



**Федеральное агентство морского и речного транспорта  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Государственный университет морского и речного флота  
имени адмирала С.О. Макарова»  
Беломорско-Онежский филиал**

**КОМПЛЕКТ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ  
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

**ОП.03 ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА**


**ПРОГРАММЫ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ СРЕДНЕГО ЗВЕНА  
по специальности  
26.02.06 ЭКСПЛУАТАЦИЯ СУДОВОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ И  
СРЕДСТВ АВТОМАТИКИ  
квалификация  
ТЕХНИК-ЭЛЕКТРОМЕХАНИК**

**Васильев Александр  
Викторович**

Подписано цифровой  
подписью: Васильев Александр  
Викторович  
Дата: 2025.06.23 13:45:16 +03'00'

**Петрозаводск  
2025**

СОГЛАСОВАНА  
Заместитель директора по учебно-методической  
и воспитательной работе  
Беломорско-Онежского филиала «ГУМРФ  
имени адмирала С.О. Макарова»

  
\_\_\_\_\_ Л.М. Каторина

17 июня 2025

УТВЕРЖДЕНА  
Директор Беломорско-Онежского филиала  
«ГУМРФ имени адмирала  
С.О. Макарова»

  
\_\_\_\_\_ А.В. Васильев

17.06. 2025

ОДОБРЕНА  
на заседании методического совета  
Беломорско-Онежского филиала «ГУМРФ  
имени адмирала С.О. Макарова»

Протокол от 16.06.2025 № 4

Председатель  С.И. Мартынова

### РАЗРАБОТЧИКИ:

Бобылева Светлана Владимировна – преподаватель механики и инженерной графики, председатель общепрофессиональных дисциплин Беломорско-Онежского филиала ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова»;

Лехто Геннадий Федорович – преподаватель электротехники и электроники Беломорско-Онежского филиала;

Филатова Юлия Николаевна - начальник организационного отдела, преподаватель Беломорско-Онежского 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 от 13.12.2024 г. № 893 (зарегистрирован в Минюсте России от 28.12.2024 г. рег. № 80858) по специальности 26.02.06 Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики, профессиональным стандартом 17.098 «Электромеханик судовой», утверждённым Приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 15.06.2020 № 331н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 16.07.2020, регистрационный № 58982), Приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 15.06.2020 N 335н "Об утверждении профессионального стандарта «Моторист судовой» (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 17.06.2020г. N 59003).

**СОДЕРЖАНИЕ**

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

# 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 по специальности 26.02.06 Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики и обеспечивают повышение качества образовательного процесса.

КОС по учебной дисциплине представляет собой совокупность контролируемых 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 экзамена

### 1.2. Результаты освоения дисциплины, подлежащие проверке

Код ОК	Формулировка компетенции	Знания, умения <sup>1</sup>
ОК 01	Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам	<b>Умения:</b>
		распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте, анализировать и выделять её составные части
		определять этапы решения задачи, составлять план действия, реализовывать составленный план, определять необходимые ресурсы
		выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы
		владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах
		оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника)
		<b>Знания:</b>
		актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить
		структура плана для решения задач, алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях
		основные источники информации и ресурсы для решения задач и/или проблем в профессиональном и/или социальном контексте
методы работы в профессиональной и смежных сферах		
порядок оценки результатов решения задач профессиональной деятельности		
ОК 02	Использовать современные средства поиска, анализа и	<b>Умения:</b>
		определять задачи для поиска информации, планировать процесс поиска, выбирать необходимые источники информации

	интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности	<p>выделять наиболее значимое в перечне информации, структурировать получаемую информацию, оформлять результаты поиска</p> <p>оценивать практическую значимость результатов поиска</p> <p>применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач</p> <p>использовать современное программное обеспечение в профессиональной деятельности</p> <p>использовать различные цифровые средства для решения профессиональных задач</p> <p><b>Знания:</b></p> <p>номенклатура информационных источников, применяемых в профессиональной деятельности</p> <p>приемы структурирования информации</p> <p>формат оформления результатов поиска информации</p> <p>современные средства и устройства информатизации, порядок их применения и</p> <p>программное обеспечение в профессиональной деятельности, в том числе цифровые средства</p>
ОК 04	Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде	<p><b>Умения:</b></p> <p>организовывать работу коллектива и команды</p> <p>взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами в ходе профессиональной деятельности</p> <p><b>Знания:</b></p> <p>психологические основы деятельности коллектива</p> <p>психологические особенности личности</p>
ОК 05	Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста	<p><b>Умения:</b></p> <p>грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке</p> <p>проявлять толерантность в рабочем коллективе</p> <p><b>Знания:</b></p> <p>правила оформления документов</p> <p>правила построения устных сообщений</p> <p>особенности социального и культурного контекста</p>
ОК 06	Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных российских	<p><b>Умения:</b></p> <p>проявлять гражданско-патриотическую позицию</p> <p>демонстрировать осознанное поведение</p> <p>описывать значимость своей специальности</p> <p>применять стандарты антикоррупционного поведения</p> <p><b>Знания:</b></p> <p>сущность гражданско-патриотической позиции</p> <p>традиционных общечеловеческих ценностей, в том числе с учетом гармонизации межнациональных и межрелигиозных отношений</p>

	духовно-нравственных ценностей, в том числе с учетом гармонизации межнациональных и межрелигиозных отношений, применять стандарты антикоррупционного поведения	значимость профессиональной деятельности по специальности
		стандарты антикоррупционного поведения и последствия его нарушения

## 1.2.2. Профессиональные компетенции

Обеспечение безопасности плавания	ПК 1.2. Измерять и настраивать электрические цепи и электронные узлы	<p><b>Навыки:</b></p> <p>проведения электрических измерений в судовых электротехнических устройствах, а также сопротивления изоляции и заземления; выбора измерительного оборудования для измерения и настройки электрических цепей и электронных узлов; настройки систем автоматического регулирования, включая микропроцессорные системы управления; проведения измерений и настройки электрооборудования напряжением свыше 1000 В, в соответствии с международными и национальными требованиями</p>
		<p><b>Умения:</b></p> <p>использовать основные законы и принципы теоретической электротехники и электронной техники в профессиональной деятельности; читать принципиальные, электрические и монтажные схемы; производить электрические измерения; производить необходимые замеры и настройки в электрических силовых и слаботочных цепях; производить необходимые контрольные замеры сопротивления изоляции; подбирать устройства электронной техники, электрические приборы и оборудование с определенными параметрами и характеристиками; собирать электрические схемы; производить необходимые контрольные замеры сопротивления изоляции; проводить измерения и настройки электрооборудования на напряжение свыше 1000 В, в соответствии с международными и национальными требованиями; осуществлять выбор измерительных средств, проводить контроль размеров, точности формы и расположения поверхностей деталей; пользоваться средствами измерений физических</p>

		<p>величин  соблюдать технические регламенты, правила, нормы и стандарты;  учитывать погрешности при проведении измерений, исключать грубые погрешности в серии измерений;  пользоваться стандартами, комплексами стандартов и другой нормативной документацией</p> <p><b>Знания:</b>  электротехнической терминологии;  основных законов электротехники;  способов получения, передачи и использования электрической энергии;  принципов выбора электрических и электронных устройств и приборов, составления электрических и электронных цепей;  методов расчета и измерения основных параметров электрических, магнитных цепей;  принципов действия, устройства, основных характеристик электротехнических и электронных устройств и приборов  элементной базы электрических, электронных устройств силовой и преобразовательной техники, платформы и технологии управления ими;  принципов автоматического регулирования напряжения;  операций по настройке коммутационной и защитной аппаратуры;  мероприятий по проведению измерений в электрических распределительных устройствах и электрических сетях;  общего устройства, назначения, области применения электроизмерительных приборов и правил пользования ими;  основ теории и устройство систем автоматики, микроэлектронных и микропроцессорных систем автоматики;  основных методов измерений и операций по настройке электрических цепей и электронных узлов;  основных методов измерений и операций по настройке высоковольтных приборов и аппаратуры;  правил безопасного выполнения работ по измерению и настройке электрических цепей и электронных узлов;  основных понятий, определений метрологии и стандартизации, а также видов погрешностей;  правил пользования техническими регламентами, стандартами, комплексами стандартов и другой нормативной документацией в области водного транспорта, требования международной системы стандартизации и других организаций, задающих стандарты;</p>
--	--	--

