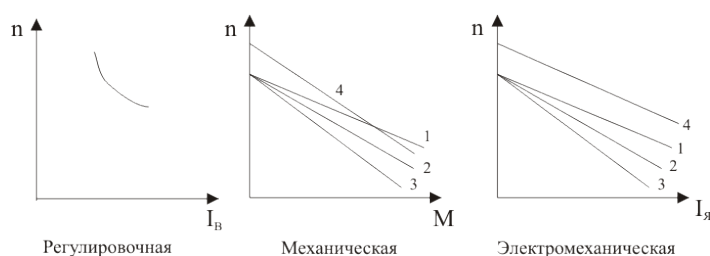
1. номер, название, цель работы;
2. схема;
3. таблицы;
4. расчетные формулы;
5. характеристики.

Вопросы к зачету

1. Устройство, принцип действия двигателя постоянного тока, маркировка выводов обмоток.
2. Перечислить способы регулирования частоты вращения двигателя с параллельным возбуждением.
3. Как производится реверс двигателя
4. Дайте определение регулировочной, рабочих, механической, электромеханической характеристик. Какой вид имеют эти характеристики
5. Что произойдет при обрыве в цепи возбуждения, если двигатель работает на холостом ходу? Что произойдет, если это случится у нагруженного двигателя?
6. Область применения двигателей постоянного тока, их достоинства и недостатки



ХАРАКТЕРИСТИКИ



Комплект оценочных заданий № 15 по Разделу 3. «Основы электроники. Электронные приборы», Тема 3.1. «Физические основы электроники. Общие сведения о полупроводниковых приборах» (Аудиторная самостоятельная работа).

Наименование: Исследование полупроводникового диода.

Задание: решить задачу. Номера задач указываются преподавателем.

1. При изменении прямого напряжения полупроводникового диода от 0,75 до 0,85 В прямой ток изменился с 35 до 85 мА, а при изменении обратного напряжения от 55 до 60 В обратный ток изменился от 20 до 40 мкА. Определить коэффициент выпрямления диода.
2. По вольт-амперной характеристике кремниевого выпрямительного диода КД103А при температуре 20°C определить сопротивление постоянному току при прямом включении для напряжений $U_{пр} = 0,4; 0,6; 0,8$ В. Построить график зависимости $R_0 = f(U_{пр})$.
3. Используя вольт-амперную характеристику кремниевого выпрямительного диода КД103А при температуре 20°C определить сопротивление постоянному току при обратном включении для напряжений $U_{обр} = -50; -100; -200$ В. Построить график зависимости $R_0 = f(U_{обр})$.
4. Построить зависимость сопротивления постоянному току диода КД103А при прямом включении от температуры окружающей среды, используя вольт-амперные характеристики, $U_{пр} = 0,4; 0,6; 0,8$ В.
5. Используя вольт-амперную характеристику кремниевого выпрямительного диода КД103А при температуре 20°C определить дифференциальное сопротивление и крутизну прямой ветви для напряжения $U_{пр} = 0,8$ В.

6. Определить дифференциальное сопротивление и крутизну обратной ветви вольт-амперной характеристики диода КД103А при температуре 20°C для напряжения $U_{\text{обр}} = -50\text{В}$
7. Построить график зависимости сопротивления постоянному току диода КД103А при обратном включении от температуры окружающей среды, используя вольт-амперные характеристики, $U_{\text{обр}} = -50; -100\text{В}$.
8. Для диода Д312 при изменении прямого напряжения от 0,2 до 0,8В прямой ток увеличивается от 2,5 до 16 мА. Определить крутизну характеристики и дифференциальное сопротивление диода.
9. Определить изменение прямого тока для диода Д311А, если известно, что при изменении прямого напряжения $U_{\text{пр}}$ от 0,2 до 0,6В крутизна характеристики $S = 150\text{мА/В}$.
10. При изменении прямого напряжения $U_{\text{пр}}$ от 0,2 до 0,4В дифференциальное сопротивление диода $R_i = 36,4\text{ Ом}$. Определить изменение прямого тока диода.

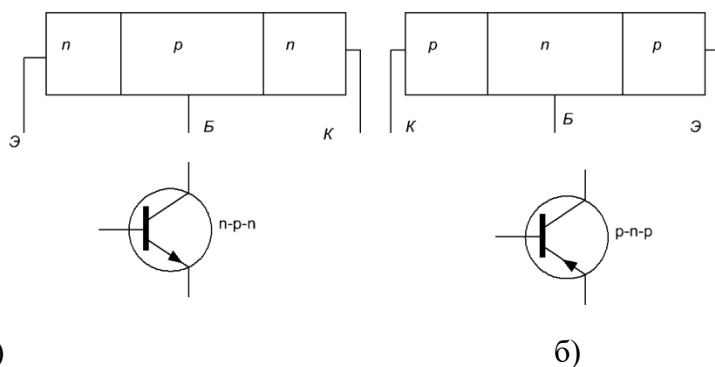
Комплект оценочных заданий № 16 по Разделу 3. «Основы электроники. Электронные приборы», Тема 3.1. «Физические основы электроники. Общие сведения о полупроводниковых приборах» (Аудиторная самостоятельная работа).

Наименование: Исследование полевого транзистора. Исследование биполярного транзистора.

Задание: ознакомиться с устройством и принципом действия полупроводникового транзистора и получить практические навыки по исследованию входных и выходных характеристик транзистора.

Краткие теоретические и справочно-информационные материалы:

Биполярный транзистор представляет собой трехэлектродный полупроводниковый прибор с двумя электронно-дырочными переходами, имеет три вывода и предназначен для усиления и генерирования электрических сигналов. Электронно-дырочные переходы в транзисторе образуются тремя областями различной электропроводности. В зависимости от порядка чередования областей транзисторы могут быть типов р-п-р и п-р-п. В обоих случаях транзистор содержит два р-п (или п-р)-перехода. На рис. 1, а, б показано условное обозначение транзисторов типов р-п-р и п-р-п.



а)

б)

Рис. 1. Условные изображения транзисторов разных типов:

а) — транзистор п-р-п типа; б) — транзистор р-п-р типа

Крайний, сильно легированный спой с меньшей площадью называется эмиттером, а слой с большей площадью - коллектором. Средний слой транзистора называют базой. Биполярный транзистор можно представить в виде эквивалентной схемы (рис. 2.)

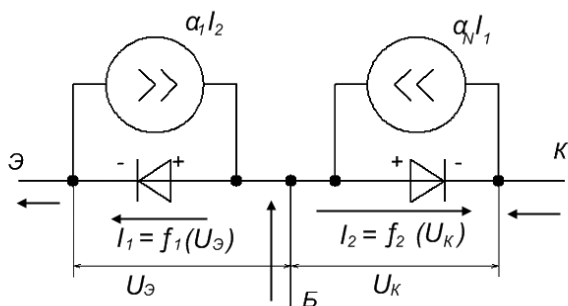


Рис. 3.2. Эквивалентная схема биполярного транзистора

В схеме с общим эмиттером ток базы управляет током коллектора, в схеме с общим коллектором ток базы управляет током эмиттера. Наиболее часто используют транзисторы при их включении по схеме с общим эмиттером. Входным напряжением в схеме с общим эмиттером является $U_{БЭ}$. На базе должно быть отрицательное напряжение (в случае транзистора типа р-п-р, чтобы первый переход оказался открытым). Выходным напряжением здесь является $U_{КЭ}$. Напряжение на коллекторе также должно быть отрицательным относительно эмиттера, а чтобы второй переход был закрытым, напряжение на коллекторе по модулю должно превышать напряжение на базе.

Принцип действия транзистора, включенного по схеме с общим эмиттером, показан на рис. 3.

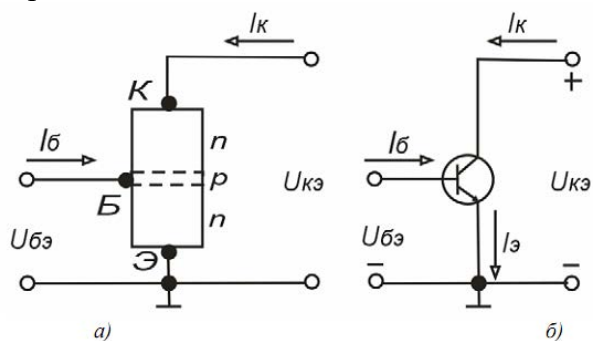


Рис.3. Транзистор типа п-р-п: а) - структура; б) -условное обозначение

Структура транзистора типа п-р-п, включенного по схеме ОЭ (рис.3, а). Условное обозначение такого транзистора приведено на рис. 3. б. Для удобства отсчета потенциалов эмиттер транзистора заземлим. Входным электродом транзистора является база р-типа, выходным - коллектор п-типа. В соответствии с изложенным ранее между базой и эмиттером подается небольшое положительное напряжение $U_{БЭ}$, а между коллектором и эмиттером напряжение $U_{КЭ}$ также положительное и большее, чем $U_{БЭ}$ (несколько вольт). Тогда на переходах транзистора получаются напряжения, соответствующие его работе в усилительном режиме.

