



МИНТРАНС РОССИИ

РОСМОРРЕЧФЛОТ

Котласский филиал

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения 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

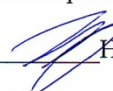
квалификация

техник водных путей с правом эксплуатации судовых энергетических установок

г. Котлас


2026

СОГЛАСОВАНА
Заместитель директора по учебно-методической работе филиала



Н.Е. Гладышева
27 05 2026

УТВЕРЖДЕНА
Директор филиала



О.В. Шергина
28 05 2026


ОДОБРЕНА
на заседании цикловой комиссии
судоводительских, механических и
электромеханических дисциплин
Протокол от 12.05.2026 № 9

Председатель 

Н.В. Шестаков

РАЗРАБОТЧИК:

Куликов Иван Васильевич – 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 от 13.12.2024 № 878 (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 28.12.2024, регистрационный № 80824) 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 23.01.2019 № 33н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 19.02.2019, регистрационный № 53829), рабочей программы воспитания.

СОДЕРЖАНИЕ

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	4
2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	17
3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	22
4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	25

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 04, ОК 05, ОК 09), профессиональных компетенций (ПК 1.3, ПК 2.1, ПК 2.2, ПК 2.3) 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 ПОП. Освоение содержания учебной дисциплины обеспечивает достижение обучающимися целевых ориентиров воспитания

Код и формулировка компетенции	Умения, знания	Целевые ориентиры воспитания
<p>ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам</p>	<p>Уметь: распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте; анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части; определять этапы решения задачи; выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы; составлять план действия; определять необходимые ресурсы; владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах; реализовывать составленный план; оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника).</p>	<p>Профессионально-трудовое воспитание</p> <p>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.</p> <p>Участвующий в социально значимой трудовой и профессиональной деятельности разного вида в семье, образовательной организации, на базах производственной практики, в своей местности.</p> <p>Выражающий осознанную готовность к непрерывному образованию и самообразованию в выбранной сфере профессиональной деятельности.</p> <p>Понимающий специфику профессионально-трудовой деятельности, регулирования трудовых отношений, готовый учиться и трудиться в современном высокотехнологичном мире на благо государства и общества.</p> <p>Ориентированный на осознанное освоение выбранной сферы профессиональной деятельности с учётом личных жизненных планов, потребностей своей семьи, государства и общества.</p> <p>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.</p> <p>Разделяющий корпоративные ценности и миссию работодателя.</p> <p>Помогающий реализовывать стратегию компании на рынке труда.</p> <p>Обеспечивающий собственную деятельность и действия подчиненных при возникновении чрезвычайных ситуаций техногенного и природного характера.</p>

	<p>Знать: актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить;</p> <p>основные источники информации и ресурсы для решения задач и проблем в профессиональном и/или социальном контексте;</p> <p>алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях;</p> <p>методы работы в профессиональной и смежных сферах;</p> <p>структуру плана для решения задач;</p> <p>порядок оценки результатов решения профессиональной деятельности</p>	<p>Демонстрирующий знания и умения в профессиональной деятельности, обеспечивающие безаварийную работу при выполнении должностных обязанностей и сохранения здоровья и жизни членов экипажа.</p> <p>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.</p> <p>Умеющий эффективно взаимодействовать, продуктивно работать в составе экипажа морского судна и судов внутреннего водного транспорта, с уважением относящийся к чужому труду.</p> <p>Ценности научного познания</p> <p>Деятельно выражающий познавательные интересы в разных предметных областях с учётом своих интересов, способностей, достижений, выбранного направления профессионального образования и подготовки.</p> <p>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.</p> <p>Демонстрирующий навыки критического мышления, определения достоверности научной информации, в том числе в сфере профессиональной деятельности.</p> <p>Умеющий выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам.</p> <p>Использующий современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности.</p> <p>Развивающий и применяющий навыки наблюдения, накопления и систематизации фактов, осмысления опыта в естественнонаучной и гуманитарной областях познания, исследовательской и профессиональной деятельности.</p> <p>Проявляющий сознательное отношение к непрерывному образованию,</p>
--	--	--

		<p>как условию успешной профессиональной и общественной деятельности.</p> <p>Использующий современные средства поиска, анализа и доступности научной и практической информации и литературы, для успешного выполнения задач профессиональной деятельности.</p> <p>Обладающий представлением о современных научных исследованиях, достижениях науки и техники, аргументированно выражающий понимание значения науки и нанотехнологий, для развития российской экономики. Использующий новаторство в профессиональной деятельности.</p>
<p>ОК 02. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности</p>	<p>Уметь: определять задачи для поиска информации; определять необходимые источники информации планировать процесс поиска; структурировать получаемую информацию выделять наиболее значимое в перечне информации; оценивать практическую значимость результатов поиска; оформлять результаты поиска, применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач; использовать современное программное обеспечение; использовать различные цифровые средства для решения профессиональных задач.</p> <p>Знать: номенклатура</p>	<p>Ценности научного познания</p> <p>Деятельно выражающий познавательные интересы в разных предметных областях с учётом своих интересов, способностей, достижений, выбранного направления профессионального образования и подготовки.</p> <p>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.</p> <p>Демонстрирующий навыки критического мышления, определения достоверности научной информации, в том числе в сфере профессиональной деятельности.</p> <p>Умеющий выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам.</p> <p>Использующий современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности.</p> <p>Развивающий и применяющий навыки наблюдения, накопления и систематизации фактов, осмысления опыта в естественнонаучной и гуманитарной областях познания, исследовательской и профессиональной деятельности.</p> <p>Проявляющий сознательное отношение к непрерывному образованию, как условию успешной профессиональной и общественной</p>

	<p>информационных источников, применяемых в профессиональной деятельности;</p> <p>приемы структурирования информации;</p> <p>формат оформления результатов поиска информации, современные средства и устройства информатизации;</p> <p>порядок их применения и программное обеспечение в профессиональной деятельности в том числе с использованием цифровых средств</p>	<p>деятельности.</p> <p>Использующий современные средства поиска, анализа и доступности научной и практической информации и литературы, для успешного выполнения задач профессиональной деятельности.</p> <p>Обладающий представлением о современных научных исследованиях, достижениях науки и техники, аргументированно выражающий понимание значения науки и нанотехнологий, для развития российской экономики. Использующий новаторство в профессиональной деятельности.</p>
<p>ОК 04. Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде</p>	<p>Уметь: организовывать работу коллектива и команды;</p> <p>взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами в ходе профессиональной деятельности.</p> <p>Знать: психологические основы деятельности коллектива, психологические особенности личности;</p> <p>основы проектной деятельности</p>	<p>Гражданское воспитание</p> <p>Осознанно выражающий свою российскую гражданскую принадлежность (идентичность) в поликультурном, многонациональном и многоконфессиональном российском обществе, в мировом сообществе.</p> <p>Сознающий своё 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.</p> <p>Проявляющий гражданско-патриотическую позицию, готовность к защите Родины, способный аргументированно отстаивать суверенитет и достоинство народа России и Российского государства, сохранять и защищать историческую правду.</p> <p>Ориентированный на активное гражданское участие в социально-политических процессах на основе уважения закона и правопорядка,</p>

		<p>прав и свобод сограждан.</p> <p>Осознанно и деятельно выражающий неприятие любой дискриминации по социальным, национальным, расовым, религиозным признакам, проявлений экстремизма, терроризма, коррупции, антигосударственной деятельности.</p> <p>Обладающий опытом гражданской социально значимой деятельности (в студенческом самоуправлении, добровольческом движении, предпринимательской деятельности, экологических, военно-патриотических и др. объединениях, акциях, программах).</p> <p>Демонстрирующий готовность и способность вести диалог с другими людьми, достигать в нем взаимопонимания, находить общие цели и взаимодействовать для их достижения в профессиональной сфере.</p> <p>Проявляющий гражданское отношение к профессиональной деятельности, как возможности личного участия в решении общественных, государственных и общенациональных задач.</p> <p>Обладающий профессиональными качествами, необходимыми для дальнейшего развития морской и речной транспортной отрасли во всех регионах Российской Федерации.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>Патриотическое воспитание</p> <p>Осознающий свою национальную, этническую принадлежность, демонстрирующий приверженность к родной культуре, любовь к своему народу.</p> <p>Сознающий причастность к многонациональному народу Российской</p>
--	--	--

		<p>Федерации, Отечеству, общероссийскую идентичность.</p> <p>Проявляющий деятельное ценностное отношение к историческому и культурному наследию своего и других народов России, их традициям, праздникам.</p> <p>Проявляющий уважение к соотечественникам, проживающим за рубежом, поддерживающий их права, защиту их интересов в сохранении общероссийской идентичности.</p> <p>Знающий историческую правду своей великой Родины, историю подвига арктических морских конвоев в годы Второй мировой войны, огромного вклада военных и гражданских моряков в Победу над фашисткой Германией. Умеющий чтить и помнить подвиг советского народа в Великой Отечественной войне.</p> <p>Осознающий свою национальную, этническую принадлежность, демонстрирующий приверженность к родной культуре, морским и речным традициям, выбранной профессии и выполнению воинского долга.</p> <p>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.</p> <p>Профессионально-трудовое воспитание</p> <p>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.</p> <p>Участвующий в социально значимой трудовой и профессиональной деятельности разного вида в семье, образовательной организации, на базах производственной практики, в своей местности.</p> <p>Выражающий осознанную готовность к непрерывному образованию и самообразованию в выбранной сфере профессиональной деятельности.</p> <p>Понимающий специфику профессионально-трудовой деятельности, регулирования трудовых отношений, готовый учиться и трудиться в современном высокотехнологичном мире на благо государства и</p>
--	--	---

		<p>общества.</p> <p>Ориентированный на осознанное освоение выбранной сферы профессиональной деятельности с учётом личных жизненных планов, потребностей своей семьи, государства и общества.</p> <p>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.</p> <p>Разделяющий корпоративные ценности и миссию работодателя.</p> <p>Помогающий реализовывать стратегию компании на рынке труда.</p> <p>Обеспечивающий собственную деятельность и действия подчиненных при возникновении чрезвычайных ситуаций техногенного и природного характера.</p> <p>Демонстрирующий знания и умения в профессиональной деятельности, обеспечивающие безаварийную работу при выполнении должностных обязанностей и сохранения здоровья и жизни членов экипажа.</p> <p>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.</p> <p>Умеющий эффективно взаимодействовать, продуктивно работать в составе экипажа морского судна и судов внутреннего водного транспорта, с уважением относящийся к чужому труду.</p>
<p>ОК 05. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного</p>	<p>Уметь: грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке, проявлять толерантность в рабочем коллективе.</p> <p>Знать: особенности социального и культурного</p>	<p>Патриотическое воспитание</p> <p>Осознающий свою национальную, этническую принадлежность, демонстрирующий приверженность к родной культуре, любовь к своему народу.</p> <p>Сознающий причастность к многонациональному народу Российской Федерации, Отечеству, общероссийскую идентичность.</p> <p>Проявляющий деятельное ценностное отношение к историческому и культурному наследию своего и других народов России, их традициям, праздникам.</p>

контекста	контекста; правила оформления документов и построения устных сообщений	<p>Проявляющий уважение к соотечественникам, проживающим за рубежом, поддерживающий их права, защиту их интересов в сохранении общероссийской идентичности.</p> <p>Знающий историческую правду своей великой Родины, историю подвига арктических морских конвоев в годы Второй мировой войны, огромного вклада военных и гражданских моряков в Победу над фашистской Германией. Умеющий чтить и помнить подвиг советского народа в Великой Отечественной войне.</p> <p>Осознающий свою национальную, этническую принадлежность, демонстрирующий приверженность к родной культуре, морским и речным традициям, выбранной профессии и выполнению воинского долга.</p> <p>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.</p> <p>Духовно-нравственное воспитание</p> <p>Проявляющий приверженность традиционным духовно-нравственным ценностям, культуре народов России с учётом мировоззренческого, национального, конфессионального самоопределения.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>Ориентированный на создание устойчивой семьи на основе российских традиционных семейных ценностей, рождение и воспитание детей и принятие родительской ответственности.</p>
-----------	--	---

		<p>Обладающий сформированными представлениями о ценности и значении в отечественной и мировой культуре языков и литературы народов России.</p> <p>Владеющий навыками эффективной адаптации, нахождения нестандартных решений, работы в команде, самоорганизации и стрессоустойчивости.</p> <p>Владеющий навыками эффективной адаптации, нахождения нестандартных решений, без конфликтной работы в составе экипажа, самоорганизации, взаимовыручки и стрессоустойчивости, доброжелательного отношения к коллегам.</p> <p>Демонстрирующий своим поведением уверенность в выполнении задач, поставленных морской и речной компанией даже в самых сложных условиях. Умеющий чтить и преумножать давние морские и речные традиции, умеющий справляться с ленью, усталостью, унынием.</p> <p>Эстетическое воспитание</p> <p>Выражающий понимание ценности отечественного и мирового искусства, российского и мирового художественного наследия.</p> <p>Проявляющий восприимчивость к разным видам искусства, понимание эмоционального воздействия искусства, его влияния на душевное состояние и поведение людей, умеющий критически оценивать это влияние.</p> <p>Проявляющий понимание художественной культуры как средства коммуникации и самовыражения в современном обществе, значение нравственных норм, ценностей, традиций в искусстве.</p> <p>Ориентированный на осознанное творческое самовыражение, реализацию творческих способностей, на эстетическое обустройство собственного быта, профессиональной среды.</p> <p>Проявляющий ценностное отношение к культуре речи и культуре поведения в условиях работы в экипаже и при личном общении со всеми членами экипажа, независимо от служебного ранга.</p> <p>Умеющий осуществлять планирование своего досуга.</p>
ОК 09. Пользоваться профессиональной	Уметь: понимать общий смысл четко произнесенных	Профессионально-трудовое воспитание Понимающий профессиональные идеалы и ценности, уважающий труд,

<p>документацией на государственном и иностранном языках</p>	<p>высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы;</p> <p>участвовать в диалогах на знакомые общие и профессиональные темы;</p> <p>строить простые высказывания о себе и о своей профессиональной деятельности;</p> <p>кратко обосновывать и объяснять свои действия (текущие и планируемые);</p> <p>писать простые связные сообщения на знакомые или интересующие профессиональные темы.</p> <p>Знать: правила построения простых и сложных предложений на профессиональные темы;</p> <p>основные общеупотребительные глаголы (бытовая и профессиональная лексика);</p> <p>лексический минимум, относящийся к описанию предметов, средств и процессов профессиональной деятельности;</p> <p>особенности произношения</p>	<p>результаты труда, трудовые достижения российского народа, трудовые и профессиональные достижения своих земляков, их вклад в развитие своего поселения, края, страны.</p> <p>Участвующий в социально значимой трудовой и профессиональной деятельности разного вида в семье, образовательной организации, на базах производственной практики, в своей местности.</p> <p>Выражающий осознанную готовность к непрерывному образованию и самообразованию в выбранной сфере профессиональной деятельности.</p> <p>Понимающий специфику профессионально-трудовой деятельности, регулирования трудовых отношений, готовый учиться и трудиться в современном высокотехнологичном мире на благо государства и общества.</p> <p>Ориентированный на осознанное освоение выбранной сферы профессиональной деятельности с учётом личных жизненных планов, потребностей своей семьи, государства и общества.</p> <p>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.</p> <p>Разделяющий корпоративные ценности и миссию работодателя.</p> <p>Помогающий реализовывать стратегию компании на рынке труда.</p> <p>Обеспечивающий собственную деятельность и действия подчиненных при возникновении чрезвычайных ситуаций техногенного и природного характера.</p> <p>Демонстрирующий знания и умения в профессиональной деятельности, обеспечивающие безаварийную работу при выполнении должностных обязанностей и сохранения здоровья и жизни членов экипажа.</p> <p>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.</p> <p>Умеющий эффективно взаимодействовать, продуктивно работать в</p>
--	---	--

	<p>правила чтения текстов профессиональной направленности</p>	<p>составе экипажа морского судна и судов внутреннего водного транспорта, с уважением относящийся к чужому труду.</p> <p>Ценности научного познания</p> <p>Деятельно выражающий познавательные интересы в разных предметных областях с учётом своих интересов, способностей, достижений, выбранного направления профессионального образования и подготовки.</p> <p>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.</p> <p>Демонстрирующий навыки критического мышления, определения достоверности научной информации, в том числе в сфере профессиональной деятельности.</p> <p>Умеющий выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам.</p> <p>Использующий современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности.</p> <p>Развивающий и применяющий навыки наблюдения, накопления и систематизации фактов, осмысления опыта в естественнонаучной и гуманитарной областях познания, исследовательской и профессиональной деятельности.</p> <p>Проявляющий сознательное отношение к непрерывному образованию, как условию успешной профессиональной и общественной деятельности.</p> <p>Использующий современные средства поиска, анализа и доступности научной и практической информации и литературы, для успешного выполнения задач профессиональной деятельности.</p> <p>Обладающий представлением о современных научных исследованиях, достижениях науки и техники, аргументированно выражающий понимание значения науки и нанотехнологий, для развития российской экономики. Использующий новаторство в профессиональной</p>
--	---	---