		терминологии и единиц измерения величин в соответствии с действующими стандартами и международной системой единиц СИ
--	--	--

## 2. КОДИФИКАТОР ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Функциональный признак оценочного средства (тип контрольного задания)	Метод/форма контроля
Расчётная задача	Контрольная работа, индивидуальное домашнее задание, лабораторная работа, практические занятия, дифференцированный зачёт, экзамен
Практическое задание	Лабораторная работа, практические занятия, дифференцированный зачёт, экзамен
Тест, тестовое задание	Тестирование, дифференцированный зачёт, экзамен
Проектное задание	Учебный проект, исследовательский, обучающий, сервисный, социальный творческий, рекламно-презентационный

Элементы знаний и умений

Результаты обучения (освоенные умения, усвоенные знания)
освоенные умения
У1. производить измерение электрических величин;
У2. включать электротехнические приборы, аппараты, машины, управлять ими и контролировать их эффективную и безопасную работу;
У3. устранять отказы и повреждения электрооборудования
усвоенные знания
З1. основные разделы электротехники и электроники;
З2. порядок проведения электрических измерений;
З3. электроизмерительные приборы, в том числе микропроцессорные измерительные приборы

Распределение типов контрольных заданий по элементам знаний и умений

Содержание учебного материала по программе учебной дисциплины	У1	У2	З1	З2
	Раздел 1. Электротехника			
Тема 1.1. Электрическое поле.			ПР	
Тема 1.2. Электрические цепи постоянного тока.		ПР		
Тема 1.3. Электромагнетизм				
Тема 1.4. Независимые цепи переменного тока			ОК	
Тема 1.5. Зависимые цепи переменного тока	ПР			
Тема 1.6. Трёхфазные цепи				
Тема 1.7. Электрические измерения			ОК	
Тема 1.8. Электрические машины постоянного тока		ПР		
Тема 1.9. Электрические машины переменного тока				ПР
Тема 1.10. Трансформаторы				
Тема 1.11. Структура электропривода	ПР			
Раздел 2. Электроника				
Тема 2.1. Полупроводники.	ПР			
Тема 2.2. Электронные усилители и генераторы	ПР			
Тема 2.4. Основы цифровой электроники.	ПР			

Интегральные микросхемы (ИМС) и микропроцессорная техника				
Промежуточная аттестация	ЭК	ЭК	ЭК	ЭК

Условные обозначения:

- ФО – фронтальный (устный) опрос;
- ТК – тестовый контроль;
- ОК – проверка опорных конспектов;
- ИЗ – выполнение индивидуальных заданий;
- ПР – выполнение практической работы;
- ДЗ – дифференцированный зачёт
- ЭК - экзамен

### 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 выполненного практического задания

Оценка 5 («отлично») ставится за работу, выполненную полностью без ошибок и недочётов.

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

Оценка 3 («удовлетворительно») 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 («неудовлетворительно») ставится, если число ошибок и недочётов превысило норму для оценки 3 или правильно выполнено менее 2/3 всей работы.

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 составления и оформления опорных конспектов

В ходе проверки преподавателем опорные конспекты оцениваются по следующим критериям:

1. Соответствие содержания теме.
2. Правильная структурированность информации.
3. Наличие логической связи изложенной информации.
4. Аккуратность и грамотность изложения.
5. Работа сдана в срок.

Каждый критерий оценивается по 5-балльной шкале. При выставлении оценки за опорный конспект выводится среднее значение оценки по пяти перечисленным критериям, округляемое до целого значения (до оценки) по правилам округления.

Критерии оценки выполнения практических работ и индивидуальных (в т.ч.

зачётных) заданий:

1. Задание считается выполненным безупречно, если результат практической работы получен при правильном ходе решения задания и аккуратном выполнении.

2. Задание считается невыполненным, если обучающийся не приступил к его выполнению или допустил в нем погрешность, считающуюся, в соответствии с целью работы, ошибкой.

В ходе оценивания выполнения практических и индивидуальных заданий используется пятибалльная система оценок. Положительная оценка («3», «4», «5») выставляется, когда обучающийся показал владение основным умениями в рамках выполнения практической работы или индивидуального задания:

1. «Отлично» выставляется при соблюдении следующих условий:

– обучающийся самостоятельно выполнил все этапы решения задач в рамках выполнения практических и индивидуальных заданий;

– работа выполнена полностью и получен верный ответ или иное требуемое представление результата работы.