При подаче указанных напряжений в структуре транзистора происходят следующие явления. Поскольку на эмиттерный р-п-переход подано прямое напряжение, возникает инжекция, т. е. введение электронов из эмиттера в базу. Одновременно инжектируют и дырки из базы в эмиттер, но этим явлением можно пренебречь, т. к. база имеет меньшую концентрацию примесей по сравнению с эмиттером, а, следовательно, и меньшую концентрацию носителей заряда. Небольшая часть инжектированных электронов (1-3 %) рекомбинирует с дырками базы. За счет этого по проводу, соединенному с базой, будет протекать небольшой ток базы I_B . Остальная часть электронов ($\alpha = 0,97-0,99$) проникает далее в коллектор. Этому способствует положительный заряд коллектора, а также то, что базу намеренно выполняют очень тонкой (порядка 1 мкм).

Из такого рассмотрения легко понять механизм усиления схемы ОЭ по току и напряжению. Действительно, пусть за счет входного переменного сигнала напряжение $U_{БЭ}$

изменяется. Это приведет к значительным колебаниям инжектированного эмиттером тока. Наиболее значительная часть этого тока будет протекать в коллектор, а на долю базы опять будет приходиться только небольшая часть тока. Это означает, что хотя входной ток базы небольшой, однако он вызывает значительные колебания тока на выходе. Если же в коллекторную цепь включить резистор с достаточно большим сопротивлением, то в соответствии с законом Ома колебания тока вызовут увеличение амплитуды колебания напряжения, т. е. произойдет усиление сигнала и по току, и по напряжению. Поскольку полярность напряжений, подаваемых на базу и коллектор, положительная, обе цепи можно питать от одного источника, на базу напряжение подают с помощью делителя, т. к. оно должно быть небольшим.

Параметры транзистора можно определить по его входным и выходным характеристикам. Входные характеристики транзистора, включенного по схеме с общим эмиттером, представляют собой зависимости тока базы от напряжения на базе:

$$I_{\delta} = f(U_{\delta}) \text{ при } U_{кэ} = const.$$

На рис. 4. приведены входные характеристики транзистора при его включении с общим эмиттером.

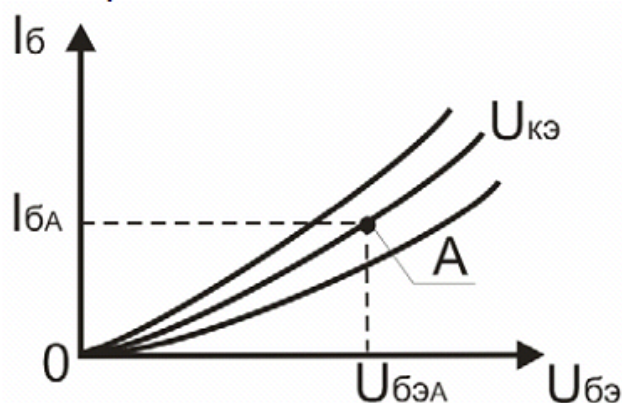


Рис. 4. Входная характеристика транзистора

При открытом первом переходе ток базы I_{δ} (т. е. входной ток) сильно зависит от прямого напряжения на базе $U_{бэ}$ и мало зависит от обратного напряжения $U_{кэ}$ (при его большом значении).

При увеличении обратного напряжения $U_{кэ}$ входная характеристика немного смещается вниз, что объясняется уменьшением тока базы из-за увеличения тока коллектора.

Используя входную характеристику транзистора, можно определить его входное сопротивление $R_{вх}$ для определенного положения рабочей точки А. Для этого при постоянном напряжении на коллекторе $U_{кэ}$ задают приращение тока базы ΔI_{δ} и определяют получающееся при этом изменение напряжения на базе $\Delta U_{бэ}$. Входное сопротивление транзистора определяют как отношение

$$R_{вх} = \frac{\Delta U_{\delta}}{\Delta I_{\delta}}$$

Выходные характеристики транзистора, включенного по схеме с общим эмиттером, представляют собой зависимости коллекторного тока от напряжения на коллекторе:

$$I_{к} = f(U_{кэ}) \text{ при } I_{\delta} = const.$$

На рис. 5. приведены выходные характеристики транзистора включенного по схеме с общим эмиттером.

С увеличением тока базы I_{δ} характеристики смещаются вверх. Связь между током коллектора $I_{к}$ и током базы I_{δ} определяется коэффициентом передачи тока базы

$$\beta = \frac{\Delta I_K}{\Delta U_{\delta}},$$

который легко можно выразить через известный коэффициент передачи тока эмиттера a :

$$\beta = \Delta I_K / \Delta I_{\delta} = \Delta I_K / (\Delta I_{\epsilon} - \Delta I_K) = a / (1 - a).$$

Коэффициент передачи тока базы β зависит от напряжения на коллекторе $U_{K\epsilon}$ и от тока эмиттера I_{ϵ} .

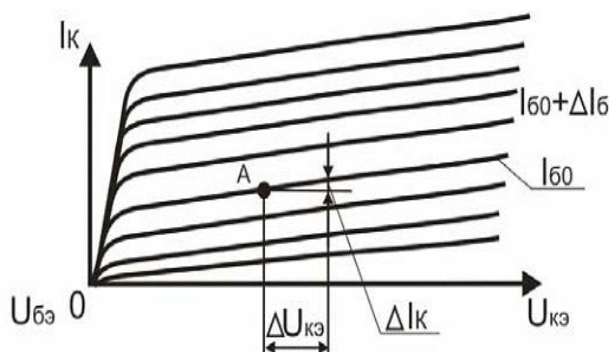


Рис. 5. Выходные характеристики транзистора

При малых напряжениях на коллекторе $|U_{K\epsilon}| < |U_{\delta\epsilon}|$ транзистор переходит в режим насыщения, при котором неосновные заряды инжектируются в базу не только эмиттером, но и коллекторным переходами. Для сохранения тока базы неизменным (т. к. характеристики снимают при $I_{\delta} = \text{const}$) нужно уменьшить напряжение на базе, что приводит к резкому уменьшению токов эмиттера и коллектора. В этом месте выходные характеристики имеют резкий спад, коэффициент передачи тока базы β резко уменьшается, эффективность управления коллекторным током снижается.

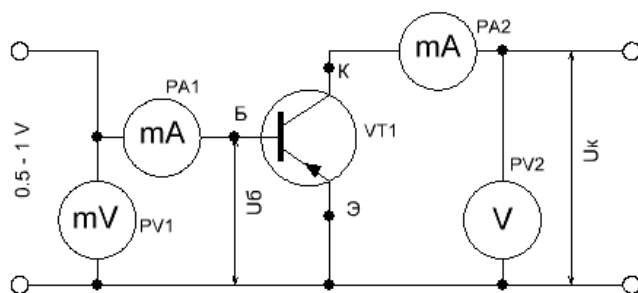
По выходным характеристикам можно определить также выходное сопротивление транзистора $R_{\text{вых}}$. Для этого в рабочей точке А при $I_{\delta} = \text{const}$ задают приращение коллекторного напряжения $\Delta U_{K\epsilon}$ и определяют получающееся при этом приращение тока коллектора ΔI_K . Выходное сопротивление транзистора находят как отношение:

Контрольные вопросы:

1. Объяснить принцип действия транзистора.
2. Привести возможные схемы включения транзистора.
3. Как определить параметры транзистора с помощью входных и выходных характеристик?

Порядок выполнения:

1. Изучить схему на испытательном стенде



2. Изменяя напряжение базы U_B от 0 до 230 мВ, измерьте по прибору РА1 ток базы I_B для двух фиксированных значений коллекторного напряжения: $U_K = 0$; $U_K = 3V$; $U_K = 7V$. полученные результаты отразить в таблице 1.

3. Изменяя коллекторное напряжение U_K от 0 до 10 V, измерьте по прибору РВ2 коллекторный ток I_K для двух фиксированных значений тока базы: $I_B = 2$ мА; $I_B = 3$ мА; $I_B = 4$ мА. полученные результаты отразить в таблице 2.