		деятельности.
ПК 1.3 Эксплуатировать рабочие устройства и оборудование земснарядов	Уметь: производить измерения электрических величин; включать электротехнические приборы, аппараты, машины, управлять ими и контролировать их эффективную и безопасную работу; устранять отказы и повреждения электрооборудования.	-
ПК 2.1 Осуществлять управление главными двигателями и механизмами, обеспечивать их техническую эксплуатацию, содержание и ремонт	Знать: основные разделы электротехники и электроники; электрические измерения и приборы; микропроцессорные средства измерения.	-
ПК 2.2 Осуществлять контроль выполнения национальных требований по эксплуатации судов технического флота, судовых энергетических установок и вспомогательных механизмов		-
ПК 2.3 Осуществлять выбор оборудования, элементов и систем оборудования для замены в процессе эксплуатации		-

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	82
в т.ч. в форме практической подготовки	56
в т. ч.:	
теоретическое обучение	26
лабораторные занятия	38
практические занятия	18
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		52	ОК 01, ОК.02, ОК.04, ОК.05, ОК.09, ПК.1.3, ПК.2.1, ПК 2.2, ПК 2.3
Тема 1.1. Характеристики и параметры электрических и магнитных полей	Содержание учебного материала	4	ОК.02, ОК.04, ОК.05, ОК.09, ПК.1.3, 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. Основные свойства и характеристики магнитного поля. Закон Ампера. Индуктивность. Магнитные свойства вещества. Намагничивание. 3. Электромагнитная индукция. ЭДС самоиндукции. ЭДС проводника с током, движущегося в магнитном поле.	4	
Тема 1.2. Электрические цепи постоянного тока	Содержание учебного материала	14	ОК 01, ОК.02, ОК.04, ОК.09, ПК.1.3, ПК.2.3
	1. Основы расчета электрической цепи постоянного тока. Законы Ома и Кирхгофа. Расчет электрических цепей произвольной конфигурации методами узловых и контурных уравнений, методом узловых потенциалов. 2. Элементы электрической цепи, их параметры и характеристики. Схемы замещения электрических цепей. 3. Электродвижущая сила (ЭДС). Электрическое сопротивление и проводимость. Режимы работы электрической цепи. Соединения резисторов.	4	
	В том числе, практических занятий	6	
	Практическое занятие № 1. Расчет простых цепей постоянного тока.	6	
	В том числе, лабораторных занятий	4	
Лабораторное занятие № 1. Исследование простых цепей постоянного тока.	4		

	- подготовка презентации; оформление отчета по практической работе.		
Тема 1.3. Электрические цепи переменного тока	Содержание учебного материала	18	ОК 01, ОК.05, ОК.09, ПК.1.3, ПК.2.2
	1. Переменный ток, его период и частота. Фаза, начальная фаза, сдвиг фаз. Действующие значения тока, напряжения и ЭДС.	6	
	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.		
	В том числе, практических занятий	4	
	Практическое занятие № 2. Последовательное соединение активного, индуктивного и емкостного сопротивления.	2	
	Практическое занятие № 3. Построение векторных диаграмм. Расчет неразветвленной цепи переменного тока.	2	
В том числе, лабораторных занятий	8		
Лабораторное занятие № 2. Исследование неразветвлённых цепей переменного тока.	4		
Лабораторное занятие № 3. Исследование разветвлённых цепей переменного тока.	4		
Тема 1.4. Электрические измерения и приборы	Содержание учебного материала	16	ОК 01, ОК.05, ОК.09, ПК.1.3, ПК.2.2
	1. Основные понятия об измерениях. Погрешности измерений.	2	
	2. Классификация электроизмерительных приборов и их погрешности. Основные методы измерений электрических величин.		
	В том числе, практических занятий	2	
	Практическое занятие № 4. Определение погрешности измерения.	2	
	Практическое занятие № 5. Измерения силы тока, напряжения, сопротивления, мощности.		
	В том числе, лабораторных занятий	12	
	Лабораторное занятие № 4. Изучение методов измерения сопротивления.	4	
	Лабораторное занятие № 5. Изучение методов измерения мощности в цепях постоянного тока.	4	
Лабораторное занятие № 6. Изучение методов измерения мощности в цепях переменного тока.	2		
Лабораторное занятие № 7. Изучение методов измерения электрической энергии.	2		
Раздел 2. Основы теории электрических машин, принципы работы типовых электрических устройств		18	ОК 01, ОК 02, ОК.04, ОК 05,

			ОК.09, ПК 1.3
Тема 2.1. Трансформаторы	Содержание учебного материала	8	ОК 01, ОК 02, ОК.04, ОК.09, ПК 1.3
	1. Однофазные и трехфазные трансформаторы, их назначение и устройство. Характеристики и режимы работы трансформатора, его КПД.	2	
	В том числе, практических занятий	2	
	Практическое занятие № 6. Расчет параметров трансформатора.	2	
	Практическое занятие № 7. Режимы работы однофазного трансформатора.		
	В том числе, лабораторных занятий	4	
	Лабораторное занятие № 8. Исследование режимов работы однофазного трансформатора.	4	
Тема 2.2. Электрические машины постоянного и переменного тока	Содержание учебного материала	10	ОК 02, ОК.05, ОК.09, ПК 1.3
	1. Электрические машины. Их назначение. Классификация. Закон электромагнитной индукции. Закон Ленца. Принцип действия и устройство МПТ. Генератор.	2	
	В том числе, практических занятий	2	
	Практическое занятие № 8. Изучение генератора постоянного тока.	2	
	Практическое занятие № 9. Изучение электродвигателя постоянного тока.		
	В том числе, лабораторных занятий	6	
	Лабораторное занятие № 9. Исследование генератора постоянного тока.	4	
Лабораторное занятие № 10. Исследование электродвигателя постоянного тока.	2		
Раздел 3. Основы электроники. Электронные приборы		12	ОК01, ОК 02, ОК 04, ОК.05, ОК.09, ПК 1.3, ПК 2.1, ПК 2.2, ПК 2.3
Тема 3.1. Физические основы электроники. Общие сведения о полупроводниковых приборах	Содержание учебного материала	8	ОК 04, ОК.05, ОК.09, ПК 1.3, ПК 2.1, ПК 2.2, ПК 2.3
	1. Свойства проводников, полупроводников, электроизоляционных, магнитных материалов. Физические процессы в полупроводниковых материалах. Свойства р-ппереходов. Полупроводниковые диоды.	2	
	2. Биполярные транзисторы. Полевые транзисторы. Тиристоры. Фотоэлектронные и специальные полупроводниковые приборы.		
	В том числе, практических занятий	2	
	Практическое занятие № 10. Изучение полупроводникового диода.	2	
	Практическое занятие № 11. Изучение полевого транзистора.		
Практическое занятие № 12. Изучение биполярного транзистора.			
			20

	В том числе, лабораторных занятий	4	
	Лабораторное занятие № 11. Исследование полупроводников.	4	
Тема 3.2. Электронная преобразовательная техника	Содержание учебного материала	2	ОК.05, ОК.09, ПК 1.3, ПК 2.1, ПК 2.2, ПК 2.3
	1. Преобразование переменного тока в постоянный. Источники вторичного электропитания: назначение, основные блоки. Выпрямители: однофазные, трехфазные, коэффициент пульсации. Сглаживающие фильтры. Стабилизаторы напряжения: компенсационные, импульсные.	2	
Тема 3.3. Электронные усилители и генераторы	Содержание учебного материала	1	ОК.01, ОК 02, ОК.09, ПК 1.3, ПК 2.1, ПК 2.2, ПК 2.3
	1. Основные параметры и характеристики усилителя. Усиление напряжения, тока, мощности. Структура усилительных каскадов, работа усилителей на биполярных и полевых транзисторах. Дифференциальный и операционный усилители. Автогенераторы гармонических колебаний. Генераторы релаксационных колебаний.	1	
Тема 3.4. Микропроцессорные средства измерений	Содержание учебного материала	1	ОК.02, ОК 04, ОК.09, ПК 1.3, ПК 2.1, ПК 2.2, ПК 2.3
	1. Логические основы цифровой схемотехники. Электронные логические элементы. Структура микропроцессора. Применение микропроцессорной техники в средствах измерений и контроля электрических цепей Дифференцированный зачет	1	
Всего		82	

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 (лингфонный). 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

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
<p>Знать:</p> <p>основные разделы электротехники и электроники;</p> <p>электрические измерения и приборы;</p> <p>микропроцессорные средства измерения.</p>	<p>Демонстрация знаний по основным разделам электротехники и электроники.</p> <p>Знания особенностей по электрическим и микропроцессорным средствам измерения</p>	<p>Текущий контроль в форме:</p> <ul style="list-style-type: none"> - экспертное наблюдение за ходом выполнения и оценка результатов практической работы и лабораторного занятия; - устный (фронтальный) опрос; - письменная проверка. <p>Промежуточный контроль в форме:</p> <ul style="list-style-type: none"> - дифференцированный зачет.
<p>Уметь:</p> <p>Производить измерения электрических величин;</p> <p>Включать электротехнические приборы, аппараты, машины, управлять ими и контролировать их эффективную и безопасную работу;</p> <p>устранять отказы и повреждения электрооборудования.</p>	<p>Умение определять и измерять электрические величины.</p> <p>Демонстрация умения пользования электротехническими приборами, аппаратами, машинами.</p> <p>Умение в устранении отказов и повреждения электрооборудования.</p>	



МИНТРАНС РОССИИ

РОСМОРРЕЧФЛОТ

Котласский филиал

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения 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**

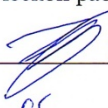
26.02.01 Эксплуатация внутренних водных путей

квалификация

техник водных путей с правом эксплуатации судовых энергетических установок

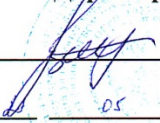
**г. Котлас
2026**


СОГЛАСОВАНА
Заместитель директора по учебно-методической работе филиала



Н.Е. Гладышева
27 05 2026

УТВЕРЖДЕНА
Директор филиала

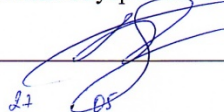


О.В. Шергина

27 05 2026

ОДОБРЕНА
на заседании цикловой комиссии
судоводительских, механических и
электромеханических дисциплин
Протокол от 12 05 2026 № 9

Председатель  Н.В. Шестаков

СОГЛАСОВАНА
Начальник отдела пути и картографии
Федерального бюджетного учреждения
«Администрация Двинско-Печорского
бассейна внутренних водных путей»



Д.А. Быков
27 05 2026

РАЗРАБОТЧИК:

Куликов Иван Васильевич – преподаватель Котласского речного училища – структурного подразделения Котласского филиала ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова»

Комплект контрольно-оценочных средств по учебной дисциплине «ОП.03 Электротехника и электроника» разработан в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом среднего профессионального образования, утвержденным приказом Министерства просвещения Российской Федерации от 13.12.2024 № 878 (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 28.12.2024, регистрационный № 80824) 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 23.01.2019 № 33н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 19.02.2019, регистрационный № 53829), рабочей программой учебной дисциплины.

СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
1. ПАСПОРТ КОМПЛЕКТА КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ	29
2. КОДИФИКАТОР ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ	29
3. СИСТЕМА ОЦЕНКИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ДОСТИЖЕНИЙ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО КАЖДОМУ ОЦЕНОЧНОМУ СРЕДСТВУ	29
4. БАНК КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ УСВОЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	31

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 обучающимся установленных результатов обучения.

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

1.2. Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке

Код ОК, ПК	Умения	Знания
ОК 01	У1 - производить измерения электрических величин;	З1 – основные разделы электротехники и электроники;
ОК 02		
ОК 04	У2 - включать электротехнические приборы, аппараты, машины, управлять ими и контролировать их эффективную и безопасную работу;	З2 - электрические измерения и приборы;
ОК 05		
ОК 09		
ПК 1.3	У3 - устранять отказы и повреждения электрооборудования	З3 - микропроцессорные средства измерения
ПК 2.1		
ПК 2.2		
ПК 2.3		

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 зачет
Лабораторное задание	Лабораторные занятия

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 выполненного лабораторного задания

«зачет» - ставится, если обучающийся выполняет работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений; самостоятельно и рационально монтирует необходимое оборудование; все опыты проводит в условиях и режимах, обеспечивающих получение правильных результатов и выводов; соблюдает требования правил техники безопасности; правильно и аккуратно выполняет все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления; правильно выполняет анализ погрешностей;

«незачет»- ставится, если не выполнены требования к оценке «зачет».

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

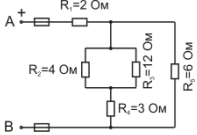
4.1.1. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

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 по номеру варианта. Вариант задания указывает преподаватель.

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	

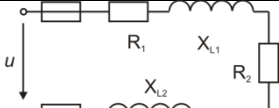
Комплект оценочных заданий № 2 по Разделу 1. Основные законы электротехники, Тема 1.3. Электрические цепи переменного тока (Аудиторная самостоятельная работа).

Наименование: Последовательное соединение активного, индуктивного и емкостного сопротивления

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: $R_1 = 6\text{ Ом}$, $R_2 = 2\text{ Ом}$, $X_{L1} = 6\text{ Ом}$, $P_{R1} = 150\text{ Вт}$.	

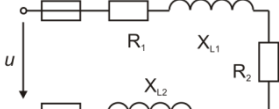
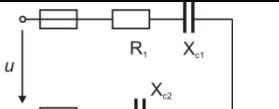
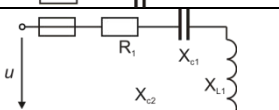
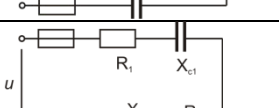
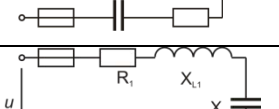
5	Рассчитать неразветвленную электрическую цепь переменного тока: $R_1 = 4 \text{ Ом}$, $R_2 = 4 \text{ Ом}$, $X_{L1} = 3 \text{ Ом}$, $X_{L2} = 3 \text{ Ом}$, $S = 360 \text{ ВА}$.	
---	--	--

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

Наименование: Построение векторных диаграмм. 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: $R_1 = 4 \text{ Ом}$, $R_2 = 4 \text{ Ом}$, $X_{L1} = 3 \text{ Ом}$, $X_{L2} = 3 \text{ Ом}$, $S = 360 \text{ ВА}$.	
2	Рассчитать неразветвленную электрическую цепь переменного тока: $R_1 = 3 \text{ Ом}$, $X_{C1} = 2 \text{ Ом}$, $X_{C2} = 2 \text{ Ом}$, $I = 4 \text{ А}$.	
3	Рассчитать неразветвленную электрическую цепь переменного тока: $R_1 = 8 \text{ Ом}$, $X_{L1} = 12 \text{ Ом}$, $X_{C1} = 4 \text{ Ом}$, $X_{C2} = 2 \text{ Ом}$, $P = 200 \text{ Вт}$.	
4	Рассчитать неразветвленную электрическую цепь переменного тока: $R_1 = 10 \text{ Ом}$, $R_2 = 6 \text{ Ом}$, $X_{C1} = 8 \text{ Ом}$, $X_{C2} = 4 \text{ Ом}$, $I = 2 \text{ А}$	
5	Рассчитать неразветвленную электрическую цепь переменного тока: $R_1 = 6 \text{ Ом}$, $X_{L1} = 8 \text{ Ом}$, $X_{L2} = 4 \text{ Ом}$, $X_{C1} = 4 \text{ Ом}$, $P = 54 \text{ Вт}$.	

Комплект оценочных заданий № 4 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?

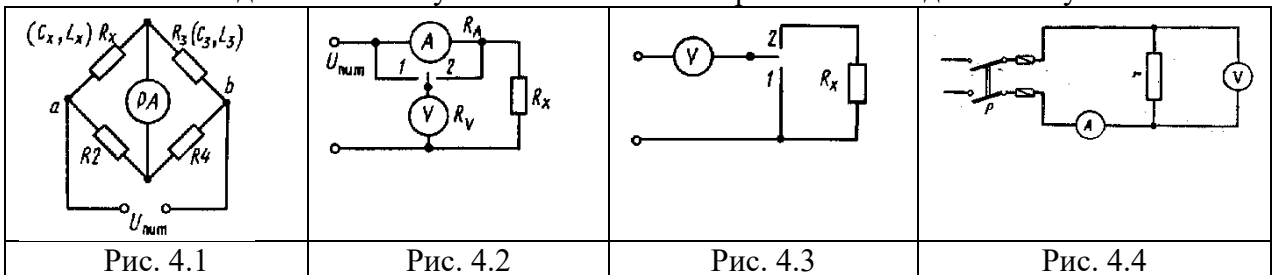
5. Классы точности двух вольтметров одинаковы и равны 1, а верхние пределы измерения различны: у первого — 50 В, а у второго — 10 В. В каком соотношении будут находиться наибольшие абсолютные погрешности измерения вольтметров в процессе эксплуатации?
6. Истинное значение тока в цепи 5,23 А, измеренные 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 №5 по Разделу 1. Основные законы электротехники, Теме 1.4. Электрические измерения и приборы (Аудиторная самостоятельная работа).