2. «Хорошо» выставляется при соблюдении следующих условий:

– работа выполнена полностью, но при выполнении обнаружилось недостаточное владение навыками работы с инструментарием (оборудование, приборы и т.п.) в рамках поставленной задачи;

– правильно выполнена большая часть работы (свыше 85 %);

– работа выполнена полностью, но использованы наименее оптимальные подходы к решению поставленной задачи.

3. «Удовлетворительно» выставляется при соблюдении следующих условий:

– работа выполнена не полностью, допущено более трёх ошибок, но обучающийся владеет основными навыками работы с инструментарием (оборудование, приборы и т.п.), требуемым для решения поставленной задачи.

4. «Неудовлетворительно» выставляется при соблюдении следующих условий:

– допущены существенные ошибки, показавшие, что обучающийся не владеет обязательными знаниями, умениями и навыками работы на ПК или значительная часть работы выполнена не самостоятельно.

Критерии оценки в ходе экзамена

В основе оценки при сдаче экзамена лежит пятибалльная система (5 «отлично», 4 «хорошо», 3 «удовлетворительно», 2 «неудовлетворительно»).

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

2. Ответ оценивается на «хорошо», если обучающийся твёрдо 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.

3. 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.

4. 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

##### ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА (ЗАНЯТИЕ):

Перечень практических занятий и перечень лабораторных работ

№ и название практического занятия	Раздел Тема	Количество во часов	Формируемые компетенции в соответствии с ФГОС СПО, МК ПДНВ
<b>Практическое занятие № 1</b> Соединение конденсаторов.	Раздел 1 Тема 1.1	2	ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 5, ОК 06, ПК 1.2
<b>Практическое занятие № 2</b> Расчёт цепей постоянного тока.	Раздел 1 Тема 1.2	2	ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 5, ОК 06, ПК 1.2
<b>Практическое занятие № 3</b> Применение правил Кирхгофа для расчета разветвленных цепей постоянного тока.	Раздел 1 Тема 1.2	2	ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 5, ОК 06, ПК 1.2
<b>Практическое занятие № 4</b> Расчёт неразветвленных магнитных цепей	Раздел 1 Тема 1.3	2	ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 5, ОК 06, ПК 1.2
<b>Практическое занятие № 5</b> Расчёт разветвленных магнитных цепей постоянного тока.	Раздел 1 Тема 1.3	2	ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 5, ОК 06, ПК 1.2
<b>Практическое занятие № 6.</b> Расчёт неразветвленных цепей переменного тока.	Раздел 1 Тема 1.4	2	ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 5, ОК 06, ПК 1.2
<b>Практическое занятие № 7.</b> Расчёт симметричных трёхфазных сетей.	Раздел 1 Тема 1.6	2	ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 5, ОК 06, ПК 1.2
<b>Практическое занятие № 8.</b> Расчёт шунтов и добавочных сопротивлений.	Раздел 1 Тема 1.7	2	ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 5, ОК 06, ПК 1.2
<b>Практическое занятие № 9.</b> Выбор мощности электродвигателя.	Раздел 1 Тема 1.11	2	ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 5, ОК 06, ПК 1.2
<b>Практическое занятие №10.</b> Расчет усилительного каскада на биполярном транзисторе	Раздел 2 Тема 2.3	2	ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 5, ОК 06, ПК 1.2
<b>Практическое занятие № 11</b> Знакомство со средой разработки Arduino IDE .	Раздел 2 Тема 2.4	2	ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 5, ОК 06, ПК 1.2
<b>Перечень лабораторных занятий</b>			
<b>Лабораторное занятие № 1</b> Исследование процесса разрядки конденсатора.	Раздел 1 Тема 1.1	2	ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 5, ОК 06, ПК 1.2
<b>Лабораторное занятие № 2</b> Опытная проверка закона Ома	Раздел 1 Тема 1.2	2	ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 5, ОК 06, ПК 1.2
<b>Лабораторное занятие № 3</b> Исследование электрических цепей при последовательном соединении резисторов.	Раздел 1 Тема 1.2	2	ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 5, ОК 06, ПК 1.2