4. На основании полученных результатов построить графики входных и выходных вольтамперных характеристик.

Правила оформления работы:

- название лабораторной работы;
- цель;
- перечень и номинальные данные используемой аппаратуры;
- схема лабораторной установки;
- входные и выходные характеристики исследованного транзистора;
- экспериментальное определение характеристики исследованного транзистора;
- выводы.

Работа оформляется в тетради для лабораторных работ. Рецензируется преподавателем, защита осуществляется после получения допуска.

Таблица 1

Входные характеристики транзистора

$U_{БЭ}$ мВ	$I_{Б}$ мА		
	$U_K=0V$	$U_K=3V$	$U_K=7V$
0			
100			
150			
200			
250			

Комплект оценочных заданий № 17 по Разделу 3. «Основы электроники. Электронные приборы», Тема 3.2. «Электронная преобразовательная техника» (Аудиторная самостоятельная работа).

Наименование: Исследование выпрямителя.

Задание: провести анализ процессов в схемах выпрямительного диодного моста. Исследование осциллограмм входного и выходного напряжения для выпрямительного моста.

Краткие теоретические и справочно-информационные материалы:

В качестве источников питания различных электронных устройств часто используют выпрямители. В состав выпрямителя (рис. 1) входят следующие основные элементы: трансформатор: Tr – устройство для преобразования напряжения переменного тока питающей сети в требуемое переменное напряжение и разделения электрических цепей, вентиль B – прибор, обладающий односторонней проводимостью электрического тока, фильтр Φ – устройство, обеспечивающее необходимое ослабление пульсации выпрямленного напряжения.

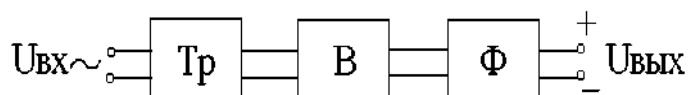


Рис. 1. Выпрямитель

Вентиль преобразует переменное напряжение в пульсирующее, что обеспечивается его свойством односторонней проводимости. При прямом напряжении вентиль имеет сопротивление, близкое к нулю, а при обратном напряжении его сопротивление становится

очень большим. В качестве вентилей можно использовать ламповые диоды, различные газоразрядные приборы, газотроны, тиратроны, игнитроны и др. Однако в настоящее время большинство выпрямителей выполняют на полупроводниковых диодах германиевых и кремниевых. Силовые полупроводниковые вентили по сравнению с другими имеют ряд преимуществ: более высокий КПД, постоянная готовность к работе, большой срок службы, малая масса и габариты, высокая надежность.

Вольтамперная характеристика полупроводникового диода (рис. 2, б) отличается от идеальной характеристики вентиля (рис. 2, а), т. к. при обратном напряжении диод проводит ток. Однако у хороших полупроводниковых диодов обратные токи весьма малы и несущественно влияют на работу выпрямителя.

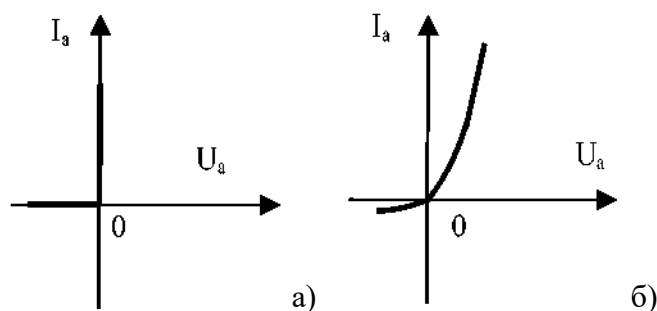


Рис. 2. Вольтамперная характеристика

На рис. 3 представлена простейшая схема однополупериодного выпрямителя, в состав которой входят трансформатор Т, вентиль VD и активная нагрузка R. Диаграммы напряжений и тока в схеме однополупериодного выпрямителя показаны на рис. 4.

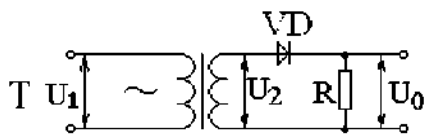


Рис. 3. Простейшая схема

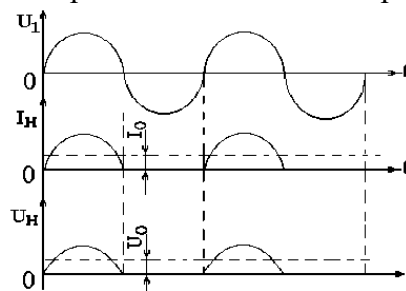


Рис. 4. Диаграммы напряжений и тока в

Ток в цепи нагрузки, включенной последовательно с вентилем, проходит лишь в те моменты времени, когда к вентилю приложено прямое напряжение. Каждые полпериода напряжение вторичной обмотки трансформатора меняет свой знак. Поэтому в течение одной половины периода к вентилю прикладывается прямое напряжение, в течение следующего полупериода – обратное. Через вентиль и нагрузку ток проходит только в одном (прямом) направлении, т. е. ток в нагрузке получается постоянным по направлению, но пульсирующим. Выпрямленное напряжение совпадает по форме с выпрямленным током. Частота пульсаций выпрямленного напряжения равна частоте сети. Пульсирующие ток и напряжение содержат постоянные составляющие. Среднее за период значение выпрямленного (пульсирующего) напряжения, т. е. его постоянная составляющая, определяется величиной $U_0 = U_{2m}/\pi$, где U_{2m} – амплитудное значение напряжения во вторичной обмотке трансформатора, или $U_0 = \sqrt{2}U_2/\pi = 0,45U_2$, где U_2 – действующее значение напряжения.

Максимальное значение обратного напряжения, прикладываемого к вентилю, равно амплитудному значению U_{2m} :

$$U_{обр.м} = U_{2m} = \pi U_0$$

Качество выпрямителя характеризуется отношением постоянной составляющей выпрямленного напряжения к действующему значению переменного напряжения: U_0/U_2 . Чем больше значение этого отношения, тем выше качество схемы выпрямителя. Для однополупериодного выпрямителя $U_0/U_2 = 0,45$.

Важным требованием к выпрямителю является снижение переменной составляющей выпрямленного напряжения при получении постоянной составляющей. Выполнение этого требования характеризуется коэффициентом пульсаций K_p , равным отношению амплитудного значения переменной составляющей выпрямленного напряжения к его постоянной составляющей: $K_p = U_m/U_0$.

Коэффициент пульсаций часто определяют по первой гармонике: $K_{n1} = U_{m1}/U_0$, где U_{m1} – амплитуда первой гармоники выпрямленного напряжения. Для однополупериодного выпрямителя $K_{n1} = 1,57$.

К выпрямителям предъявляется также требование, касающееся режима работы вентиля: обратное напряжение, прикладываемое к закрытым вентилям, не должно намного превышать выпрямленное напряжение. Выполнение этого требования характеризуется отношением максимального значения обратного напряжения к среднему значению выпрямленного: $U_{обр.м}/U_0$.

Для однополупериодного выпрямителя: $U_{обр.м}/U_0 = \pi$.

Схемы однополупериодных выпрямителей имеют ряд существенных недостатков: малое значение выпрямленного напряжения, большой коэффициент пульсаций и др. На практике часто используют различные схемы двухполупериодных выпрямителей. На рис. 5, а, б представлены схемы двухполупериодного выпрямителя с выводом от середины вторичной обмотки трансформатора и мостовая схема. Наиболее распространена из них мостовая схема, в которой не требуется трансформатор, имеющий отвод от середины вторичной обмотки.