Наименование: Измерения силы тока, напряжения, сопротивления, мощности

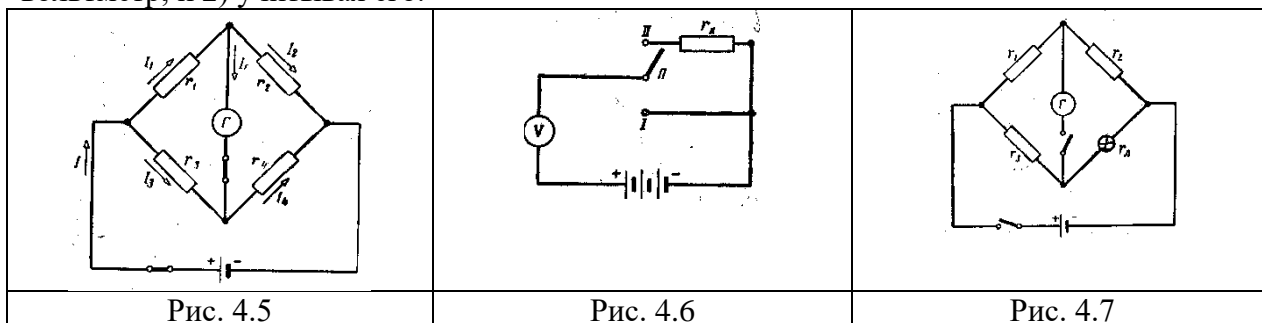
Задание: решить задачу. Вариант указывается преподавателем.

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 $U = 120$ В, амперметра $I = 10$ А, сопротивление вольтметра $R_V = 10000$ 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 $U = 220$ В, амперметра $I = 4$ А, сопротивление вольтметра $R_V = 4000$ 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 Π 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 $R_1 = 10$ Ом, $R_2 = 100$ Ом и $R_3 = 20$ 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 $U = 75$ В, $I = 2,5$ А. Внутреннее сопротивление вольтметра $R_V = 5$ 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 №6 по Разделу 2. Основы теории электрических машин, принципы работы типовых электрических устройств, Тема 2.1. Трансформаторы (Аудиторная самостоятельная работа).

Наименование: Расчет параметров трансформатора

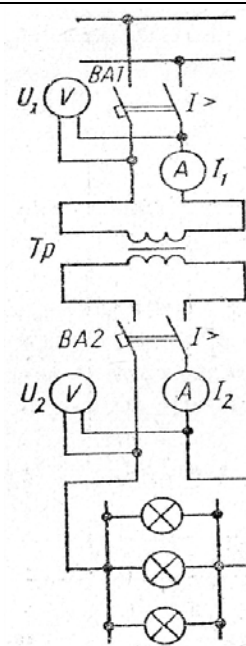
Задание: решить задачу. Вариант указывается преподавателем (см. таблицу вариантов).

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 $S_{ном}$, работающий с коэффициентом нагрузки k_n . Номинальные напряжения обмоток $U_{ном1}$ и $U_{ном2}$; 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

$$k_H = \frac{P_{\text{л}} n_{\text{л}}}{S_{\text{НОМ}}}$$

Номер варианта	$S_{\text{НОМ}}$, кВА	k_H	$U_{\text{НОМ}1}$, В	$U_{\text{НОМ}2}$, В	I_1 , А	I_2 , А	К	$P_{\text{л}}$, Вт	$n_{\text{л}}$, 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 $S_{\text{НОМ}} = 500$ ВА служит для питания ламп местного освещения металлорежущих станков. Номинальные напряжения обмоток $U_{\text{НОМ}1} = 380$ В, $U_{\text{НОМ}2} = 24$ В. К трансформатору присоединены десять ламп накаливания мощностью 40 Вт каждая, их коэффициент мощности $\cos \varphi_2 = 1,0$. Магнитный поток в магнитопроводе $\Phi_m = 0,005$ Вб. Частота тока в сети $f = 50$ 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

$$k_H = \frac{P_2}{S_{\text{НОМ}} \cos \varphi_2} = \frac{10 * 40}{500 * 1,0} = 0,8$$

Токи в обмотках при действительной нагрузке

$$I_1 = k_H I_{\text{НОМ}1} = 0,8 * 1,32 = 1,06 \text{ А}$$

$$I_2 = k_H I_{\text{НОМ}2} = 0,8 * 20,8 = 16,6 \text{ А}$$

При холостом ходе $E_1 \approx U_{\text{НОМ}1}$; $E_2 \Phi = U_{\text{НОМ}2}$. Число витков обмоток находим из формулы $E = 4,44 f \omega \Phi_m$. Тогда

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

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

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		$U_{\text{к}}$, %	$I_{\text{х}}$, %
		$U_{\text{НОМ}1}$	$U_{\text{НОМ}2}$	$P_{\text{ст}}$	$P_{\text{о.ном}}$		
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; $U_{\text{к}}$, % - напряжение короткого замыкания; $I_{\text{х}}$, % - 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

$P_{ст} = 2,45$ кВт, потери в обмотках $P_{о.ном} = 12,2$ 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:

$$I_{ном1} = \frac{S_{ном} * 1000}{\sqrt{3}U_{ном1}} = \frac{1000 * 1000}{1,73 * 10000} = 58 \text{ А}$$

$$I_{ном2} = \frac{S_{ном} * 1000}{\sqrt{3}U_{ном2}} = \frac{1000 * 1000}{1,73 * 400} = 1445 \text{ А}$$

Коэффициент нагрузки трансформатора

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

Токи в обмотках при фактической нагрузке

$$I_1 = k_H I_{ном1} = 0,9 * 58 = 52 \text{ А}$$

$$I_2 = k_H I_{ном2} = 0,9 * 1445 = 1300 \text{ А}$$

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

$$E_{1\phi} \approx U_{ном1} = 10000 \text{ В}$$

$$E_{2\phi} = \frac{U_{ном2}}{\sqrt{3}} = \frac{400}{\sqrt{3}} = 230 \text{ В}$$

Число витков обеих обмоток находим из формулы

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

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

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

$$\eta_{ном} = \frac{S_{ном} \cos \varphi_2 100}{S_{ном} \cos \varphi_2 + P_{ст} + P_{о.ном}} = \frac{1000 * 0,9 * 100}{1000 * 0,9 + 2,45 + 12,2} = 98,4 \%$$

КПД трансформатора при фактической нагрузке

$$\eta = \frac{k_H S_{ном} \cos \varphi_2 100}{k_H S_{ном} \cos \varphi_2 + P_{ст} + k_H^2 P_{о.ном}} = \frac{0,9 * 1000 * 0,9 * 100}{0,9 * 1000 * 0,9 + 2,45 + 0,9^2 * 12,2} = 98,5 \%$$

Комплект оценочных заданий №7 по Разделу 2. Основы теории электрических машин, принципы работы типовых электрических устройств, Тема 2.1. Трансформаторы (Аудиторная самостоятельная работа).

Наименование: Режимы работы однофазного трансформатора

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

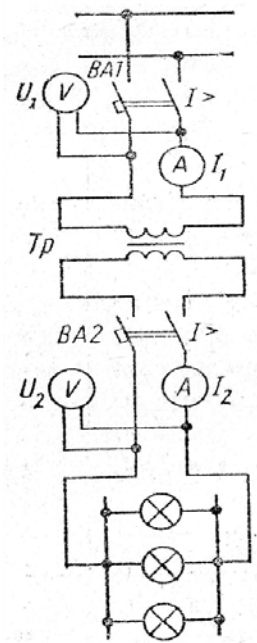
Для освещения рабочих мест в целях безопасности применили лампы накаливания пониженного напряжения (12, 24, 36 В). Для их питания установили однофазный понижающий трансформатора номинальной мощностью $S_{ном}$, работающий с коэффициентом нагрузки k_H . Номинальные напряжения обмоток $U_{ном1}$ и $U_{ном2}$; рабочие токи в обмотках I_1 и I_2 . Коэффициент трансформации равен K . К трансформатору присоединили лампы накаливания мощностью $P_{л}$ каждая в количестве $n_{л}$. 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

$$k_H = \frac{P_{\text{л}} n_{\text{л}}}{S_{\text{НОМ}}}$$

Номер варианта	$S_{\text{НОМ}}$, кВА	k_H	$U_{\text{НОМ}1}$, В	$U_{\text{НОМ}2}$, В	I_1 , А	I_2 , А	К	$P_{\text{л}}$, Вт	$n_{\text{л}}$, 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 $S_{\text{НОМ}} = 500$ ВА служит для питания ламп местного освещения металлорежущих станков. Номинальные напряжения обмоток $U_{\text{НОМ}1} = 380$ В, $U_{\text{НОМ}2} = 24$ В. К трансформатору присоединены десять ламп накаливания мощностью 40 Вт каждая, их коэффициент мощности $\cos \varphi_2 = 1,0$. Магнитный поток в магнитопроводе $\Phi_m = 0,005$ Вб. Частота тока в сети $f = 50$ 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:

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

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

Коэффициент нагрузки трансформатора

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

Токи в обмотках при действительной нагрузке

$$I_1 = k_{\text{H}} I_{\text{НОМ } 1} = 0,8 * 1,32 = 1,06 \text{ A}$$

$$I_2 = k_{\text{H}} I_{\text{НОМ } 2} = 0,8 * 20,8 = 16,6 \text{ A}$$

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

$$\omega_1 = \frac{E_1}{4,44f\Phi_m} = \frac{380}{4,44 * 50 * 0,005} = 340$$

$$\omega_2 = \frac{E_2}{4,44f\Phi_m} = \frac{24}{4,44 * 50 * 0,005} = 22$$

Коэффициент трансформации

$$K = \frac{E_1}{E_2} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{340}{22} = 15,5$$

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_{H} ; 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		$U_{\text{к}}$, %	γ , %
		$U_{\text{НОМ } 1}$	$U_{\text{НОМ } 2}$	$P_{\text{СТ}}$	$P_{\text{О,НОМ}}$		
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. $P_{ст}$ - потери в стали, $P_{о.ном}$ - потери в обмотках; U_K , % - напряжение короткого замыкания; $I_{х}$, % - ток холостого хода

ПРИМЕР. Трехфазный трансформатор имеет следующие номинальные характеристики: $S_{ном} = 1000$ кВА, $U_{ном1} = 10$ кВ, $U_{ном2} = 400$ В. Потери в стали $P_{ст} = 2,45$ кВт, потери в обмотках $P_{о.ном} = 12,2$ кВт. Первичные обмотки соединены в треугольник, вторичные – в звезду. Сечение магнитопровода $Q = 450$ см², 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:

$$I_{ном1} = \frac{S_{ном} * 1000}{\sqrt{3} U_{ном1}} = \frac{1000 * 1000}{1,73 * 10000} = 58 \text{ А}$$

$$I_{ном2} = \frac{S_{ном} * 1000}{\sqrt{3} U_{ном2}} = \frac{1000 * 1000}{1,73 * 400} = 1445 \text{ А}$$

Коэффициент нагрузки трансформатора

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

Токи в обмотках при фактической нагрузке

$$I_1 = k_H I_{ном1} = 0,9 * 58 = 52 \text{ А}$$

$$I_2 = k_H I_{ном2} = 0,9 * 1445 = 1300 \text{ А}$$

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

$$E_{1\phi} \approx U_{ном1} = 10000 \text{ В}$$

$$E_{2\phi} = \frac{U_{ном2}}{\sqrt{3}} = \frac{400}{\sqrt{3}} = 230 \text{ В}$$

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 $Q = 450$ см² = 0,045 м²

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

КПД трансформатора при номинальной нагрузке

$$\eta_{ном} = \frac{S_{ном} \cos \varphi_2 100}{S_{ном} \cos \varphi_2 + P_{ст} + P_{о.ном}} = \frac{1000 * 0,9 * 100}{1000 * 0,9 + 2,45 + 12,2} = 98,4 \%$$

КПД трансформатора при фактической нагрузке

$$\eta = \frac{k_H S_{ном} \cos \varphi_2 100}{k_H S_{ном} \cos \varphi_2 + P_{ст} + k_H^2 P_{о.ном}} = \frac{0,9 * 1000 * 0,9 * 100}{0,9 * 1000 * 0,9 + 2,45 + 0,9^2 * 12,2} = 98,5 \%$$

Комплект оценочных заданий №8 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: Изучение 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, оборвать цепь обмотки возбуждения (выключить S). Сопротивление резистора R_B установить в положение «max».

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 [В]									
2	Смешанное возбуждение (согласное)	I [A]	0								
		U [В]									
3	Смешанное возбуждение (встречное)	I [A]	0								
		U [В]									

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

4. Вычислить:

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

Таблица 3

	$R_{\text{я}}$	$R_{\text{в}}$	M	n	$I_{\text{я}}$
	[Ом]	[Ом]	[Н·м]	[об/мин]	[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 $n = f(I_{\text{в}})$ (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 $n = f(I_{\text{я}})$ характеристики (примерный вид характеристики показан рис.3).

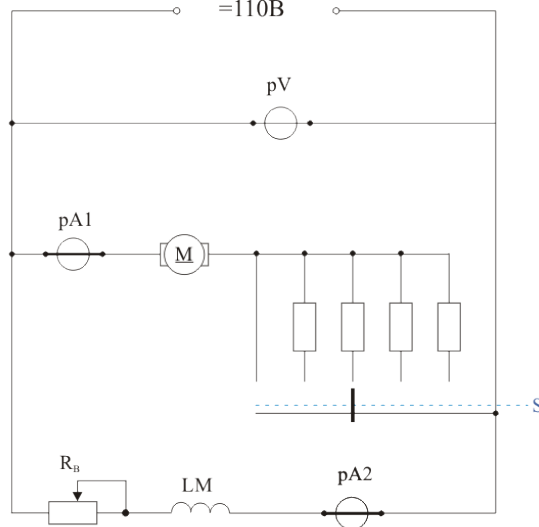
Содержание отчета

1. номер, название, цель работы;
2. схема;

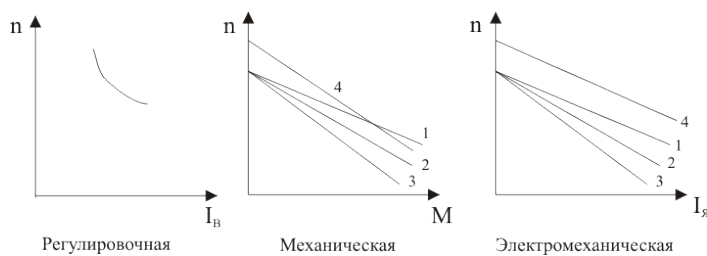
3. таблицы;
4. расчетные формулы;
5. характеристики.

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

Наименование: Изучение 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 $U_{обр} = -50$ В
7. Построить график зависимости сопротивления постоянному току диода КД103А при обратном включении от температуры окружающей среды, используя вольт-амперные характеристики, $U_{обр} = -50; -100$ В.
8. Для диода ДЗ12 при изменении прямого напряжения от 0,2 до 0,8 В прямой ток увеличивается от 2,5 до 16 мА. Определить крутизну характеристики и дифференциальное сопротивление диода.
9. Определить изменение прямого тока для диода ДЗ11А, если известно, что при изменении прямого напряжения $U_{пр}$ от 0,2 до 0,6 В крутизна характеристики $S = 150$ мА/В.
10. При изменении прямого напряжения $U_{пр}$ от 0,2 до 0,4 В дифференциальное сопротивление диода $R_i = 36,4$ Ом. Определить изменение прямого тока диода.

Комплект оценочных заданий №11 по Разделу 3. Основы электроники. Электронные приборы, Теме 3.1. Физические основы электроники. Общие сведения о полупроводниковых приборах (Аудиторная самостоятельная работа).