<b>Лабораторное занятие № 4</b> Исследование электрических цепей при параллельном соединении резисторов.	Раздел 1 Тема 1.2	2	ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 5, ОК 06, ПК 1.2
<b>Лабораторное занятие № 5</b> Исследование явления электромагнитной индукции.	Раздел 1 Тема 1.3	2	ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 5, ОК 06, ПК 1.2
<b>Лабораторное занятие №6.</b> Исследование цепи переменного тока с последовательным соединением элементов	Раздел 1 Тема 1.4	2	ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 5, ОК 06, ПК 1.2
<b>Лабораторное занятие №7.</b> Исследование резонанса напряжений	Раздел 1 Тема 1.4	2	ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 5, ОК 06, ПК 1.2
<b>Лабораторное занятие №8.</b> Исследование цепи переменного тока с параллельным соединением элементов.	Раздел 1 Тема 1.5	2	ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 5, ОК 06, ПК 1.2
<b>Лабораторное занятие №9.</b> Исследование резонанса токов	Раздел 1 Тема 1.5	2	ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 5, ОК 06, ПК 1.2
<b>Лабораторное занятие № 10.</b> Определение коэффициента мощности	Раздел 1 Тема 1.5	2	ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 5, ОК 06, ПК 1.2
<b>Лабораторное занятие № 11</b> Исследование трёхфазной цепи при соединении «звездой».	Раздел 1 Тема 1.6	2	ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 5, ОК 06, ПК 1.2
<b>Лабораторное занятие № 12</b> Исследование трёхфазной цепи при соединении «треугольником».	Раздел 1 Тема 1.6	2	ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 5, ОК 06, ПК 1.2
<b>Лабораторное занятие № 13</b> Проверка электроизмерительных приборов	Раздел 1 Тема 1.7	2	ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 5, ОК 06, ПК 1.2
<b>Лабораторное занятие № 14</b> Измерение сопротивлений методом амперметра и вольтметра.	Раздел 1 Тема 1.7	2	ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 5, ОК 06, ПК 1.2
<b>Лабораторное занятие № 15</b> Исследование электродвигателя постоянного тока.	Раздел 1 Тема 1.8	2	ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 5, ОК 06, ПК 1.2
<b>Лабораторное занятие № 16</b> Исследование асинхронного электродвигателя	Раздел 1 Тема 1.9	2	ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 5, ОК 06, ПК 1.2
<b>Лабораторное занятие № 17</b> Исследование однофазного трансформатора	Раздел 1 Тема 1.10	2	ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 5, ОК 06, ПК 1.2
<b>Лабораторное занятие № 18</b> Исследование полупроводникового диода	Раздел 2 Тема 2.1	2	ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 5, ОК 06, ПК 1.2
<b>Лабораторное занятие № 19</b> Исследование биполярного транзистора	Раздел 2 Тема 2.1	2	ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 5, ОК 06, ПК 1.2
<b>Лабораторное занятие № 20.</b> Управление шаговым двигателем.	Раздел 2 Тема 2.4	2	ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 5, ОК 06, ПК 1.2

<b>Лабораторное занятие № 21.</b> Управление серводвигателем	Раздел 2 Тема 2.4	4	ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 5, ОК 06, ПК 1.2
---	----------------------	---	---

### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

**Тема: Исследование процесса разрядки конденсатора.**

**Цель практического занятия:**

1. Изучение правил техники безопасности и правила эксплуатации лабораторного оборудования.
2. Ознакомление с конструкцией лабораторного стенда.
3. Измерение электрических величин с помощью электроизмерительных приборов.
4. Изучение процесса зарядки и разрядки конденсаторов. Измерение напряжений и токов.  
– формирование компетенций/компетентностей в соответствии с требованиями ФГОС ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 5, ОК 06, ПК 1.2

Требования к результатам освоения учебной дисциплины в соответствии с ФГОС

Обучающийся должен

уметь:

производить измерение токов и напряжений в цепях постоянного тока.