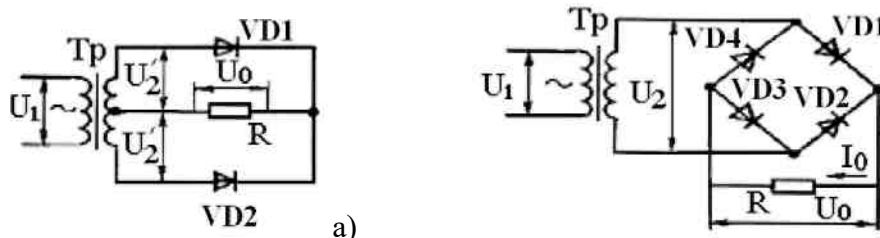


Рис. 5. Двухполупериодные выпрямители: а) – схема двухполупериодного выпрямителя с выводом от середины вторичной обмотки трансформатора; б) – мостовая схема

Четыре вентиля схемы образуют мост, к одной диагонали которого присоединяются концы вторичной обмотки трансформатора, а к другой нагрузка выпрямителя. Вентили в схеме работают поочередно попарно: при положительной полуволне напряжения U_2 , которая соответствует прямому напряжению вентиля D_1 , ток проходит через D_1 нагрузку и D_3 , а при отрицательной полуволне напряжения U_2 соответствующей прямому напряжению вентиля D_2 ток проходит через D_2 нагрузку и D_4 . На рис. 6 представлены диаграммы напряжений и тока в мостовой схеме. Частота пульсаций выпрямленного напряжения здесь в два раза больше, чем в однополупериодной схеме, что увеличивает среднее значение выпрямленного напряжения:

$$U_0 = 2 U_{2m} / \pi = 2 \sqrt{2} U_2 / \pi.$$

Коэффициент пульсаций выпрямленного напряжения по первой гармонике $K_{n1} = 0,667$.

Максимальное значение обратного напряжения, прикладываемого к закрытым вентилям, равно амплитудному значению напряжения U_{2m} . т. к. падение напряжения на открытых вентилях близко к нулю, т. е.

$$U_{OBR\ m} = U_{2m} = \pi U_0 / 2 = 1,57 U_0.$$

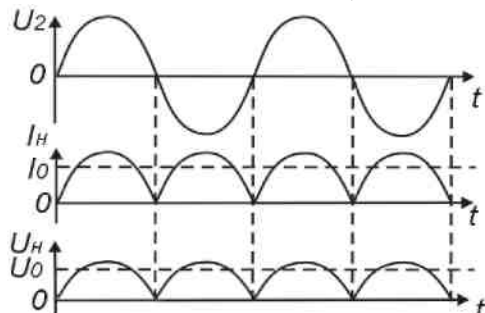


Рис. 6. Диаграммы напряжения и токов в мостовой схеме

Простейшие схемы выпрямителей имеют большой коэффициент пульсаций выпрямленного напряжения. Поэтому далее предусматривают сглаживающие фильтры. Обычно используют Г- или П-образные фильтры, включающие в себя дроссели, конденсаторы и резисторы. Чаще всего используют LC-фильтры (рис. 7, а, б), обеспечивающие хорошее сглаживание пульсаций при различных нагрузках.

Конденсатор фильтра C включают параллельно нагрузке R . Тогда при выполнении условия $X_c = 1 / (\omega C) \ll R$ конденсатор сильно шунтирует нагрузку по переменной составляющей и значительно уменьшает переменное напряжение на нагрузке.

Дроссель L включают последовательно с нагрузкой R . При выполнении условия $X_L = \omega L \gg R$ переменное напряжение с выхода выпрямителя задерживается на дросселе фильтра и в нагрузку не попадает. Одновременное включение L и C дает большой эффект сглаживания пульсаций выпрямленного напряжения. Качество фильтра оценивают коэффициентом сглаживания $K_{сгл} = K_{п. вх} / K_{п. вы}$, где $K_{п. вх}$ и $K_{п. вы}$ – коэффициенты пульсаций выпрямителя на входе и выходе фильтра. Чем больше $K_{сгл}$, тем эффективнее работает фильтр.

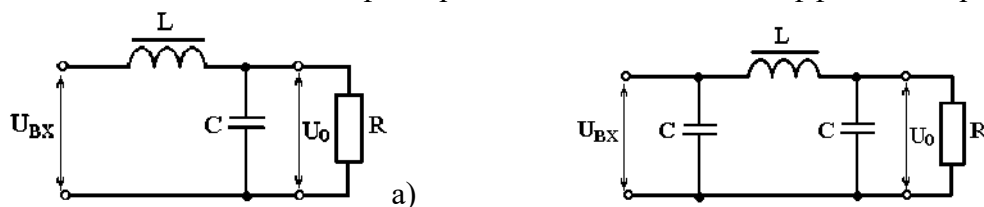


Рис. 7. Схемы использования LC-фильтров для сглаживания пульсаций при различных нагрузках: а) - Г-образный фильтр, б) - П-образный фильтр

При работе выпрямителя часть выпрямленного напряжения падает на активном сопротивлении вторичной обмотки трансформатора, на прямом сопротивлении открытого вентиля, на элементах сглаживающего фильтра. С увеличением выпрямленного тока I_0 подобные потери напряжения увеличиваются, а напряжение на нагрузке U_0 уменьшается. Зависимость $U_0 = f(I_0)$ называют внешней характеристикой выпрямителя (рис. 8).

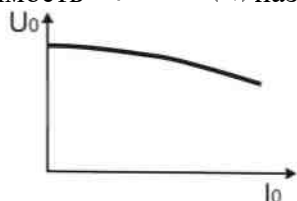


Рис. 8. Внешняя характеристика выпрямителя

Чем меньше изменяется напряжение на нагрузке U_0 при изменении тока I_0 , тем выше качество выпрямителя.

Практические задачи, задания, упражнения:

1. Изучить схемы стенда «Выпрямители» дать описание типов выпрямителей.
2. Снять и построить вольтамперную характеристику мостового выпрямителя.
3. Зарисовать осциллограмму изменения выходного напряжения.

Порядок выполнения:

1. Изучить устройство, принцип действия и область применения однофазного мостового выпрямителя.
2. Начертить схему установки и таблицу для снятия характеристик.

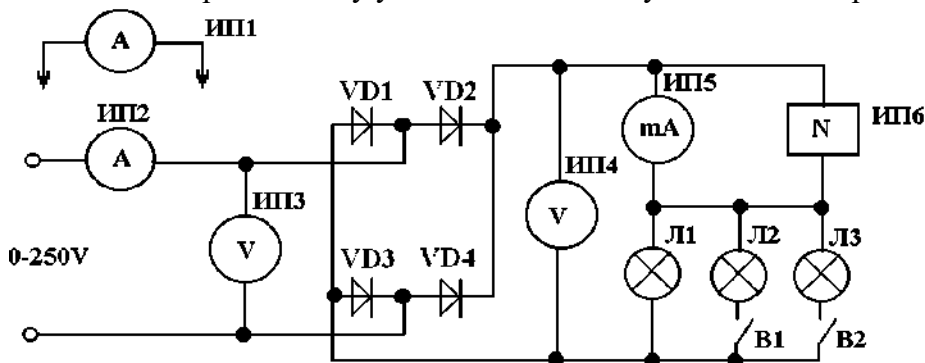


Рис. 9. Схема лабораторной установки:

ИП1 – амперметр переменного тока ~ 1 mA; ИП2 – миллиамперметр переменного тока 300 mA; ИП3 – вольтметр переменного тока 250 V; ИП4 – вольтметр постоянного тока 450 V; ИП5 – миллиамперметр постоянного тока 300 mA; ИП6 – осциллограф электронный; Д1-Д4 – диоды КД 209А; Л1-Л3 – нагрузочные лампы; В1, В2– тумблеры

1. Соберите схему согласно рис. 9.
2. Установите на блоке питания переключатель ЛАТР в положение «0–250 V».
3. Подключите схему к клеммам питания «0–250 V» приборного штатива.
4. Изменяя напряжение на входе выпрямителя от 0 до 250 V, снимите и постройте вольтамперную характеристику однофазного мостового выпрямителя.
5. Показания приборов занесите $I_{\text{выпр}} = f(U_{\text{выпр}})$ в табл. 1.

Правила оформления работы:

- указать входные и выходные параметры выпрямителей;
- схема лабораторной установки однофазного и трехфазного мостового выпрямителя;
- таблицы с экспериментальными данными;
- рисунки с экрана осциллографа;
- **выводы.**

Работа оформляется в тетради для практических работ. Рецензируется преподавателем, защита осуществляется после получения допуска.

Таблицы и выводы:

Таблица 1

[illegible]

При активно-индуктивной нагрузке											
U _{вып} , В											
I _{вып} , А											
I ₂ , А											
При активно-емкостной нагрузке											
U _{вып} , В											
I _{вып} , А											
I ₂ , А											

Контрольные вопросы:

1. Пояснить назначение элементов схемы выпрямителя.
2. Изобразить вольтамперную характеристику вентиля.
3. Какие элементы можно использовать в качестве вентиляей?
4. Перечислить известные вам схемы выпрямителей.
5. От чего зависит частота пульсаций выпрямленного напряжения?
6. Дать определение коэффициентов пульсаций и сглаживания
7. Из каких соображений выбирают элементы сглаживающего фильтра?
8. Изобразить внешнюю характеристику выпрямителя. Изменится ли она при подключении к выпрямителю сглаживающего фильтра?