Наименование: Изучение полевого транзистора

Задание: Изучить теоретический материал

Идея полевого транзистора с изолированным затвором была предложена Лилиенфельдом в 1926—1928 годах. Однако объективные трудности в реализации этой конструкции позволили создать первый работающий прибор этого типа только в 1960 году. В 1953 году Дейки и Росс предложили и реализовали другую конструкцию полевого транзистора — с управляющим р-п-переходом. Наконец, третья конструкция полевых транзисторов — полевых транзисторов с барьером Шоттки — была предложена и реализована Мидом в 1966 году. Значительная часть производимых в настоящий момент полевых транзисторов входит в состав КМОП-структур, которые строятся из полевых транзисторов с каналами разного (р- и п-) типа проводимости и широко используются в цифровых и аналоговых интегральных схемах. КМОП-структуры, например, используются в процессорах современных компьютеров. За счёт того, что полевые транзисторы управляются полем (величиной напряжения приложенного к затвору), а не током, протекающим через базу (как в биполярных транзисторах), полевые транзисторы потребляют значительно меньше энергии, что особенно актуально в схемах ждущих и следящих устройств, а также в схемах малого потребления и энергосбережения (реализация спящих режимов). Кроме того, при изготовлении интегральных схем на основе полевых транзисторов можно добиться высокой плотности расположения элементов, значительно выше (примерно на порядок), чем для биполярных транзисторов. Примеры устройств, построенных на полевых транзисторах, — наручные кварцевые часы и пульт дистанционного управления для телевизора. За счёт применения КМОП-структур эти устройства могут 4 работать до нескольких лет, потому что практически не потребляют энергии. В последние годы достигнуты успехи в создании мощных полевых транзисторов. Их применение в радиопередающих устройствах позволяет получить повышенную чистоту спектра излучаемых радиосигналов, уменьшить уровень

помех и повысить надежность радиопередатчиков. В силовой электронике ключевые мощные полевые транзисторы успешно заменяют и вытесняют мощные биполярные транзисторы. В усилителях мощности звуковых частот высшего класса мощные полевые транзисторы успешно заменяют мощные электронные лампы, обладающие малыми нелинейными и динамическими искажениями. Полевым (также униполярным, также канальным) транзистором называется трехэлектродный полупроводниковый прибор, в котором управление током осуществляется путем изменения толщины полупроводникового слоя, проводящего ток. Ток в полевом транзисторе протекает между омическими электродами, один из которых называется истоком, а второй – стоком. Полупроводниковый слой, по которому протекает ток, называется каналом. Ширина канала регулируется с помощью подачи внешнего смещения на третий электрод – затвор. Различают три основных типа полевых транзисторов. Это полевые транзисторы с управляющим р-п переходом, МОП-транзисторы (транзисторы с изолированным затвором) и транзисторы с затвором Шоттки (ЗШП-транзисторы). Различаясь конструктивно, все эти приборы имеют сходный принцип работы и схожие основные характеристики. Рассмотрим принцип работы полевого транзистора и его характеристики на примере транзистора с управляющим р-п переходом. Устройство такого транзистора показано на рис. 1. Каналом в нем служит тонкий слой полупроводника п – типа, ограниченный с двух сторон р-п переходами. Транзистор на рис. 1. включен по наиболее часто встречающейся схеме «с общим истоком» - т.е. исток является общим электродом и для входной цепи (затвор-исток) и для выходной цепи (исток-сток). Электрическое сопротивление канала R_k зависит от его геометрических параметров: толщины W , ширины b и длины L , а также от его удельной электропроводности e_n $b W L R_n$ $k \mu =$. (1) Сток R Затвор р р + ~ E_c _ n Исток E_z Рис. 1 Толщина канала W зависит от глубины проникновения в канал объемных зарядов р-п переходов затвора. Протекание тока в области объемных зарядов р-п переходов практически невозможно, т.к. в этой области отсутствуют свободные носители заряда, и она обладает большим электрическим сопротивлением (см. Введение). Прикладывая к затвору обратное напряжение, можно увеличивать глубину проникновения р-п перехода в канал, тем самым уменьшать толщину канала и увеличивать его сопротивление. В результате будет изменяться величина тока I_c , протекающего в цепи стока под действием приложенного к стоку напряжения V_c . На этом принципе и основано действие полевого транзистора. Рассмотрим выходные характеристики полевого транзистора, определяющие зависимость тока I_c от напряжения V_c при заданном напряжении затвора V_z . Пусть $V_z = 0$. При подаче положительного напряжения на сток в канале возникает ток I_c , но при этом р-п переходы получают обратное смещение, их объемные заряды расширяются, а канал сужается. Чем ближе к стоку, тем больше смещение р-п переходов и тем тоньше в этом месте канал (рис. 1). При увеличении V_c выходной ток растет, но при этом одновременно уменьшается толщина канала, поэтому зависимость тока от напряжения не подчиняется закону Ома. Когда напряжение стока достигает некоторой величины $V_{сн}$, называемой напряжением насыщения, обедненные слои р-п переходов почти смыкаются вблизи стока. Однако полностью перекрыть канал, подавая напряжение только на сток, невозможно. Действительно, увеличение напряжения на стоке влечет за собой сужение канала и уменьшение тока стока, но это приводит к уменьшению падения напряжения на омическом сопротивлении канала (ф.1). Это, в свою очередь, приведет к уменьшению обратного смещения на р-п переходах, к расширению канала и росту тока. В результате такого автоматического регулирования установится определенная минимальная ширина канала, а ток стока I_c достигнет насыщения и дальше практически не будет расти (рис. 2). 7 I_c i $V_z < i+1$ V_z 0 $V_z = \Delta V_{сн}$ 0 s_n I s_n ΔI 1 s_n I 1 V_z 2 s_n I ΔI_c , ΔV_z 2 V_z $V_{от}$ 0 2 $V_{сн}$ 0 $V_{сн}$ V_c 1 $V_{сн}$ Рис. 2 При значительной величине V_c наступает пробой р-п перехода и ток в цепи сток-затвор лавинообразно нарастает. Если на затвор подано обратное напряжение V_z , то насыщение наступает при меньшей величине напряжения на стоке. Величина тока насыщения $I_{сн}$ в выходной цепи при этом также оказывается меньшей. При обратном напряжении затвора $V_{от}$ канал практически перекрывается уже при $V_c = 0$. Это напряжение

называется напряжением отсечки. Напряжение отсечки по абсолютной величине практически равно напряжению насыщения $V_{сн}$ при нулевом напряжении на затворе транзистора. Для получения соотношения, описывающего выходную характеристику полевого транзистора, пренебрежем влиянием областей, расположенных между истоком и затвором и между стоком и затвором.

Комплект оценочных заданий №12 по Разделу 3. Основы электроники. Электронные приборы, Тема 3.1. Физические основы электроники. Общие сведения о полупроводниковых приборах (Аудиторная самостоятельная работа).

Наименование: Изучение 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.

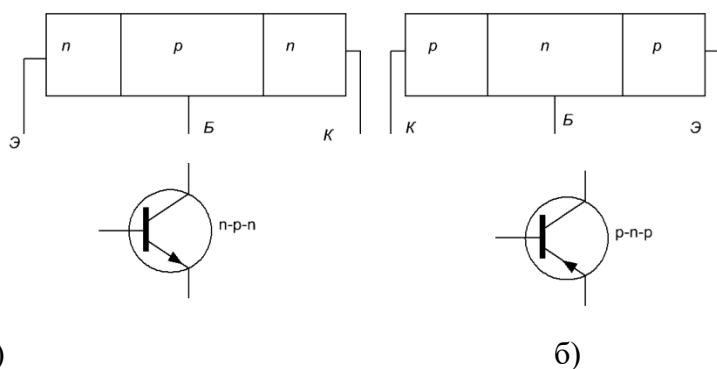


Рис. 1. Условные изображения транзисторов разных типов:

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.)

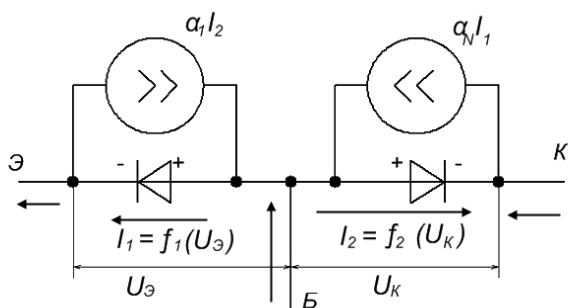


Рис. 3.2. Эквивалентная схема биполярного транзистора

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.

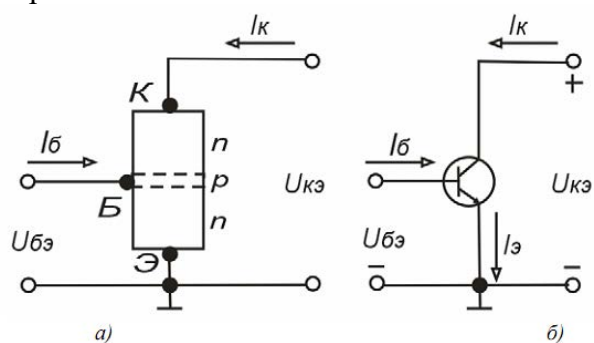


Рис.3. Транзистор типа n-p-n: а) - структура; б) -условное обозначение

Структура транзистора типа n-p-n, 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 p-типа, выходным - коллектор n-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 p-n-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 ($a = 0,97-0,99$) 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:

$$I_b = f(U_b) \approx \mu U_{кэ} = const.$$

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

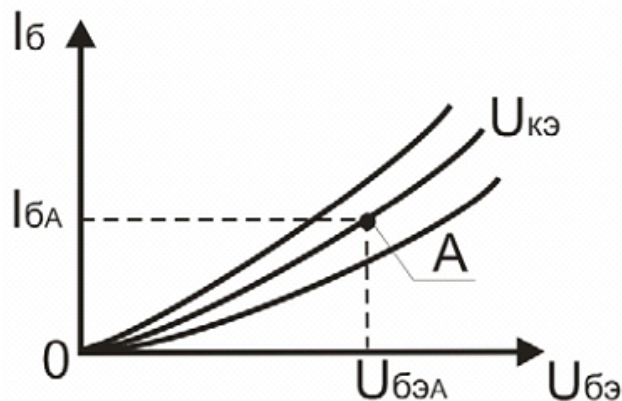


Рис. 4. Входная характеристика транзистора

При открытом первом переходе ток базы I_b (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_b и определяют получающееся при этом изменение напряжения на базе $\Delta U_{бэ}$. Входное сопротивление транзистора определяют как отношение

$$R_{вх} = \frac{\Delta U_{бэ}}{\Delta I_b}$$

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

$$I_k = f(U_{кэ}) \text{ при } I_b = \text{const.}$$

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

С увеличением тока базы I_b характеристики смещаются вверх. Связь между током коллектора I_k и током базы I_b определяется коэффициентом передачи тока базы

$$\beta = \frac{\Delta I_k}{\Delta I_b},$$

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

$$\beta = \Delta I_k / \Delta I_b = \Delta I_k / (\Delta I_э - \Delta I_k) = a / (1 - a).$$

Коэффициент передачи тока базы β зависит от напряжения на коллекторе $U_{кэ}$ и от тока эмиттера $I_э$.

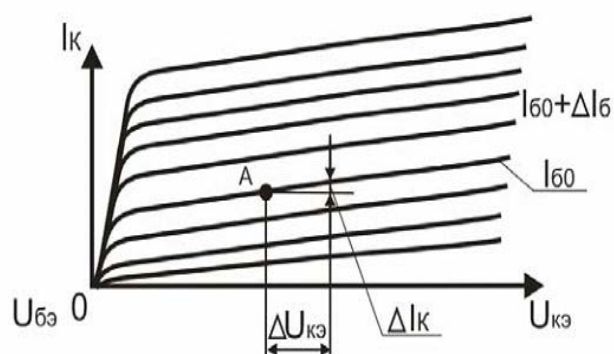


Рис. 5. Выходные характеристики транзистора

При малых напряжениях на коллекторе $|U_{кэ}| < |U_{бэ}|$ 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 $I_б = \text{const}$) 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 $I_б = \text{const}$ задают приращение коллекторного напряжения $\Delta U_{кэ}$ 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?

4.1.1. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

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

Наименование: Исследование простых цепей постоянного тока.

- подготовка презентации;
- оформление отчета по практической работе

Задание: произвести расчёт и экспериментальную проверку работы простой цепи постоянного тока.

Порядок выполнения:

1. Переключатели «R₁», «R₂», «R₃» установить в положении, указанном преподавателем.
2. Собрать схему 1. Показания вольтметра занести в таблицу 1.
3. Собрать схему 2 (предел измерения амперметра - 2[A]). Показания приборов занести в таблицу 1.
4. Собрать схему 3 (предел измерения амперметра - 2[A]). Показания приборов занести в таблицу 1.
5. Собрать схему 4 (предел измерения амперметра - 2[A]). Показания приборов занести в таблицу 1.

Таблица 1

Схема 1		Схема 2			Схема 3			Схема 4		
U	U*	U	I	R ₁	U	I	R ₂	U	I	R ₃
[В]	[В]	[В]	[А]	[Ом]	[В]	[А]	[Ом]	[В]	[А]	[Ом]

6. Вычислить сопротивление резисторов R₁; R₂; R₃ по формуле: $R = \frac{U}{I}$ [Ом]

7. Вычислить U* = U - 1,5 (1,5 [В] - уменьшение напряжения на источнике при включении нагрузки).

8. Рассчитать токи и напряжение для каждого резистора схемы 5 (рис. 2) Значения U; R₁, R₂, R₃ - из таблицы 1:

а) рассчитать сопротивление участка «BC»: $R_{BC} = R_{23} = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3}$ [Ом]

б) рассчитать эквивалентное сопротивление схемы: $R_{\text{э}} = R_1 + R_{23}$ [Ом]

в) рассчитать ток I₁: $I_1 = \frac{U^*}{R_{\text{э}}}$ [А]

г) рассчитать напряжения на резисторах:

$$U_1 = I_1 R_1 \text{ [В]}$$

$$U_2 = U_3 = I_1 R_{23} \text{ или } U_2 = U_3 = U^* - U_1 \text{ [В]}$$

д) рассчитать токи I₁ и I₂: $I_2 = \frac{U_2}{R_2}$; $I_3 = \frac{U_3}{R_3}$ [А]

Результаты расчетов занести в таблицу 2.

Таблица 2

	I ₁	I ₂	I ₃	U ₁	U ₂	U ₃
	[А]	[А]	[А]	[В]	[В]	[В]
Рассчитано						
Измерено						

9. Собрать схему 5. Пределы измерения амперметров:

рА₁ - 2[А]

рА₂ - 1[А]

рА₃ - 1[А].

Показания амперметров занести в таблицу 2. Измерить вольтметром напряжения на резисторах, результаты занести в таблицу 2.

Содержание отчета

- номер, название, цель работы;
- схемы;
- таблицы;
- расчеты.