Комплект оценочных заданий № 18 по Разделу 3. «Основы электроники. Электронные приборы», Тема 3.2. «Электронная преобразовательная техника» (Аудиторная самостоятельная работа).

Наименование: Исследование сглаживающего фильтра.

Задание: выполнить расчеты элементов сглаживающих фильтров. Номера заданий указывается преподавателем.

1. Однозвенный фильтр, состоящий из дросселя с индуктивностью $L = 20$ Гн и конденсатора $C = 10$ мкФ, подключен к однополупериодному выпрямителю, напряжение пульсаций которого $U_1 = 10$ В при частоте сети $f = 50$ Гц. Определить коэффициент фильтрации и напряжение пульсации на выходе фильтра.
2. Найти коэффициент фильтрации двухзвенного фильтра, если индуктивности дросселей $L_1 = 10$ Гн и $L_2 = 20$ Гн; емкости $C_1 = 5$ мкФ и $C_2 = 10$ мкФ при частоте сети $f = 50$ Гц.
3. Построить схему двухполупериодного мостового выпрямителя с емкостным сглаживающим фильтром и определить коэффициент сглаживания при условии, что амплитуда напряжения вторичной обмотки трансформатора $U_{2m} = 250$ В, выпрямленный ток, проходящий через каждый диод, $I_0 = 50$ мА, частота сети $f_c = 400$ Гц, емкость конденсатора фильтра $C_\phi = 10$ мкФ.
4. В схему однополупериодного выпрямителя включен емкостной сглаживающий фильтр. Определить емкость конденсатора фильтра, если сопротивление нагрузки $R_H = 820$ Ом, частота сети $f_c = 50$ Гц, коэффициент сглаживания $q = 10$.
5. В схему однополупериодного выпрямителя включен индуктивный сглаживающий фильтр. Определить индуктивность дросселя, если выпрямленный ток $I_0 = 75$ мА, выпрямленное напряжение $U_0 = 120$ В, частота сети $f_c = 400$ Гц, коэффициент сглаживания $q = 15$.

Комплект оценочных заданий № 19 по Разделу 3. «Основы электроники. Электронные приборы», Тема 3.3. «Электронные усилители и генераторы» (Аудиторная самостоятельная работа).

Наименование: Исследование работы усилителя.

Задание: исследовать работу усилителя постоянного тока

Теоретические сведения.

Усилитель постоянного тока (УПТ) – это усилитель, способный усиливать медленно изменяющиеся и постоянные сигналы.

Термин «усилитель постоянного тока» используется по традиции и не является вполне точным, т.к.:

- УПТ усиливает не только постоянные, но и переменные сигналы.
- УПТ, как правило, являются усилителями напряжения, а не тока.

Необходимость усиливать постоянные сигналы делает недопустимым применение в схемах УПТ трансформаторов, разделительных и шунтирующих конденсаторов.

УПТ, в которых усилительные каскады выполнены по схеме с общим эмиттером (ОЭ), а емкостные и трансформаторные связи заменены резистивными (такие УПТ называются однотактными), имеют значительные недостатки:

- резистор в цепи эмиттера, применение которого необходимо для осуществления термостабилизации режима покоя, существенно снижает коэффициент усиления каждого каскада (в УНЧ эти резисторы шунтируются конденсаторами, сопротивление которых полезному сигналу мало).
- общий коэффициент усиления УПТ снижается за счет потерь на резисторах межкаскадных связей.
- УПТ имеет существенный дрейф нуля.

Дрейф нуля – это изменение сигнала на выходе при отсутствии изменений входного сигнала. Величина $U_{др.} = \Delta U / K_U$ (ΔU – максимальное напряжение на выходе усилителя, вызванное дрейфом, K_U – коэффициент усиления УПТ) называется приведенным дрейфом.

Наличие дрейфа нуля ограничивает чувствительность усилителя т.к. минимальный входной сигнал должен значительно превосходить величину приведенного дрейфа (в противном случае полезный сигнал на выходе невозможно отличить от сигнала дрейфа).

Основные причины дрейфа нуля – это:

- температурная и временная нестабильность параметров элементов схем (в первую очередь – транзисторов).
- нестабильность источников питания.
- низкочастотные помехи.

Улучшение качества источников питания и температурной стабилизации транзисторов для уменьшения дрейфа нуля неэффективно, т.к. малейшие изменения усиливаются УПТ.

Перечисленные недостатки в значительной степени уменьшаются в двухтактных (мостовых) УПТ, наиболее распространенным из которых является симметричный дифференциальный усилительный каскад.

Простейшая схема симметричного дифференциального каскада приведена на рис.1. Транзисторы VT_1 , VT_2 и резисторы R_{K1} , R_{K2} образуют мост, в одну диагональ которого включены источники питания, а в другую – нагрузка. Баланс моста достигается выбором идентичных по параметрам транзисторов и равенством сопротивлений в их коллекторных цепях. Для точного симметрирования в схему включают резистор $R_Э^*$ (рис.2). Сопротивление этого резистора очень мало ($R_Э^* \ll R_Э$), и не вносит существенных изменений в приведенные ниже уравнения, выполняющиеся в схеме, представленной на рис.1:

- для участка цепи («+ E» - «общая точка эмиттеров транзисторов»):

$$U_{Э1} = U_{Э2} = U_Э = +E - I_Э R_Э \quad (1)$$

где: $I_Э = I_{Э1} + I_{Э2}$ – ток, протекающий по резистору $R_Э$.

- для участков цепи («- E» - «коллектор VT_1 ») и («- E» - «коллектор VT_2 »):

$$U_{K1} = -E + I_{K1} R_K \quad (2a)$$

$$U_{K2} = -E + I_{K2} R_K \quad (2б)$$

$$\text{где: } R_K = R_{K1} = R_{K2}$$

- для участков цепи («эмиттер VT_1 » - «база VT_1 » - «источник входного сигнала $u_{BX,1}$ » - « $\perp$ »)
и

(«эмиттер VT_2 » - «база VT_2 » - «источник входного сигнала $u_{BX,2}$ » - « $\perp$ »)

$$U_{БЭ1} = U_{Э} \pm u_{BX,1} \quad (3a)$$

$$U_{БЭ2} = U_{Э} \pm u_{BX,2} \quad (3б)$$

Выходное напряжение каскада:

$$u_{ВЫХ.} = U_{K2} - U_{K1} = (I_{K2} - I_{K1})R_K \quad (4)$$

Режим покоя.

В режиме покоя $u_{BX,1} = u_{BX,2} = 0$. При этом по транзисторам протекают равные токи ($I_{Б1} = I_{Б2}$ и $I_{K1} = I_{K2}$); напряжения на их коллекторах одинаковы ($U_{K1} = U_{K2}$) и выходное напряжение каскада равно нулю. Величина базовых токов определяется сопротивлением резистора $R_{Э}$, которое, при получении необходимого напряжения смещения транзисторов, оказывается достаточно высоким, чтобы обеспечить хорошую температурную стабилизацию режима покоя.

При увеличении температуры транзисторов возрастают токи I_{K1} ; I_{K2} ; $I_{Э}$. Незначительное увеличение тока $I_{Э}$ приводит к существенному возрастанию произведения $I_{Э} R_{Э}$ и уменьшению напряжения $U_{Э}$ (см. формулу (1)), что приводит к уменьшению напряжений $U_{БЭ1}$ и $U_{БЭ2}$ (см. формулы (3a); (3б)). Уменьшение $U_{БЭ1}$ и $U_{БЭ2}$ вызывает, в свою очередь, уменьшение токов I_{K1} ; I_{K2} ; $I_{Э}$. Т.о. в схеме осуществляется отрицательная обратная связь по сумме эмиттерных токов. В результате ток $I_{Э} = I_{Э1} + I_{Э2} \approx I_{K1} + I_{K2}$ стабилизируется. Качество стабилизации достаточно высокое, чтобы считать, что $I_{Э} = const.$ т.е. через резистор $R_{Э}$ в схему подается стабильный ток.

Дрейф нуля в схеме ДСК на несколько порядков меньше, чем в одноконтурных схемах, т.к. при любых симметричных изменениях напряжения на коллекторах транзисторов изменяются одинаково, и их разность остается постоянной.

При абсолютной идентичности характеристик транзисторов дрейф нуля был бы равен нулю, однако на практике это не достижимо. В настоящее время дифференциальные каскады изготавливаются в виде интегральных микросхем (ИМС) и высокая степень симметрии обеспечивается изготовлением транзисторов на одном кристалле.

Режим усиления.

1. Рассмотрим работу схемы при замыкании базы транзистора VT_2 на заземленную точку « $\perp$ » ($u_{BX,2} = 0$) и подаче входного сигнала на базу транзистора VT_1 ($u_{BX,1} \neq 0$).

При подаче входного сигнала $u_{BX,1} < 0$ возрастает ток базы ($I_{Б1}$) и напряжение между базой и эмиттером ($U_{БЭ1}$) транзистора VT_1 , что приводит к увеличению коллекторного (I_{K1}) и эмиттерного ($I_{Э1}$) токов этого транзистора. Увеличение тока $I_{Э} = I_{Э1} + I_{Э2}$ приводит, как уже указывалось, к возрастанию произведения $I_{Э} R_{Э}$ и уменьшению напряжения $U_{Э}$. В результате уменьшается напряжение между базой и эмиттером ($U_{БЭ2}$) и ток базы ($I_{Б2}$) транзистора VT_2 . Уменьшение базового тока приводит к уменьшению коллекторного (I_{K2}) и эмиттерного ($I_{Э2}$) токов второго транзистора и суммарный ток эмиттеров сохраняет значение, соответствующее режиму покоя ($I_{Э} = I_{Э1} + I_{Э2} = const.$). Т.к. ток $I_{Э}$ при работе каскада сохраняет свое значение, то, несмотря на значительную величину сопротивления резистора $R_{Э}$, падение напряжения на нем не снижает коэффициент усиления каскада, в отличие от усилительного каскада с общим эмиттером.

Т. о. отрицательное приращение входного напряжения приводит к увеличению тока I_{K1} и уменьшению тока I_{K2} , что соответствует отрицательному приращению выходного напряжения каскада:

$$u_{ВЫХ.} = U_{K2} - U_{K1} = (I_{K2} - I_{K1})R_K < 0$$

При подаче входного сигнала $u_{ВХ.1} > 0$ ток I_{K1} уменьшается, а ток I_{K2} возрастает и выходное напряжение положительно:

$$u_{ВЫХ.} = U_{K2} - U_{K1} = (I_{K2} - I_{K1})R_K > 0$$

Т.к. знак выходного напряжения совпадает со знаком входного, этот вход усилителя называется прямым:

$$u_{ВЫХ.} = +K_U u_{ВХ.1} \quad (K_U - \text{коэффициент усиления по напряжению}).$$

2. При замыкании базы транзистора VT_1 на заземленную точку « $\perp$ » ($u_{ВХ.1} = 0$) и подаче входного сигнала на базу транзистора VT_2 ($u_{ВХ.2} \neq 0$), отрицательному приращению входного напряжения соответствует положительное приращение выходного и наоборот. Этот вход усилителя называется инвертирующим:

$$u_{ВЫХ.} = -K_U u_{ВХ.2}$$

3. При подаче на базы транзисторов входных сигналов от двух независимых источников выходное напряжение определяется методом суперпозиции (наложения):

$$u_{ВЫХ.} = K_U (u_{ВХ.1} - u_{ВХ.2}).$$

Недостатком симметричного дифференциального каскада является отсутствие общей точки у источников входных сигналов и выходом усилителя. Этот недостаток устранен в схеме несимметричного дифференциального каскада (рис.3), у которого сигнал снимается с коллектора транзистора VT_2 , при этом сопротивление в коллекторную цепь транзистора VT_1 обычно не включают.

Т.к. в режиме покоя напряжение на коллекторе транзистора VT_2 существенно меньше нуля, для обеспечения выполнения условия:

$$u_{ВЫХ.} = 0 \text{ при } u_{ВХ.1} = u_{ВХ.2} = 0,$$

необходимо ввести в выходную цепь источник постоянного компенсирующего напряжения, что снижает коэффициент усиления. В практических схемах для компенсации используется резистивный делитель напряжения.

Таблица вариантов.

Бригада	1	2	3	4	5	6	7	8
$U_{ВХ.2}^* [\text{mB}]$	- 60	- 40	- 20	+ 20	+ 40	+ 60	+ 40	- 40
$U_{ВХ.1}^* [\text{mB}]$	+ 20	+ 40	+ 60	- 60	- 40	- 20	- 20	+ 40
$R_{10} [\text{kOm}]$	5,0	5,0	10,0	7,5	5,0	10,0	7,5	10,0

1. Симметричный дифференциальный каскад.

1.1. Установить тумблеры:

S_1 и S_2 — в положение « $\perp$ »;

S_3 — в положение « R_4 »;

S_4, S_5 и S_6 — в положение «выкл.».

1.2. Включить станд. Установить напряжения источника питания $E_{II} = \pm 15 [\text{B}]$.

1.3. Потенциометром R_4 установить напряжение в контрольной точке «1» (напряжение режима покоя коллектора транзистора VT_1) $U_{КП.} = 7,5 [\text{B}]$

Потенциометром R_3 произвести балансировку схемы (добиться нулевого значения напряжения между коллекторами транзисторов). Измерить напряжение в контрольной точке «1», при необходимости откорректировать его значение потенциометром R_4 и вновь произвести балансировку схемы.

1.4. Подключить прямой вход усилителя к источнику входного напряжения (тумблером S_1). Изменять напряжение на прямом входе усилителя (u_1) сначала от нуля до $+200 [\text{mB}]$, затем от

нуля до $-200[mB]$. Показания приборов (напряжение на входе и на выходе каскада) заносить в таблицу 1.1.

Таблица 1.1.

$u_1[mB]$	-200	-150	-100	-60	-40	-20	0	+20	+40	+60	+100	+150	+200
$u_{ВЫХ.1}[B]$													

1.5. По данным таблицы 1.1 построить передаточную функцию усилителя $u_{ВЫХ.1} = f(u_1)$ и определить по ней коэффициент усиления каскада $K_U = \Delta U_{ВЫХ.} / \Delta U_{ВХ.}$

1.6. Подключить инвертирующий вход усилителя к источнику входного напряжения (тумблером S_2) и установить на нем напряжение равное заданному в таблице вариантов значению $U_{ВХ.2}^*$. Повторить опыт. Показания приборов заносить в таблицу 1.2., по ее данным построить передаточную функцию усилителя $u_{ВЫХ.2} = f(u_1)$.

Таблица 1.2.

$u_1[mB]$	-200	-150	-100	-60	-40	-20	0	+20	+40	+60	+100	+150	+200
$u_{ВЫХ.2}[B]$													

1.7. Установить на прямом входе напряжение равное заданному в таблице вариантов значению $U_{ВХ.1}^*$. Изменять напряжение на инвертирующем входе усилителя (u_2) сначала от нуля до $+200[mB]$, затем от нуля до $-200[mB]$. Показания приборов заносить в таблицу 1.3., по ее данным построить передаточную функцию усилителя $u_{ВЫХ.3} = f(u_2)$.

Таблица 1.3.

$u_2[mB]$	-200	-150	-100	-60	-40	-20	0	+20	+40	+60	+100	+150	+200
$u_{ВЫХ.3}[B]$													

2. Двухкаскадный усилитель постоянного тока.

2.1. Установить тумблеры:

S_1 и S_2 – в положение « $\perp$ »;

S_3 – в положение « R_4 »;

S_4 , и S_5 – в положение «вкл.».

S_6 – в положение «выкл.».

2.2. Включить вольтметр на выход двухкаскадного усилителя (подключить его к контрольной точке «3»). Произвести балансировку схему потенциометрами R_7 и R_6 . Подключить прямой вход усилителя к источнику входного напряжения (тумблером S_1). Изменять напряжение на прямом входе усилителя сначала от нуля до $+200[mB]$, затем от нуля до $-200[mB]$. Показания приборов заносить в таблицу 2.1., по ее данным построить передаточную функцию усилителя $u_{ВЫХ.4} = f(u_1)$ и определить по ней коэффициент усиления двухкаскадного усилителя: $K_U = \Delta U_{ВЫХ.} / \Delta U_{ВХ.}$

Таблица 2.1.

$u_1[mB]$	-200	-150	-100	-60	-40	-20	0	+20	+40	+60	+100	+150	+200
$u_{ВЫХ.4}[B]$													

2.3. Включить тумблер S_6 , установить потенциометр R_{10} в положение, указанное в таблице вариантов. Повторить опыт. Показания приборов заносить в таблицу 2.2., по ее данным

построить передаточную функцию усилителя $u_{\text{ВЫХ.5}} = f(u_1)$, определить коэффициент усиления.