Вопросы к зачету

1. Дать определение электрического напряжения
2. Сформулировать закон Ома для участка цепи и для замкнутой цепи
3. Сформулировать первый и второй законы Кирхгоффа
4. Записать формулы, по которым рассчитывается эквивалентное сопротивление последовательно соединенных резисторов, параллельно соединенных резисторов
5. Дать определение класса точности прибора

6. Определить систему измерительных механизмов электроизмерительных приборов, используемых в лабораторной работе
7. Перечислить достоинства и недостатки приборов этой системы
8. Определить класс точности приборов, используемых в работе
9. Определить абсолютную погрешность измерений, проведенных в данной работе

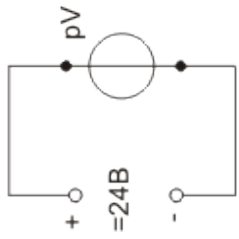


Схема 1

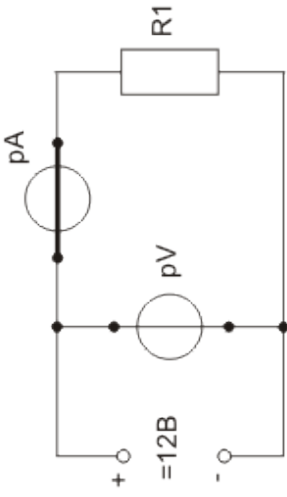


Схема 2

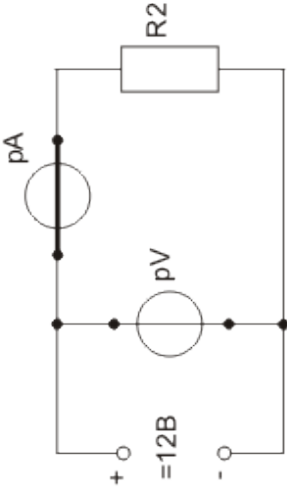


Схема 3

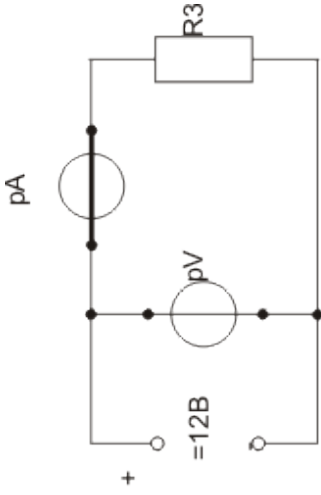


Схема 4

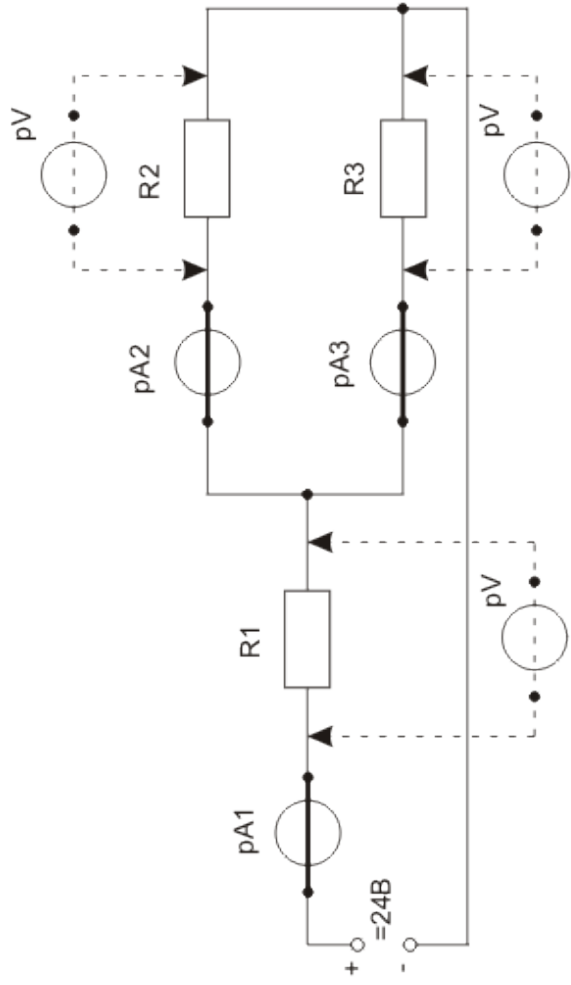


Схема 5

Комплект оценочных заданий №2 по Разделу 1. Основные законы электротехники, Теме 1.3. Электрические цепи переменного тока (Аудиторная самостоятельная работа).

Наименование: Исследование неразветвлённых цепей переменного тока

Задание:

Определить параметры элементов и режим работы электрической цепи.

Порядок выполнения работы:

1. Переключатели «R», «L», «C» установить в указанное преподавателем положение.
2. Собрать схему (рис. 1).
3. Снять показания приборов и занести в таблицу 1.

Таблица 1

U_1	U_2	U_3	U_4	I
[В]	[В]	[В]	[В]	[А]

4. Вычислить:

1) полное сопротивление схемы: $Z = \frac{U_1}{I}$ [Ом]

2) сопротивление резистора: $R = \frac{U_2}{I}$ [Ом]

3) полное сопротивление катушки: $Z_L = \frac{U_3}{I}$ [Ом]

4) индуктивное сопротивление катушки: $X_L = \sqrt{Z_L^2 - R_L^2}$ [Ом], где R_L - активное сопротивление проводов катушки.

$R_L = 3$ [Ом] (переключатель «L» в положении 1) или

$R_L = 3,5$ [Ом] (переключатель «L» в положении 2).

5) индуктивность катушки (Гн): $L = \frac{X_L}{2\pi f}$ ($f = 50$ Гц)

6) сопротивление конденсатора: $X_C = \frac{U_4}{I}$ [Ом]

7) емкость конденсатора (Ф): $C = \frac{1}{2\pi f X_C}$ ($f = 50$ Гц)

8) напряжение на элементах схемы:

$U_R = U_2$ - напряжение на резисторе;

$U_C = U_4$ - напряжение на конденсаторе

$U_{AL} = I \cdot R_L$ - активная составляющая напряжения на катушке;

$U_L = I \cdot X_L$ - реактивная составляющая напряжения на катушке;

9) напряжение на входе схемы: $U_{BX} = \sqrt{(U_R + U_{AL})^2 + (U_L - U_C)^2}$ [В]

10) коэффициент мощности цепи: $\cos \varphi = \frac{U_R + U_{AL}}{U_{BX}}$

11) угол сдвига фаз между напряжением на входе схемы и током:

$$\varphi = \arccos(\cos \varphi)$$

- 12) Результаты вычислений занести в таблицу 2. Занести в таблицу 2.
Таблица 2

Z	R	X _L	L	X _C	C	U _R	U _{AL}	U _L	U _C	U _{ВХ}	cos φ	φ
[Ом]	[Ом]	[Ом]	[мГн]	[Ом]	[μF]	[В]	[В]	[В]	[В]	[В]		[град]

5. Построить векторную диаграмму напряжений (приблизительный вид диаграммы показан на рис. 2).

Содержание отчета

1. номер, название, цель работы;
2. схема;
3. таблицы;
4. расчеты;
5. векторная диаграмма.

Вопросы к зачету

1. Назовите режимы, в которых может работать последовательная RLC цепь
2. Определите режим работы исследуемой в работе схемы
3. Определите необходимую величину емкости конденсатора, чтобы данная схема работала в режиме резонанса напряжений. Определите полное сопротивление схемы, коэффициент мощности, угол сдвига фаз между входным напряжением и током при работе схемы в режиме резонанса напряжений
4. Определите систему измерительных механизмов приборов, используемых в лабораторной работе
5. Перечислите достоинства и недостатки данной системы

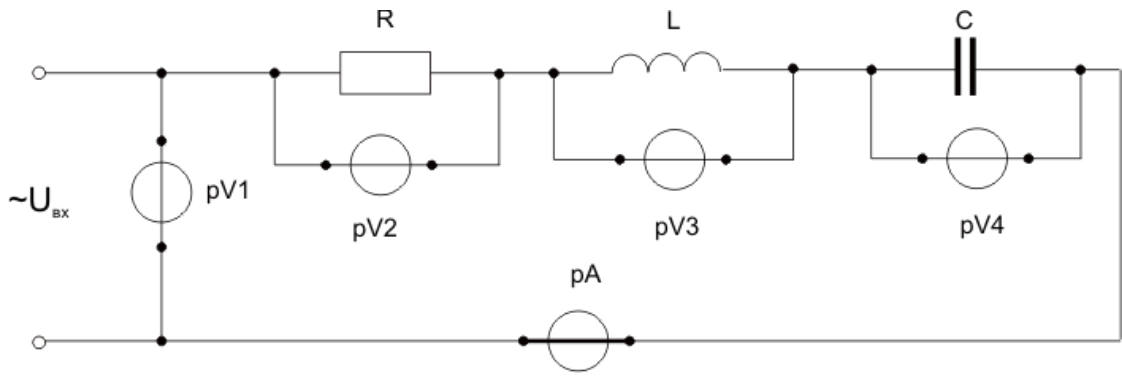


РИС. 1

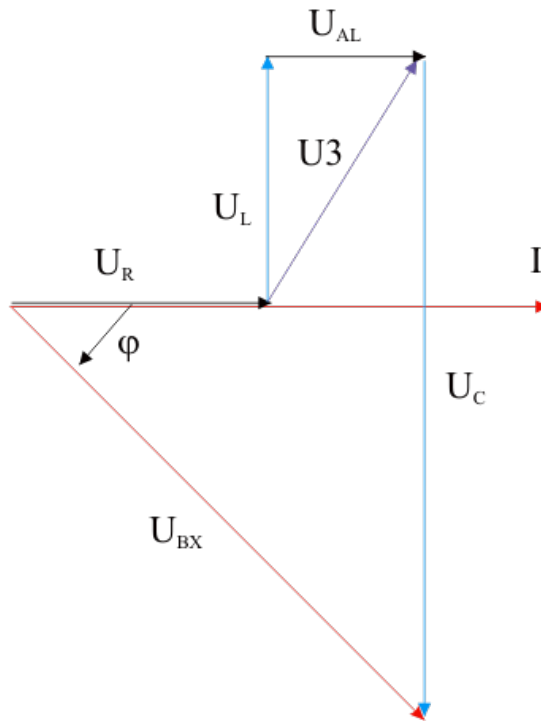


РИС. 2

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

Наименование: Исследование разветвлённых цепей переменного тока

Задание:

определить параметры элементов по работе параллельной R-C цепи, расчет цепей.

Порядок выполнения работы:

1. Переключатели «R» и «C» установить в указанное преподавателем положение.
2. Собрать схему 1 (схема показана на рис.1).

Пределы измерения амперметров: $pA_1 - 2 [A]$

$pA_2 - 2[A]$

$pA_3 - 1[A]$

3. Снять показания приборов и занести в таблицу 1.

Таблица 1

Измерено					Вычислено				
U	I ₁	I ₂	I ₃	I ₁ [*]	R	X _C	C	cos φ	φ
[В]	[А]	[А]	[А]	[А]	[Ом]	[Ом]	[μF]		[град]

4. Вычислить:

- ток в неразветвленной части цепи: $I_1^* = \sqrt{I_2^2 + I_3^2} [A]$

- сопротивление резистора: $R = \frac{U}{I_2} [Ом]$

- сопротивление конденсатора: $X_C = \frac{U}{I_3} [Ом]$

- емкость конденсатора: $C = \frac{1}{2\pi f X_C} \quad (f = 50 Гц)$

- коэффициент мощности схем: $\cos \varphi = \frac{I_2}{I_1}$

- угол сдвига фаз между напряжением и током в неразветвленной части цепи:

$\varphi = \arccos(\cos \varphi)$

Результаты вычислений занести в таблицу 1.

5. Построить векторную диаграмму токов для параллельной RC цепи. (Приблизительный вид диаграммы показан на рис. 2).

6. Рассчитать ток и напряжения на резисторе и конденсаторе при подключении последовательной R-C схемы к тому же источнику питания:

- рассчитать полное сопротивление схемы: $Z = \sqrt{R^2 + X_C^2} [Ом]$

- рассчитать ток: $I = \frac{U}{Z} [Ом]$

- рассчитать напряжения на элементах схем:

- на резисторе: $U_R = I \cdot R [Ом]$

- на конденсаторе: $U_C = I \cdot X_C [Ом]$

- коэффициент мощности схемы: $\cos \varphi = \frac{R}{Z}$

- угол сдвига фаз между током и напряжением на входе схемы: $\varphi = \arccos(\cos \varphi)$

- Результаты расчетов занести в таблицу 2

Таблица 2

Вычислено					Измерено				
Z	cos φ	φ	I	U _R	U _C	I	U _R	U _C	U _{ВХ}
[Ом]		[град]	[А]	[В]	[В]	[А]	[В]	[В]	[В]

7. Собрать схему 2 (рис. 3).

Предел измерения амперметра $r_A - 1[A]$.

8. Измерить вольтметром напряжения на входе схемы, на резисторе и на конденсаторе.

9. Результаты занести в таблицу 2.

10. Построить векторную диаграмму напряжений для последовательной RC цепи.

(приблизительный вид диаграммы показан на рис. 4).

Содержание отчета

1. номер, название, цель работы;
2. схемы;
3. таблицы;
4. расчеты;
5. векторные диаграммы.

Вопросы к зачету

1. Написать формулы, по которым рассчитываются полное сопротивление последовательной RC цепи, сопротивление конденсатора (если известна его емкость и частота питающей сети).
2. Определите порядок изменения (увеличится, уменьшится) $\cos \varphi$ при увеличении емкости конденсатора в схеме 1 или в схеме 2 (по указанию преподавателя)
3. Определите порядок изменения (увеличится, уменьшится) угла сдвига фаз φ между током и напряжением при увеличении сопротивления резистора в схеме 1 или в схеме 2 (по указанию преподавателя)
4. Определите систему измерительных механизмов приборов, используемых в лабораторной работе
5. Опишите устройство и принцип действия данной системы

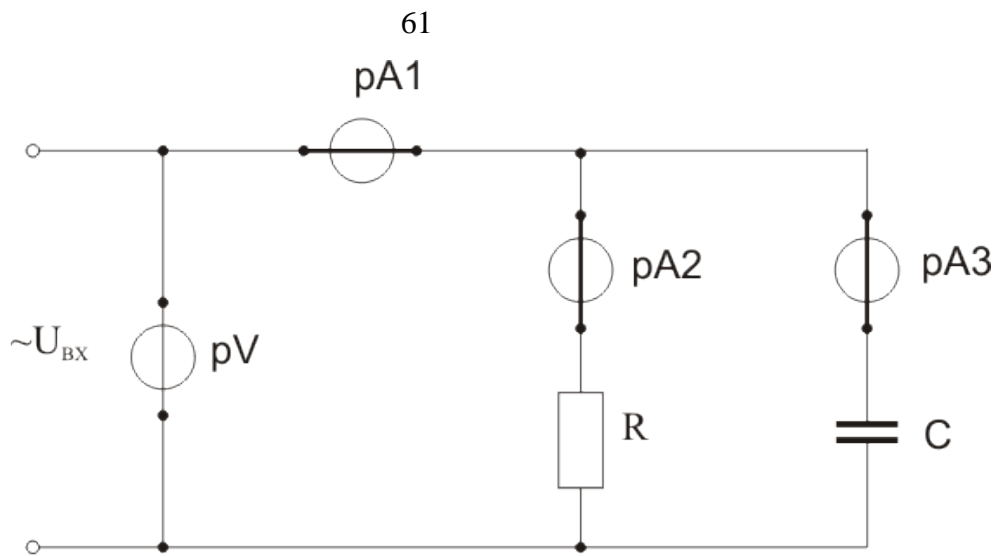


РИС. 1

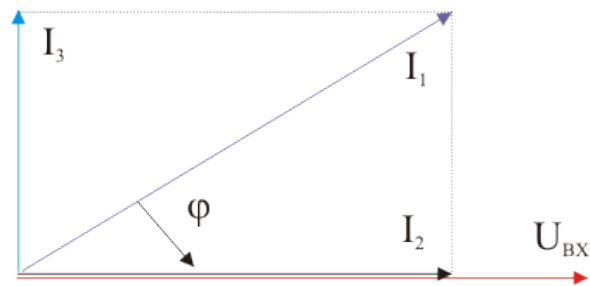


РИС. 2

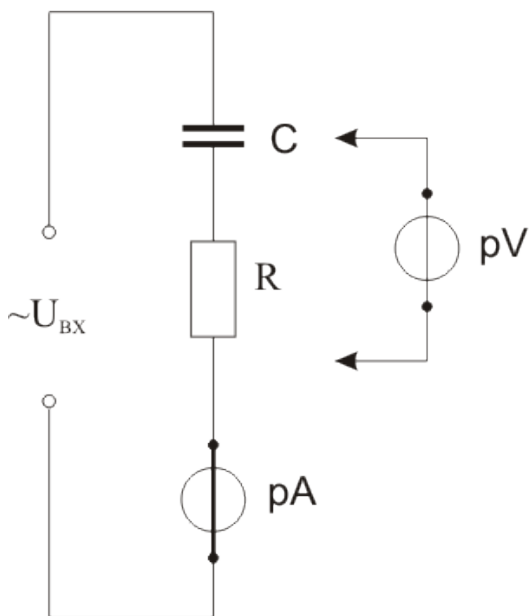


РИС. 3

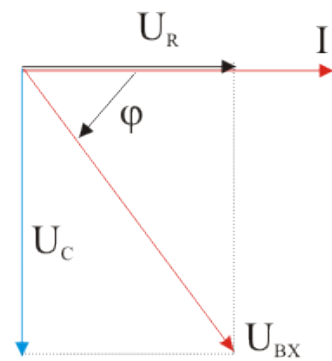


РИС. 2

Комплект оценочных заданий №4 по Разделу 1. Основные законы электротехники, Тема 1.4. Электрические измерения и приборы (Аудиторная самостоятельная работа).

Наименование: Изучение методов измерения сопротивления

Задание:

изучение косвенных методов измерения сопротивлений.

Порядок проведения работы

1. Измерение сопротивления реохордным мостом

1. Собрать схему 1 (синим цветом изображена калиброванная проволока реохорда)
2. Переключатель напряжения на входе схемы в положении «0,5 [В]»
3. Предел измерения амперметра: $\mu\text{A} - 50$ [μA]
4. Эталонное сопротивление $R_0 = 100$ [Ом]
5. Перемещая скользящий контакт по реохорду, уравновесить мост (т.е. добиться нулевых показаний прибора). По линейке определить l_1 [мм]
6. Вычислить: $l_2 = 500 - l_1$ [мм]; $R_x = R_0 \frac{l_2}{l_1}$ [Ом]
7. Результаты занести в таблицу 1.