Таблица 2.2.

$u_1[\text{mB}]$	-200	-150	-100	-60	-40	-20	0	+20	+40	+60	+100	+150	+200
$u_{\text{ВЫХ.5}}[\text{B}]$													

Содержание отчета.

1. Номер, название, цель работы.
2. Номер бригады и данные таблицы вариантов для своего варианта.
3. Таблицы и графики передаточных функций:
 - а) $u_{\text{ВЫХ.1}} = f(u_1)$; $u_{\text{ВЫХ.2}} = f(u_1)$; $u_{\text{ВЫХ.3}} = f(u_2)$.
 - б) $u_{\text{ВЫХ.4}} = f(u_1)$; $u_{\text{ВЫХ.5}} = f(u_1)$.

Комплект оценочных заданий № 20 по Разделу 3. «Основы электроники. Электронные приборы», Тема 3.3. «Электронные усилители и генераторы» (Аудиторная самостоятельная работа).

Наименование: Исследование генератора гармонических колебаний.

Задание: рассчитать и экспериментально проверить работу генераторов периодических сигналов на операционных усилителях

Необходимое оборудование:

- стенд «Мультивибратор, одновибратор, компаратор, ГЛИН на операционном усилителе».

Схема стенда представляет собой совокупность рассмотренных в разделе «теоретические сведения» электронных устройств на базе операционных усилителей. Сопротивления резисторов R_2 , R_3 , R_5 , R_7 , R_{11} , R_{15} регулируются, что позволяет изменять параметры получаемых сигналов. Значения сопротивлений нерегулируемых резисторов и емкостей конденсаторов необходимые для расчетов приведены ниже:

1. Мультивибратор на ОУ DA1:
 $R_1 = 7,5 [\text{кОм}]$; $R_4 = 51 [\text{кОм}]$, $C_1 = 1 [\mu\text{F}]$.
 2. Интегратор (ГЛИН) на ОУ DA2:
 $C_2 = 0,2 [\mu\text{F}]$.
 3. Компаратор на ОУ DA3:
 $R_8 = 7,5 [\text{кОм}]$.
 4. Мультивибратор на ОУ DA4:
 $R_9 = 10 [\text{кОм}]$; $R_{10} = 20 [\text{кОм}]$, $C_3 = 0,2 [\mu\text{F}]$.
 5. Одновибратор на ОУ DA5:
 $R_{13} = 20 [\text{кОм}]$; $R_{14} = 200 [\text{кОм}]$, $C_5 = 0,1 [\mu\text{F}]$.
- осциллограф двухлучевой С1 - 55.
Измерение периодических сигналов осциллографом С1 – 55.
 1. Включить осциллограф и дать ему прогреться в течение трех минут.
 2. Потенциометры «усиление» обоих лучей и потенциометр «длительность» установить в крайнее правое положение.
 3. Переключатели « $\approx \leftrightarrow \cong$ » обоих лучей установить в положение « $\cong$ »; переключатель « $\times 1 \leftrightarrow \times 0,2$ » в положение « $\times 1$ ».
 4. Переключателями [Вольт/дел] выбрать масштабы по напряжению таким образом, чтобы амплитуда исследуемого сигнала соответствовала приблизительно половине размера экрана осциллографа по вертикали.

5. Переключателем «длительность» выбрать масштаб времени таким образом, чтобы период повторения сигнала был несколько меньше, чем время развертки.
6. Подключить входы осциллографа к точке « $\perp$ », потенциометрами « $\updownarrow$ » установить лучи на линии горизонтальной разметки экрана осциллографа.
7. Переключатель «синхронизация» установить в положение «внутр.1», если амплитуда сигнала, подаваемого на первый вход, больше, чем амплитуда сигнала, подаваемого на второй, или «внутр.2» в противном случае.
8. Подключить входы осциллографа к источникам измеряемых сигналов, потенциометрами «стаб.» и «синхронизация» добиться устойчивой картинки на экране осциллографа.
9. Потенциометрами « $\leftrightarrow$ » «грубо» и «плавно» установить лучи в удобное для измерений положение.

Таблица вариантов.

Бригада	1	2	3	4	5	6	7	8
$t_{из}[мс]$	1,0	2,0	0,8	1,5	2,0	1,0	1,5	2,5
$t_{пз}[мс]$	12	8	10	12	12	10	10	12
$U^*_4[B]$	12	10	8	12	10	8	12	10
Q_6	1/2	1/3	2/3	1/2	1/3	2/3	1/2	1/3
$T_9[мс]$	0,8	1,4	0,7	1,0	1,2	1,0	1,2	1,4
Q_9	1/2	1/3	1/2	1/2	1/3	1/2	1/3	1/3
K	1/2	1/3	1/2	1/3	1/2	1/2	1/3	1/4

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ.

1. Мультивибратор на ОУ DA1.

1.1. Используя формулы (5) и (6), рассчитать сначала сопротивление резистора R_3 , необходимое для получения заданного в таблице вариантов времени импульса $t_{из}$, а затем сопротивление резистора R_2 , необходимое для получения заданного в таблице вариантов времени паузы $t_{пз}$. Полученные значения занести в таблицу 1. (в графу «вычислено») и установить на стенде. Установить, $R_5 = 2 \div 3[кОм]$, включить стенд.

Таблица 1.

	R_2	R_3	R_5	R_7	R_{11}	R_{15}
	[кОм]	[кОм]	[кОм]	[кОм]	[кОм]	[кОм]
Вычислено						
Установлено						

1.2. Подключить осциллограф к контрольной точке «3». Измерить $t_{пз}$ и $t_{из}$, величина которых может несколько отличаться от заданных ввиду разброса параметров элементов схемы. Регулировкой R_2 и R_3 добиться совпадения экспериментально полученных значений $t_{пз}$ и $t_{из}$ с заданным. Полученные значения R_2 и R_3 занести в таблицу 1. Подключить второй вход осциллографа сначала к контрольной точке «1», затем к контрольной точке «2». Начертить осциллограммы напряжений $u_1(t)$; $u_2(t)$; $u_3(t)$.

Рекомендуется:

- размещать осциллограммы одну под другой в порядке, указанном в разделе «содержание отчета».

- выбрать масштаб по оси времени таким образом, чтобы на рисунке помешалось $1,5 \div 2$ периода повторения напряжения $u_3(t)$.

2. Интегратор (ГЛИН) на ОУ DA2.

2.1. Используя формулу (4), рассчитать сопротивление резистора R_5 , необходимое для получения заданного в таблице вариантов максимального значения выходного напряжения U^*_4 , при подаче на вход интегратора напряжения $u_3(t)$. Величину напряжения $U_{MAX.}$ определить по осциллограмме напряжения u_3 или вычислить по формуле $U_{MAX.} = 0,9U_{II}$. Полученное значение R_5 занести в таблицу 1 и установить на стенде.

2.2. Подключить осциллограф к контрольным точкам «3» и «4», регулировкой R_5 добиться совпадения экспериментально полученного значения U^*_4 с заданным. Полученное значение R_5 занести в таблицу 1. Начертить осциллограмму напряжения $u_4(t)$.

3. Компаратор на ОУ DA3:

3.1. Используя формулы (2) и (3), рассчитать сопротивление резистора R_7 , необходимое для получения заданной в таблице вариантов скважности импульсов на выходе компаратора Q_6 при подаче на его прямой вход напряжения $u_4(t)$. Полученное значение R_7 занести в таблицу 1 и установить на стенде.

3.2. Подключить осциллограф к контрольным точкам «6» и «5», регулировкой R_7 добиться совпадения экспериментально полученного значения Q_6 с заданным. Полученное значение R_7 занести в таблицу 1. Начертить осциллограммы напряжения $u_5(t)$ и $u_6(t)$.

4. Мультивибратор на ОУ DA4.

4.1. Используя формулу (7), рассчитать сопротивление резистора R_{11} , необходимое для получения заданного в таблице вариантов периода повторения импульсов T_9 на выходе мультивибратора. Полученное значение R_{11} занести в таблицу 1 и установить на стенде.

4.2. Подключить осциллограф к контрольной точке «9», регулировкой R_{11} добиться совпадения экспериментально полученного значения T_9 с заданным. Регулировкой R_9 установить заданную в таблице вариантов скважность импульсов Q_9 . Полученное значение R_{11} занести в таблицу 1. Подключить второй вход осциллографа сначала к контрольной точке «7», затем к контрольной точке «8». Начертить осциллограммы напряжений $u_7(t)$; $u_8(t)$; $u_9(t)$.

5. Одновибратор на ОУ DA5.

5.1. Используя формулу (8), рассчитать сопротивление резистора R_{15} , необходимое для получения на выходе одновибратора времени импульса $t_{II3} = K t_{II9} = KT_9 Q_9$ (значение K задано в таблице вариантов). Полученное значение R_{15} занести в таблицу 1 и установить на стенде.

5.2. Подключить осциллограф к контрольной точке «13», регулировкой R_{15} добиться совпадения экспериментально полученного значения t_{II3} с расчетным. Полученное значение R_{15} занести в таблицу 1. Подключить второй вход осциллографа сначала к контрольной точке «10», затем к контрольной точке «11», затем к контрольной точке «12». Начертить осциллограммы напряжений $u_{10}(t)$; $u_{11}(t)$; $u_{12}(t)$; $u_{13}(t)$.

6. Операция «И» на ОУ DA6.

Подключить осциллограф к контрольным точкам «6» и «14». Начертить осциллограмму напряжения $u_{14}(t)$.

7. Инвертирующий усилитель на ОУ DA7.

Подключить осциллограф к контрольным точкам «6» и «15». Начертить осциллограмму напряжения $u_{15}(t)$.

4.1.2. УСТНЫЙ ОПРОС

Устный опрос №1 по Разделу 1. Основные законы электротехники, Тема 1.1. Характеристики и параметры электрических и магнитных полей (Аудиторная работа).

1. Дайте определение понятий «заряд», «точечный заряд», что принято за единицу измерения заряда.
2. Что такое электрическое поле и чем оно характеризуется?
3. Сформулируйте закон Кулона.
4. Как определить силу действия на заряд множества зарядов?
5. По каким признакам подразделяют вещества на проводники, диэлектрики, полупроводники?
6. Опишите явление поляризации диэлектрика.
7. Какое устройство называют конденсатором?
8. Что называется емкостью конденсатора и от чего она зависит?
9. Что такое магнитное поле, основные характеристики магнитного поля?
10. Что представляет собой магнитный поток?
11. Сформулируйте закон полного тока.
12. От чего зависит магнитное напряжение между двумя точками магнитного поля, в каких единицах оно измеряется? Какая величина носит сокращенное название МДС, что она характеризует?
13. В чем отличие магнитных свойств ферромагнетиков, парамагнетиков, диамагнетиков?
14. Дайте понятия индуктивности, потокосцепления.
15. Чем отличается согласное и встречное включение катушек?
16. Чем определяется энергия магнитного поля контура с током?
17. В чем заключается явление электромагнитной индукции?
18. Что называется ЭДС самоиндукции и ЭДС взаимной индукции?
19. Какова природа вихревых токов, влияние вихревых токов на КПД электромагнитных механизмов?
20. Примеры использования вихревых токов в технике, медицине, быту.
21. Какие меры принимают в технических условиях для уменьшения потерь энергии от вихревых токов?
22. Опишите принцип работы генератора и двигателя.

Устный опрос №2 по Разделу 2. Основы теории электрических машин, принципы работы типовых электрических устройств, Тема 2.2. Электрические машины постоянного и переменного тока (Аудиторная работа).

1. Какие машины постоянного тока существуют?
2. Каков принцип действия двигателя постоянного тока, виды двигателей постоянного тока?
3. Способы пуска, реверса, регулирования частоты вращения и торможения двигателей постоянного тока.
4. Каков принцип действия генераторов постоянного тока?
5. Устройство генератора постоянного тока
6. Какие машины переменного тока существуют?
7. Каков принцип действия асинхронного двигателя, виды асинхронных двигателей?
8. Способы пуска, реверса, регулирования частоты вращения и торможения асинхронных двигателей.
9. Каков принцип действия синхронных машин, где они применяются?
10. Устройство синхронной машины.

Устный опрос №3 по Разделу 3. Основы электроники. Электронные приборы, Тема 3.1. Физические основы электроники. Общие сведения о полупроводниковых приборах (Аудиторная работа).

1. Электронно-дырочный переход и его свойства. Виды пробоев.
2. Выпрямительные и универсальные диоды, стабилитроны.
3. Тиристоры, характеристика, способы открытия, закрытия и управление работой. Применение.
4. Транзисторы биполярные и полевые. Характеристики, применение.

4.1.3. ПИСЬМЕННАЯ ПРОВЕРКА

Письменная проверка №1 по Разделу 3. Основы электроники. Электронные приборы, Тема 3.2. Электронная преобразовательная техника, Тема 3.3. Электронные усилители и генераторы, Тема 3.4. Микропроцессорные средства измерений (Аудиторная самостоятельная работа).

Задание: ответить на вопросы по вариантам:

1. Неуправляемые и управляемые однофазные и трехфазные выпрямители.
2. Фильтры, применение.
3. Приборы индикации.
4. Интегральные микросхемы – гибридные, полупроводниковые. Параметры, классификация, назначение, маркировка.
5. Микропроцессорные средства измерения.
6. Принцип усиления напряжения и тока.
7. Обратные связи и стабилизация режимов работы.
8. Усилители постоянного тока.
9. Электронные генераторы синусоидальных колебаний.
10. Мультивибраторы и триггеры.
11. Электронный осциллограф, электронно-лучевая трубка.

4.2. Задания для промежуточной аттестации

Перечень

вопросов и практических заданий для подготовки к дифференцированному зачету по учебной дисциплине «ОП.03 Электротехника и электроника» для обучающихся по специальности 26.02.01 «Эксплуатация внутренних водных путей»

Перечень вопросов:

1. Электростатическое поле. Закон Кулона, напряженность, потенциал, напряжение.
2. Электрическая емкость. Конденсаторы. Способы соединения конденсаторов.
3. Электрический ток. Сопротивление и проводимость проводников. Законы Ома и Джоуля-Ленца для участка цепи.
4. Электрическая цепь. Закон Ома для всей цепи. Режимы работы цепи.
5. Электрическая энергия и мощность в электрической цепи. Баланс мощностей и энергий.
6. Цепь с двумя источниками и ее расчет.
7. Смешанное соединение резисторов. Первый закон Кирхгофа. Расчет простых цепей.
8. Второй закон Кирхгофа.
9. Метод двух узлов.
10. Метод законов Кирхгофа.
11. Метод контурных токов.
12. Метод наложения.
13. Магнитное поле и его параметры.
14. Магнитный гистерезис. Магнитные материалы.
15. Магнитное поле провода с током и катушки с током.
16. Провод с током в магнитном поле.

17. Самоиндукция. Индуктивность катушки. Закон Ленца.
18. Взаимоиндукция. Взаимоиндуктивность катушек.
19. Преобразование механической энергии в электрическую (принцип действия генератора постоянного тока).
20. Преобразование электрической энергии в механическую (принцип действия двигателя постоянного тока).
21. Получение синусоидальной ЭДС. Параметры переменного тока.
22. Действующее значение переменного тока.
23. Среднее значение переменного тока.
24. Цепь переменного тока с R.
25. Цепь переменного тока с L.
26. Цепь переменного тока с C.
27. Неразветвленная цепь RLC и ее расчет с помощью векторных диаграмм.
28. Резонанс напряжений.
29. Идеальная разветвленная цепь R.LC и ее расчет с помощью векторных диаграмм.
30. Неразветвленная и разветвленная схемы замещения катушки индуктивности. Их эквивалентность.
31. Расчет произвольной неразветвленной цепи переменного тока.
32. Расчет реальной разветвленной цепи с помощью векторных диаграмм (графоаналитическим методом).
33. Расчет реальной разветвленной цепи методом проводимостей.
34. Коэффициент мощности и его значение в электроэнергетике.
35. Резонанс токов.
36. Трехфазная симметричная цепь, соединенная звездой. Расчет цепи.
37. Трехфазная несимметричная цепь, соединенная звездой. Расчет цепи.
38. Роль нейтрального провода в четырехпроводной трехфазной цепи.
39. Трехфазная симметричная и несимметричная цепи, соединенные треугольником. Расчет цепи.
40. Аварийные случаи в трехфазных цепях.

Перечень практических заданий

1. Расчет произвольной неразветвленной цепи переменного тока.
2. Расчет реальной разветвленной цепи с помощью векторных диаграмм (графоаналитическим методом).
3. Расчет реальной разветвленной цепи методом проводимостей.
4. Трехфазная симметричная цепь, соединенная звездой. Расчет цепи.
5. Трехфазная несимметричная цепь, соединенная звездой. Расчет цепи
6. Трехфазная симметричная и несимметричная цепи, соединенные треугольником. Расчет цепи.