2. Измерение сопротивления методом одного амперметра (методом замещения)

1. Собрать схему 2
2. Переключатель напряжения на входе схемы в положении «5 [В]»
3. Предел измерения амперметра: $\mu\text{A} - 50$ [μA]
4. Эталонное сопротивление $R_0 = 100$ [Ом]
5. Измерить ток в первом (I_1) и во втором (I_2) положении переключателя S
6. Вычислить: $R_x = R_0 \frac{I_1}{I_2}$ [Ом]
7. Результаты занести в таблицу 1.

3. Измерение сопротивления методом одного вольтметра

1. Собрать схему 3
2. Переключатель напряжения на входе схемы в положении «15 [В]»
3. Предел измерения вольтметра: $\mu\text{V} - 15$ [В]
4. Измерить напряжение в первом (U_1) и во втором (U_2) положении переключателя S
5. Вычислить: $R_x = R_v \left(\frac{U_1}{U_2} - 1 \right)$ [Ом], где R_v – внутреннее сопротивление вольтметра (указано на шкале прибора)
6. Результаты занести в таблицу 1.

Таблица 1

Реохордный мост				Метод замещения				Метод одного вольтметра			
R_0	l_1	l_2	R_x	R_0	I_1	I_2	R_x	R_v	U_1	U_2	R_x
[Ом]	[мм]	[мм]	[Ом]	[Ом]	[А]	[А]	[Ом]	[Ом]	[В]	[В]	[Ом]

4. Измерение сопротивления методом амперметра и вольтметра

1. Собрать схему 4.1
2. Переключатель напряжения на входе схемы в положении «15 [В]»
3. Предел измерения приборов: $\mu\text{A} - 100$ [μA]; $\mu\text{V} - 15$ [В]
4. Снять показания приборов и вычислить:

$$R_x^* = \frac{U}{I} - \text{без учета внутренних сопротивлений приборов};$$

$$R_x = \frac{U}{I} - R_A - \text{с учетом внутренних сопротивлений приборов, где } R_A$$

– внутреннее сопротивление амперметра (указано на шкале прибора)

5. Результаты занести в таблицу 2.
6. Собрать схему 4.2
7. Переключатель напряжения на входе схемы в положении «5 [В]»
8. Предел измерения приборов: рА – 100 [mA]; рV – 15 [В]
9. Снять показания приборов и вычислить:

$$R_x^* = \frac{U}{I} - \text{без учета внутренних сопротивлений приборов;}$$

$$R_x = \frac{UR_v}{IR_v - U} - \text{с учетом внутренних сопротивлений приборов, где } R_v$$

– внутреннее сопротивление вольтметра (указано на шкале прибора)

10. Результаты занести в таблицу 2.

Таблица 2

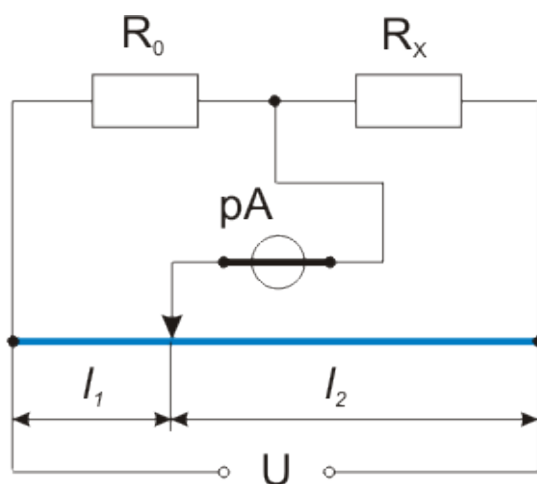
Схема 1					Схема 2				
U	I	R _A	R _X [*]	R _X	U	I	R _V	R _X [*]	R _X
[В]	[mA]	[Ом]	[Ом]	[Ом]	[В]	[mA]	[Ом]	[Ом]	[Ом]

Содержание отчета

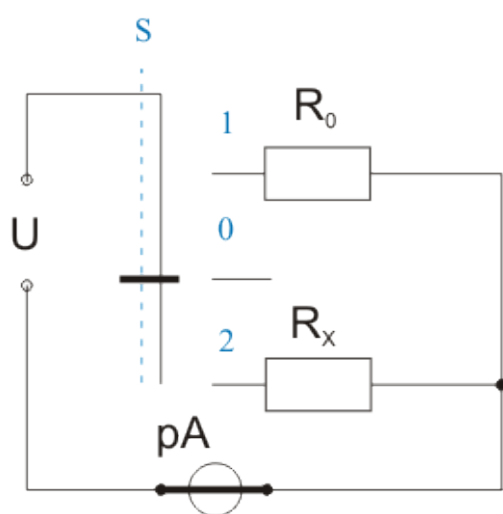
- Номер, название, цель работы
- Электрические схемы
- Таблицы
- Расчеты

Вопросы к зачету

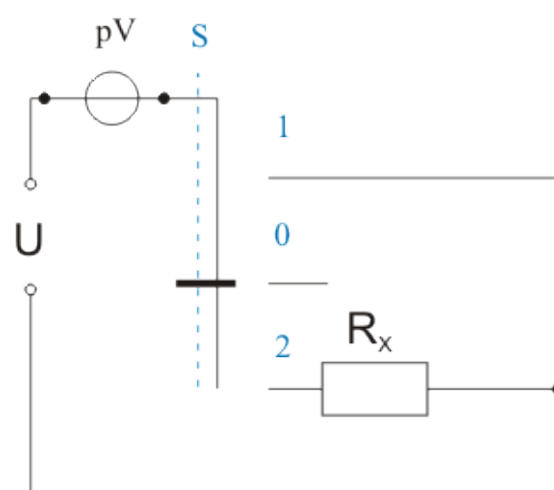
1. Перечислить методы измерения сопротивлений. Какой из них является наиболее точным
2. При измерении реохордным мостом первого сопротивления получено: $l_1 = 490$ мм, при измерении второго: $l_1 = 240$ мм. В каком случае сопротивление измерено точнее, обоснуйте ответ
3. Какое соотношение должно выполняться между измеряемым сопротивлением и внутренними сопротивлениями приборов, чтобы результаты расчетов по формуле $R_x = \frac{U}{I}$ имели незначительную погрешность в схеме 1 и в схеме 2 (метод амперметра и вольтметра)
4. Дайте определение абсолютной и относительной погрешности измерений
5. Вычислить абсолютную и относительную погрешность при определении сопротивления методом замещения (истинным значением считать значение сопротивления, полученное методом реохордного моста)
6. Вывести формулу: $R_x = R_0 \frac{I_1}{I_2}$ (метод замещения)
7. Вывести формулу: $R_x = R_v \left(\frac{U_1}{U_2} - 1 \right)$ (метод одного вольтметра)



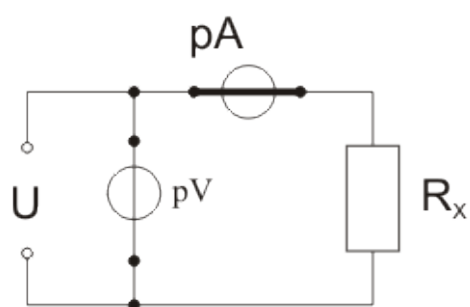
CXEMA 1



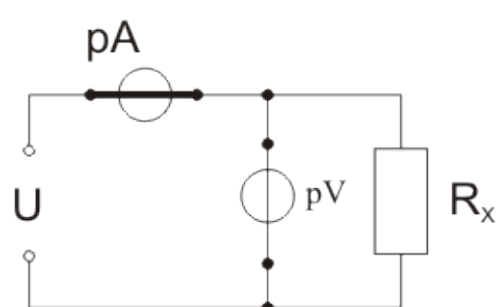
CXEMA 2



CXEMA 3



CXEMA 4.1



CXEMA 4.2

Комплект оценочных заданий №5 по Разделу 1. Основные законы электротехники, Тема 1.4. Электрические измерения и приборы (Аудиторная самостоятельная работа).
 Наименование: Изучение методов измерения мощности в цепях постоянного тока
 Задание:

измерение мощности при последовательном и параллельном включении резисторов, проверка баланса мощностей.

Необходимые приборы: амперметр АСТ-5; 10 [А] - 1 шт.

вольтметр АСТV-150; 300 [В] - 1 шт.

ваттметр ЭДВ-5; 10 [А]·75,150,300 [В] - 3 шт.

Порядок проведения работы

1. Собрать схему 1

Пределы измерения приборов: рА – 5 [А]

рV – 150 [В]

рW – 5 [А]·150 [В]

Положение движка реостата определяет преподаватель.

Снять показания приборов и занести в таблицу 1.

2. Заменить реостат R_1 на R_2 .

Положение движка реостата определяет преподаватель.

Снять показания приборов и занести в таблицу 1.

Таблица 1

	P	U	I	P*
	[Вт]	[В]	[А]	[Вт]
R_1				
R_2				

Вычислить величину $P^* = UI$ и занести в таблицу 1.

3. Собрать схему 2.

Пределы измерения приборов: рА – 5 [А]

рV – 150 [В]

рW₁ – 5 [А]·150 [В]

рW₂ – 5 [А]·75 [В]

рW₃ – 5 [А]·75 [В]

Снять показания приборов и занести в таблицу 2.

4. Собрать схему 3.

Пределы измерения приборов: рА – 10 [А]

рV – 150 [В]

рW₁ – 10 [А]·150 [В]

рW₂ – 5 [А]·150 [В]

рW₃ – 5 [А]·150 [В]

Снять показания приборов и занести в таблицу 2.

Таблица 2

	U	I	P ₁	P ₂	P ₃	P*	P**
	[В]	[А]	[Вт]	[Вт]	[Вт]	[Вт]	[Вт]
Схема 2							

Схема 3							
------------	--	--	--	--	--	--	--

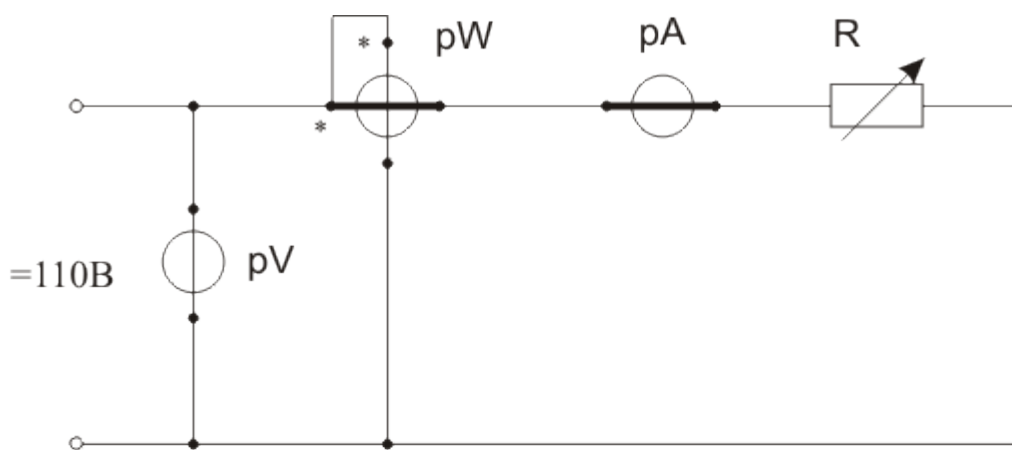
Вычислить величину $P^* = UI$; $P^{**} = P_2 + P_3$ и занести в таблицу 2.

Содержание отчета

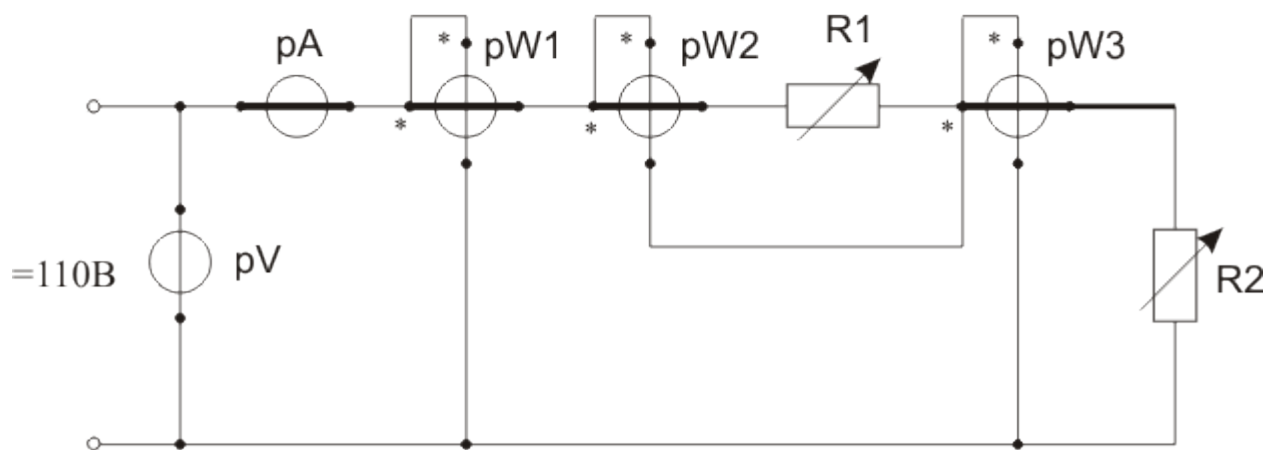
1. Номер, название, цель работы
2. Электрические схемы
3. Таблицы
4. Расчеты

Вопросы к зачету

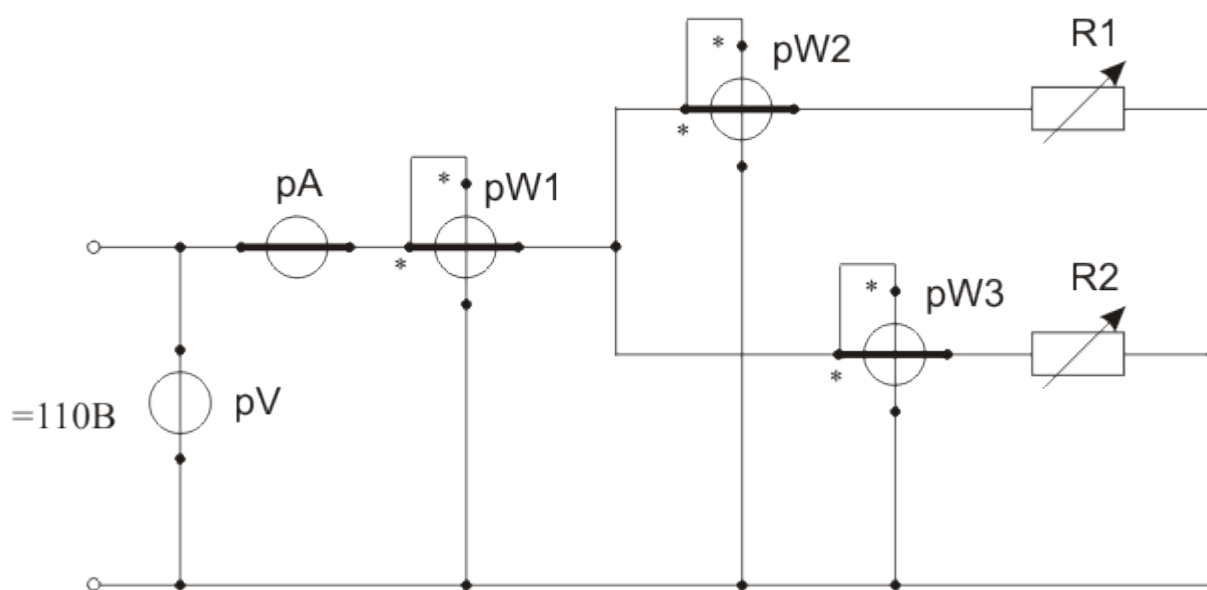
1. Опишите устройство ваттметра электродинамической и ферродинамической системы
2. Укажите достоинства и недостатки приборов электродинамической и ферродинамической систем
3. Дайте определение понятия «постоянная ваттметра», как определить постоянную ваттметра
4. Какую мощность (активную, реактивную или полную) будут измерять данные ваттметры, если исследуемые схемы подключить к источнику переменного напряжения, а в качестве нагрузки взять обмотку электрической машины. Укажите формулы для расчета других видов мощности, используя только показания электроизмерительных приборов данной работы



CXEMA 1



CXEMA 2



CXEMA 3

Комплект оценочных заданий №6 по Разделу 1. Основные законы электротехники, Теме 1.4. Электрические измерения и приборы (Аудиторная самостоятельная работа).

Наименование: Изучение методов измерения мощности в цепях переменного тока

Задание:

измерение мощности при последовательном и параллельном включении резисторов, проверка баланса мощностей.

Необходимые приборы: амперметр АСТ-5; 10 [А] - 1шт.

вольтметр АСТV-150; 300 [В] - 1шт.

ваттметр ЭДВ-5; 10 [А]·75,150,300 [В] - 3шт.

Порядок проведения работы

1. Собрать схему 1

Пределы измерения приборов: $p_A - 5$ [А]

$p_V - 150$ [В]

$p_W - 5$ [А]·150 [В]

Положение движка реостата определяет преподаватель.

Снять показания приборов и занести в таблицу 1.

2. Заменить реостат R_1 на R_2 .

Положение движка реостата определяет преподаватель.

Снять показания приборов и занести в таблицу 1.

	P	U	I	P*
	[Вт]	[В]	[А]	[Вт]
R_1				
R_2				

Вычислить величину $P^* = UI$ и занести в таблицу 1.

3. Собрать схему 2.

Пределы измерения приборов: $p_A - 5$ [А]

$p_V - 150$ [В]

$p_{W_1} - 5$ [А]·150 [В]

$p_{W_2} - 5$ [А]·75 [В]

$p_{W_3} - 5$ [А]·75 [В]

Снять показания приборов и занести в таблицу 2.

4. Собрать схему 3.

Пределы измерения приборов: $p_A - 10$ [А]

$p_V - 150$ [В]

$p_{W_1} - 10$ [А]·150 [В]

$p_{W_2} - 5$ [А]·150 [В]

$p_{W_3} - 5$ [А]·150 [В]

Снять показания приборов и занести в таблицу 2.

Таблица 2

	U	I	P ₁	P ₂	P ₃	P*	P**
	[В]	[А]	[Вт]	[Вт]	[Вт]	[Вт]	[Вт]
Схема 2							
Схема 3							

Вычислить величину $P^* = UI$; $P^{**} = P_2 + P_3$ и занести в таблицу 2.

Содержание отчета

5. Номер, название, цель работы
6. Электрические схемы
7. Таблицы
8. Расчеты

Комплект оценочных заданий №7 по Разделу 1. Основные законы электротехники, Тема 1.4. Электрические измерения и приборы (Аудиторная самостоятельная работа).

Наименование: Изучение методов измерения электрической энергии

Задание:

Произвести проверку однофазных, трехфазных счетчиков.

Необходимое оборудование: Лабораторный стенд.

Ваттметр Д566 – 2шт

Порядок проведения работы

1. Проверка однофазного счетчика.

1.1. Собрать схему 1.

Пределы измерения ваттметра: - 2,5 [А]·300[В]

1.2. Включить нагрузку, указанную преподавателем. Занести в таблицу 1 показания ваттметра, количество оборотов диска, соответствующее энергии 1 [кВт·ч] и, измеренное три раза, время одного оборота диска счетчика.

1.3. Повторить опыт с другими значениями нагрузки (по указанию преподавателя).

Таблица 1.

	n	k	t ₁	t ₂	t ₃	t _{cp}	P	N	W _a	W _a *
	[об/кВт·ч]	[Вт·ч/об]	[с]	[с]	[с]	[с]	[Вт]	[об/ч]	[Вт·ч]	[Вт·ч]
1										
2										
3										

1.4. Вычислить постоянную счетчика: $k = \frac{1000}{n}$ [Вт·ч/об]

1.5. Для каждого опыта вычислить:

а) $t_{cp} = \frac{t_1 + t_2 + t_3}{3}$ [с] - среднее время оборота диска;

б) $N = \frac{3600}{t_{cp}}$ [об/ч] - количество оборотов, которое диск сделает за один час;

в) $W_a = kN$ [Вт·ч] - энергия, которая выделится за один час, согласно показаниям счетчика;

г) $W_a^* = Pt = P \cdot 1 = P$ [Вт·ч] - энергия, которая выделится за один час, согласно показаниям ваттметра.

1.6. Для одного из опытов (по указанию преподавателя) рассчитать абсолютную и относительную погрешность измерения W , считая истинным значение энергии W^* .

а) $\Delta = W_a^* - W_a$ [Вт·ч] - абсолютная погрешность

б) $\delta = \frac{|W_a^* - W_a|}{W_a}$ - относительная погрешность

2. Измерения активной мощности и энергии в трехфазных сетях.

2.1. Собрать схему 2: (часть схемы, показанная синим цветом, собрана)

Пределы измерения ваттметров: pW_1 и $pW_2 - 5[A] \cdot 300 [B]$.

2.2. При указанной преподавателем нагрузке занести в таблицу 2 показания ваттметров, количество оборотов диска, соответствующее энергии 1 [кВт·ч] и, измеренное три раза время одного оборота диска счетчика.

Таблица 2.

n	k	t_1	t_2	t_3	t_{cp}	P_1	P_2	N	W_a	W_a^*
[об/кВт·ч]	[Вт·ч/об]	[с]	[с]	[с]	[с]	[Вт]	[Вт]	[об/ч]	[Вт·ч]	[Вт·ч]

2.3. Вычислить:

а) $k = \frac{1000}{n}$ [Вт·ч/об]; $t_{cp} = \frac{t_1 + t_2 + t_3}{3}$ [с]; $N = \frac{3600}{t_{cp}}$ [об/ч]

б) $W_a = KN$ [Вт·ч]

в) $W_a^* = (P_1 + P_2)t = (P_1 + P_2) \cdot 1 = P_1 + P_2$ [Вт·ч] (если при измерении стрелка одного из ваттметров отклонялась против часовой стрелки, и пришлось переключатель направления тока в обмотке напряжения ваттметра установить в положение «-», показания этого прибора нужно брать со знаком минус).

Содержание отчета

1. номер, название, цель работы;
2. схемы;
3. таблицы;
4. расчеты.

Вопросы к зачету

1. Укажите систему измерительного механизма счетчика электрической энергии
2. Опишите устройство, принцип действия, достоинства и недостатки приборов этой системы.

3. Дайте определение постоянной счетчика, как ее вычисляют
4. Укажите, как изменяются вращающий и противодействующий моменты, действующие на диск счетчика при возрастании нагрузки в сети
5. Определите количество ваттметров, необходимых для измерения мощности в трехфазных трехпроводных и четырехпроводных цепях
6. Определите количество пар электромагнитов счетчика типа СА-3У-И, для измерения в каких цепях его можно использовать, расшифруйте обозначение типа счетчика

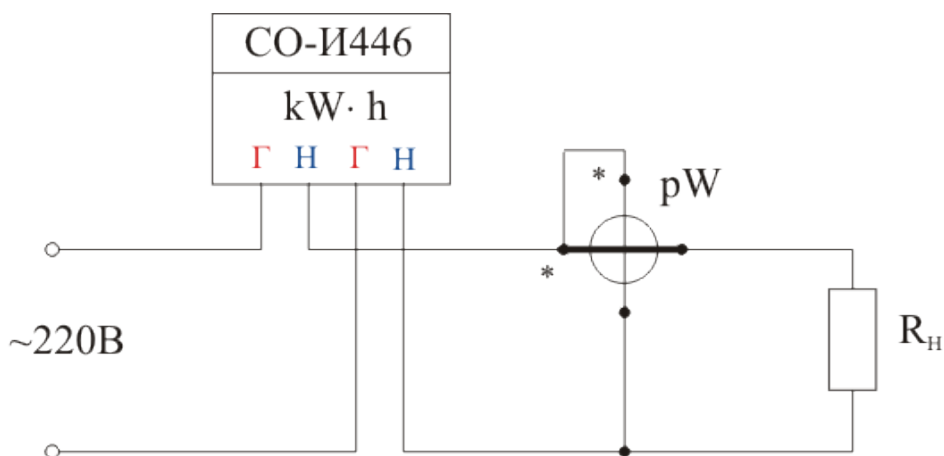


СХЕМА 1

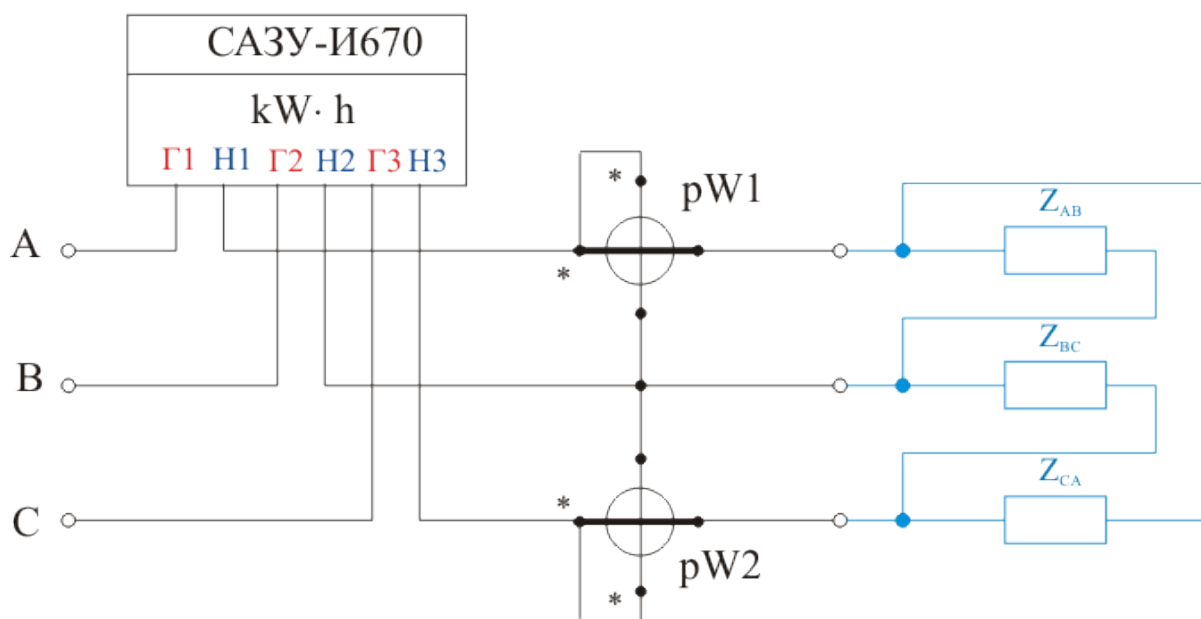


СХЕМА 2

Комплект оценочных заданий №8 по Разделу 2. Основы теории электрических машин, принципы работы типовых электрических устройств, Тема 2.1. Трансформаторы (Аудиторная самостоятельная работа).

Наименование: Исследование режимов работы однофазного трансформатора

Задание:

определить коэффициент трансформации, исследовать зависимость коэффициента полезного действия от нагрузки.

Оборудование: амперметр АСТ 2,5 [А];
 амперметр АСТ 5; 10 [А];
 вольтметр АСТV 150 [В];
 вольтметр АСТV 300 [В];
 ваттметр ЭДВ 5 [А]·150[В] – 2шт.

Порядок проведения работы

1. Собрать схему, используя по указанию преподавателя вывод X_1 или X_2 (часть схемы, показанная синим цветом, собрана).

Пределы измерения приборов: $pV_1 - 300[V]$.

$pV_2 - 150[V]$.

$pA_1 - 2,5;5[A]$.

$pA_2 - 5;10[A]$.

2. Провести опыт холостого хода трансформатора. Для этого:

- все выключатели нагрузки установить в положение «выключено»;
- подать питание на первичную обмотку трансформатора, снять показания приборов и занести в первую графу таблицы;

- вычислить коэффициент трансформации: $K = \frac{U_{1XX}}{U_{2XX}}$

- записать в отчет

3. Исследовать трансформатор при работе на активную нагрузку. Для этого необходимо снимать показания приборов, включая по одному выключателю нагрузки. При необходимости увеличить пределы измерения амперметров. Результаты измерений заносить в таблицу.

Таблица

№ п/п	U_1	I_1	P_1	U_2	I_2	P_2	η
	[В]	[А]	[Вт]	[В]	[А]	[Вт]	[%]
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

4. Для каждого опыта вычислить коэффициент полезного действия трансформатора:

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} \cdot 100 [\%]$$

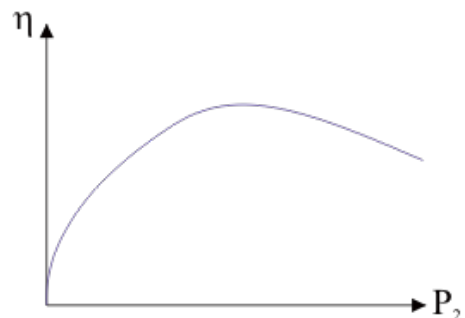
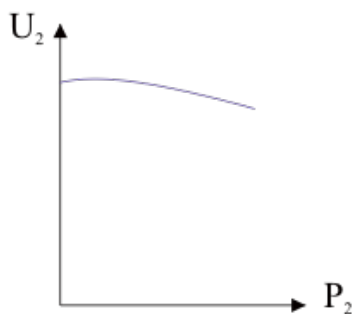
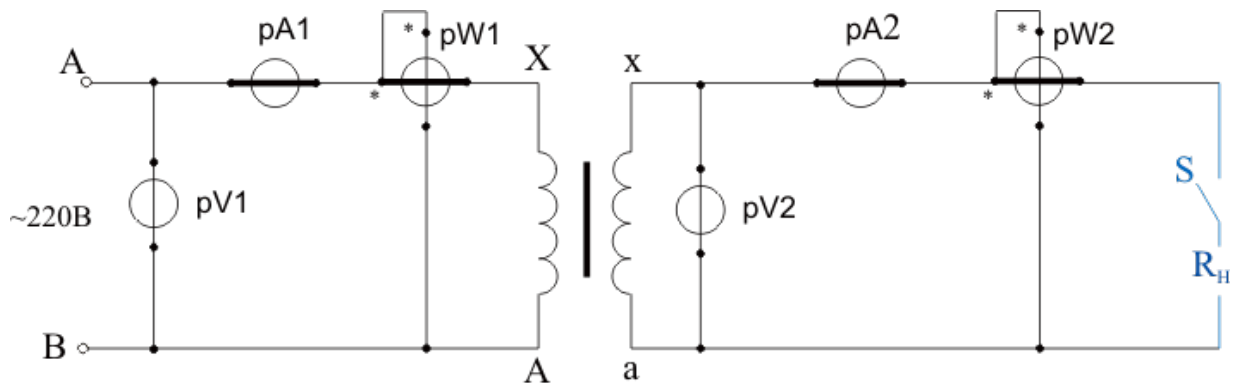
5. Построить графики $U_2 = f(P_2)$; $\eta = f(P_2)$ (примерный вид характеристик указан на рис.1.2).

Содержание отчета

1. номер, название, цель работы;
2. схема;
3. таблица;
4. расчетные формулы;
5. графики.

Вопросы к зачету

1. Устройство, принцип действия трансформатора. Маркировка выводов обмоток однофазных трехфазных трансформаторов, назначение трансформатора.
2. Дайте определение коэффициента трансформации. Формулы для определения коэффициента трансформации однофазного и трехфазного трансформаторов
3. Дайте определение коэффициента полезного действия трансформатора, как он зависит от нагрузки
4. Специальные трансформаторы: автотрансформаторы, сварочные трансформаторы, измерительные трансформаторы напряжения и тока, их особенности.



Комплект оценочных заданий №9 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: построить характеристики генератора.

Порядок проведения работы

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, оборвать 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 [В]								
2	Смешанное возбуждение (согласное)	I [A]	0							
		U [В]								
3	Смешанное возбуждение (встречное)	I [A]	0							
		U [В]								

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),

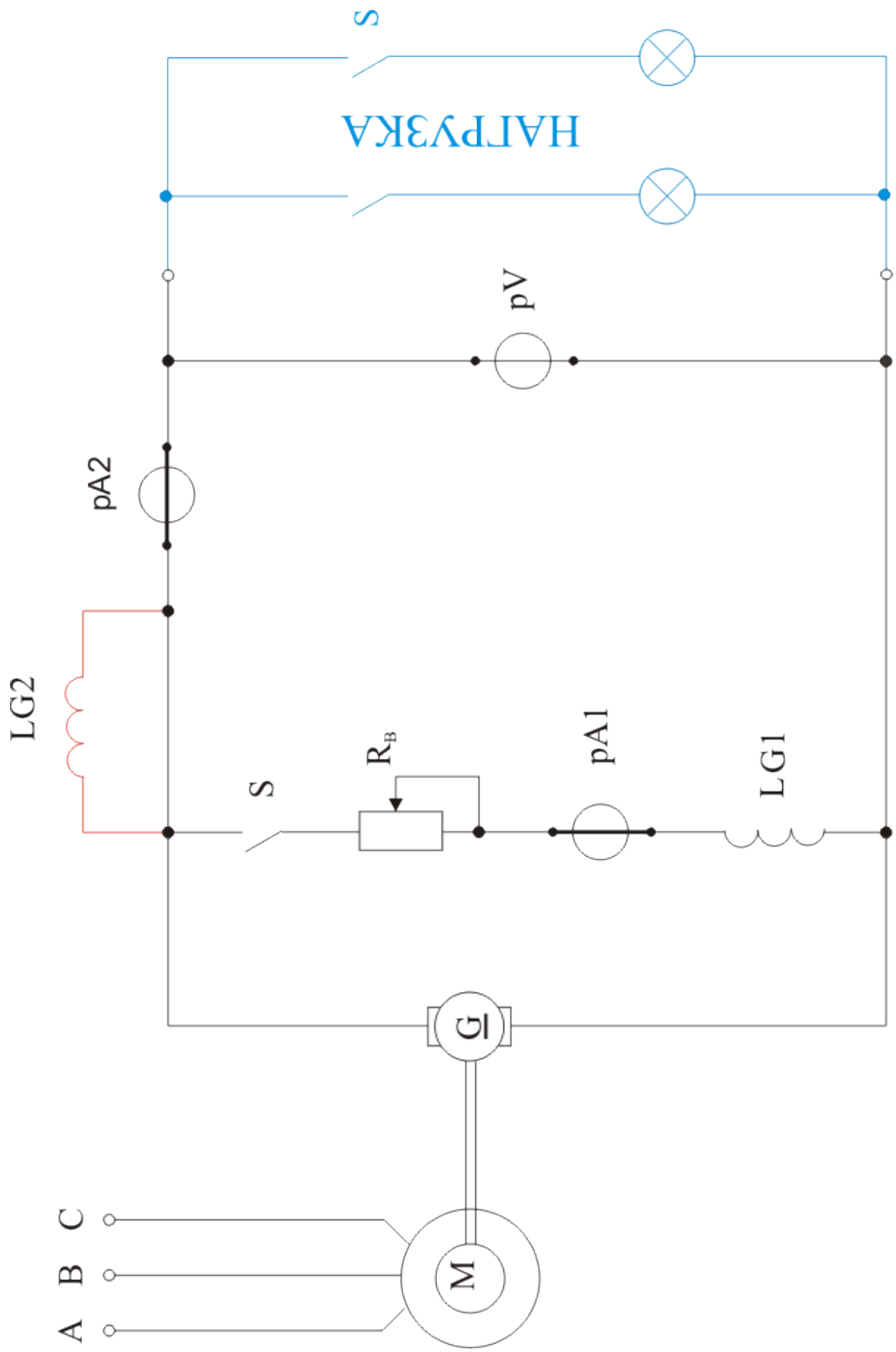
5. По данным таблицы 3 построить регулировочные характеристики $I_B = f(I_H)$ при $U = \text{const}$ (см. рис.3).

Содержание отчета

5. номер, название, цель работы;
6. схема;
7. таблицы;
8. характеристики.

Вопросы к зачету

4. Устройство, принцип действия генератора постоянного тока, маркировка выводов обмоток.
5. Объяснить вид полученных характеристик
6. Область применения генераторов с различным способом возбуждения



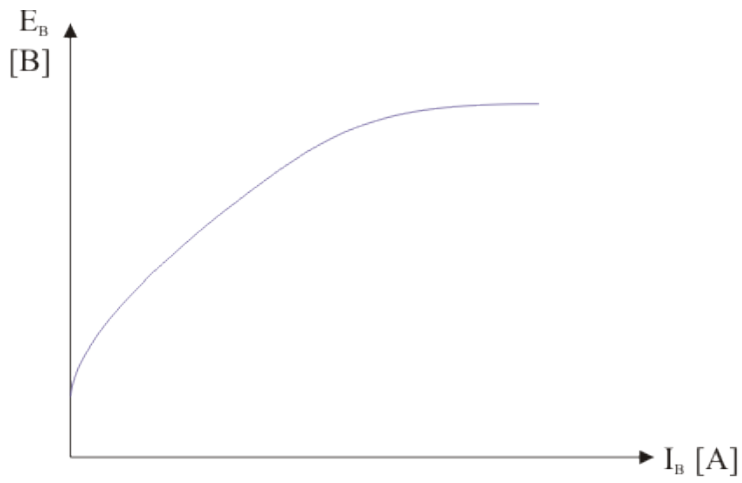


РИС. 1
ХАРАКТЕРИСТИКА ХОЛОСТОГО ХОДА

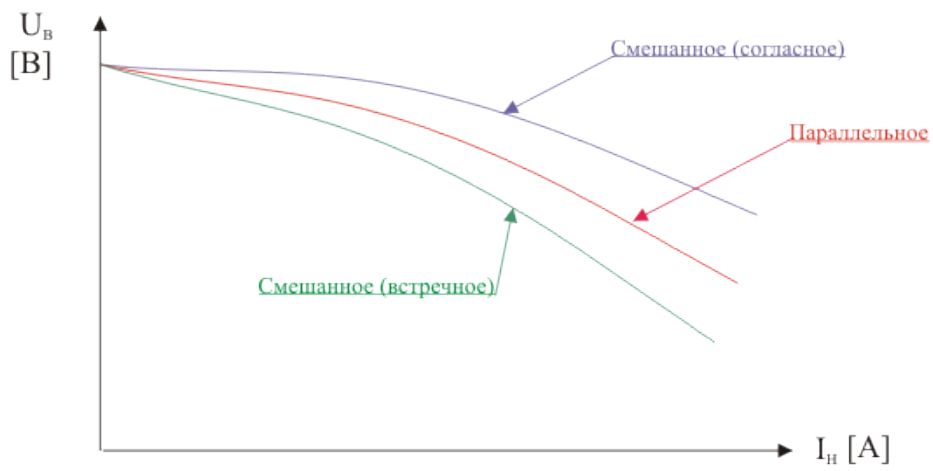


РИС. 2
ВНЕШНИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

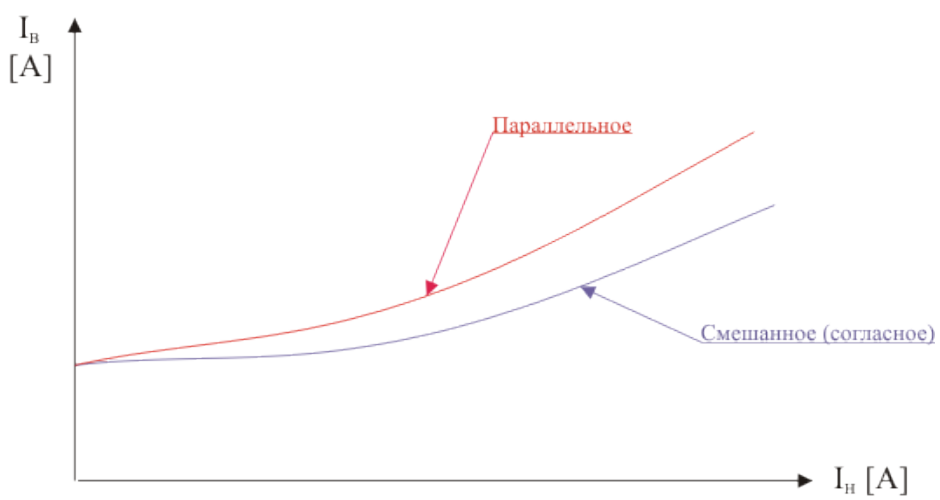


РИС. 3
РЕГУЛИРОВОЧНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Комплект оценочных заданий №10 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:

построить характеристики двигателя постоянного тока с параллельным возбуждением.

Порядок проведения работы

5. Ознакомиться со схемой. Установить: тумблер «нагрузка» в положение «выкл», реостат «нагрузка» в положение «min».
6. Регулировочная характеристика двигателя.
 - 1) Запустить двигатель, снять показания тахометра и амперметра pA_2 (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]						

7. 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]	[%]

8. 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.

4) Механические [$n = f(M)$] и электромеханические [$n = f(I_{\text{я}})$] характеристики двигателя постоянного тока с параллельным возбуждением представляют собой прямые, поэтому для их построения достаточно иметь две точки.

5) Установить значения сопротивлений в цепи якоря и в цепи возбуждения согласно данным таблицы 3.

6) 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

	$R_{\text{я}}$	$R_{\text{в}}$	M	n	$I_{\text{я}}$
	[Ом]	[Ом]	[Н·м]	[об/мин]	[А]
1	0	0	0		
			1		
2	10	0	0		
			1		
3	20	0	0		
			1		
4	0	200	0		
			1		

9. По данным таблицы 1 построить регулировочную характеристику двигателя $n = f(I_{\text{в}})$ (примерный вид характеристики показан на рис. 1);

10. По данным таблицы 2 построить рабочие характеристики $n = f(P_2)$, $\eta = f(P_2)$ (примерный вид характеристики показан рис.2);

11. По данным таблицы 3 построить механические $n = f(M)$ и электромеханические $n = f(I_{\text{я}})$ характеристики (примерный вид характеристики показан рис.3).

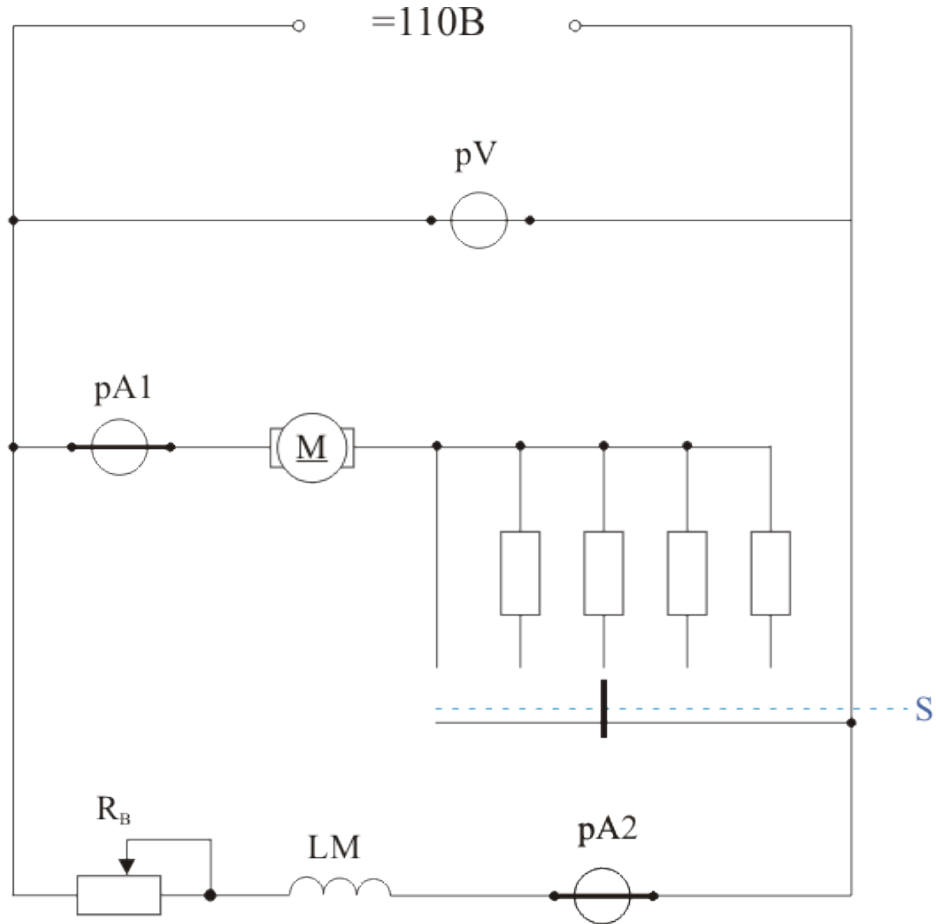
Содержание отчета

6. номер, название, цель работы;
7. схема;
8. таблицы;
9. расчетные формулы;
10. характеристики.

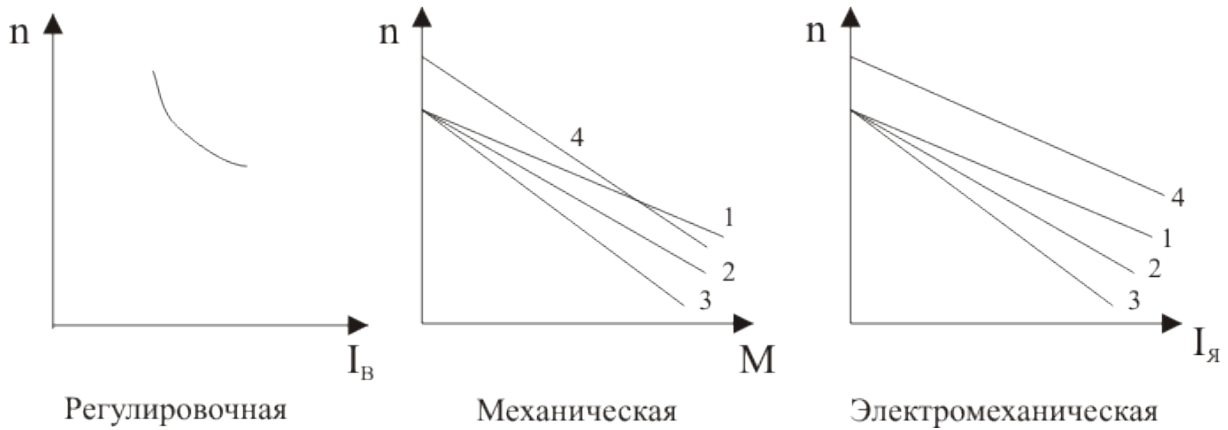
Вопросы к зачету

7. Устройство, принцип действия двигателя постоянного тока, маркировка выводов обмоток.
8. Перечислить способы регулирования частоты вращения двигателя с параллельным возбуждением.
9. Как производится реверс двигателя
10. Дайте определение регулировочной, рабочих, механической, электромеханической характеристик. Какой вид имеют эти характеристики

11. Что произойдет при обрыве в цепи возбуждения, если двигатель работает на холостом ходу? Что произойдет, если это случится у нагруженного двигателя?
12. Область применения двигателей постоянного тока, их достоинства и недостатки



ХАРАКТЕРИСТИКИ



Комплект оценочных заданий №11 по Разделу 3. Основы электроники. Электронные приборы, Теме 3.1. Физические основы электроники. Общие сведения о полупроводниковых приборах (Аудиторная самостоятельная работа).

Наименование: Исследование полупроводников

Задание: Изучить устройство и принцип работы полупроводникового диода, исследовать вольт-амперные характеристики.

Диоды бывают электровакуумные, газоразрядные и самые распространённые – полупроводниковые.

Полупроводниковые диоды имеют следующие основные параметры:

- 1) постоянный обратный ток диода ($I_{обр}$) – значение постоянного тока, протекающего через диод в обратном направлении при заданном обратном напряжении;
- 2) постоянное обратное напряжение диода ($U_{обр}$) – значение постоянного напряжения, приложенного к диоду в обратном направлении;
- 3) постоянный прямой ток диода ($I_{пр}$) – значение постоянного тока, протекающего через диод в прямом направлении;
- 4) постоянное прямое напряжение диода ($U_{пр}$) – значение постоянного напряжения на диоде при заданном постоянном прямом токе;

Порядок выполнения работы:

1. Исследование вольтамперных характеристик при прямом включении (Схема включения, таблица измерений, график вольт-амперной характеристики).
2. Исследование обратного включения полупроводникового диода (схема включения, таблица измерений, график вольт-амперной характеристики).
3. Определить статическое и дифференциальное сопротивление диода при токе 0, 5А. Для этого берем две точки на графике, находим их среднее значение напряжения и средние значение тока, исходя из этого находится дифференциальное сопротивление.

4.1.3. УСТНЫЙ (ФРОНТАЛЬНЫЙ) ОПРОС

Комплект оценочных заданий № 1 по Разделу 1. Основные законы электротехники, Теме 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.

4.1.4. ПИСЬМЕННАЯ ПРОВЕРКА

Комплект оценочных заданий №1 по Разделу 3. Основы электроники. Электронные приборы, Тема 3.2. Электронная преобразовательная техника (Аудиторная самостоятельная работа).

Вариант 1.

- 1) Схема и принцип действия однополупериодного выпрямителя.
- 2) Стабилизатор напряжения, схема и принцип действия.

Вариант 2.

- 1) Схема и принцип действия двухполупериодного выпрямителя.
- 2) Схема и принцип действия выпрямителя с умножением напряжения.

Комплект оценочных заданий №2 по Разделу 3. Основы электроники. Электронные приборы, Тема 3.3. Электронные усилители и генераторы (Аудиторная самостоятельная работа).

Вариант 1.

Рассмотреть схему и принцип действия генератора LC

Вариант 2.

Рассмотреть схему и принцип действия генератора RC

Комплект оценочных заданий №3 по Разделу 3. Основы электроники. Электронные приборы, Тема 3.4. Микропроцессорные средства измерений (Аудиторная самостоятельная работа).

Вариант 1.

Структура микропроцессора

Вариант 2.

Логические элементы.

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.