знать:

общие законы постоянного тока, основные формулы электрических цепей постоянного тока

**Время выполнения: 2 академических часа**

**Содержание работы, алгоритм выполнения:**

1. Изучить правила техники безопасности при работе в электролаборатории.
2. Ознакомится с расположением источников питания, измерительных приборов и нагрузочных устройств на лабораторном стенде «Уралочка».
3. Собрать цепь из конденсаторов. Подключить вольтметр и при разных значениях емкостей произвести измерения напряжений.
4. Исследовать процесс разрядки конденсатора через внутреннее сопротивление вольтметра (100 кОм).
5. По результатам измерений построить график зависимости напряжения на конденсаторе от времени и по графику зависимости определить постоянную времени разряда.
6. Сделать выводы по результатам работы.
7. Оформить отчет.

**Оборудование:**

1. Лабораторный стенд.
2. Комплект измерительных приборов и соединительных проводов.

**Требования к отчёту по практической работе:**

Отчет должен быть оформлен в отдельной тетради. Должен содержать тему, цель, перечень используемого оборудования, схему установки, рабочие формулы. Все необходимые расчеты согласно заданию.

**Критерии оценивания:**

«2» - отчет не оформлен

«3» - оформлен отчет и произведены все необходимые расчеты

«4» - оформлен отчет, дан ответ на 1 дополнительный вопрос

«5» - оформлен отчет, дан ответ на 2 дополнительных вопроса

### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

**Тема: Опытная проверка закона Ома.**

**Цель практического занятия:**

1. Приобретение практических навыков в сборке электрических схем и использовании электроизмерительных приборов.
2. Экспериментальная проверка закона Ома.

– формирование компетенций/компетентностей в соответствии с требованиями ФГОС ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 5, ОК 06, ПК 1.2

Требования к результатам освоения учебной дисциплины в соответствии с ФГОС  
Обучающийся должен

уметь:

производить измерение токов и напряжений в цепях постоянного тока.

знать:

общие законы постоянного тока, основные формулы электрических цепей постоянного тока

**Время выполнения:** 2 академических часа

**Содержание работы, алгоритм выполнения:**

- 1.Собрать электрическую цепь и проверить ее совместно с преподавателем.
- 2.Произвести измерения тока и напряжения при различных положениях регулятора источника питания.
- 3.По измеренным данным построить график зависимости тока от напряжения
- 4.По виду графика сделать вывод о справедливости закона Ома.
- 5.Оформить отчет о работе.

**Оборудование:**

- 1.Лабораторный стенд.
- 2.Комплект измерительных приборов.

**Требования к отчёту по практической работе:**

Отчет должен быть оформлен в отдельной тетради. Должен содержать тему, цель, таблицу используемого оборудования, схему установки, рабочие формулы. Все необходимые расчеты согласно заданию.

**Критерии оценивания:**

- «2» - отчет не оформлен
- «3» - оформлен отчет и произведены все необходимые расчеты
- «4» - оформлен отчет, дан ответ на 1 дополнительный вопрос
- «5» - оформлен отчет, дан ответ на 2 дополнительных вопроса

### **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3**

**Тема:** Исследование электрических цепей при последовательном соединении резисторов.

**Цель практического занятия:**

- 1.Приобретение практических навыков в сборке электрических схем и использовании электроизмерительных приборов.
- 2.Экспериментальная проверка справедливости основных соотношений для последовательного и параллельного соединения элементов.

– формирование компетенций/компетентностей в соответствии с требованиями ФГОС ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 5, ОК 06, ПК 1.2

Требования к результатам освоения учебной дисциплины в соответствии с ФГОС  
Обучающийся должен

уметь:

производить измерение токов и напряжений в цепях постоянного тока.

знать:

общие законы постоянного тока, основные формулы электрических цепей постоянного тока

**Время выполнения:** 2 академических часа

**Содержание работы, алгоритм выполнения:**

- 1.Собрать электрическую цепь и проверить ее совместно с преподавателем.
- 2.Произвести измерения тока на входе цепи и напряжений на отдельных участках.

3. Выполнить расчеты сопротивления цепи при последовательном соединении резисторов и сравнить полученные результаты с измеренными значениями.
4. Сделать выводы по результатам работы.
5. Оформить отчет о работе.

**Оборудование:**

1. Лабораторный стенд.
2. Амперметр и вольтметр.
3. Соединительные провода.

**Требования к отчёту по практической работе:**

Отчет должен быть оформлен в отдельной тетради. Должен содержать тему, цель, таблицу используемого оборудования, схему установки, рабочие формулы. Все необходимые расчеты согласно заданию.

**Критерии оценивания:**

- «2» - отчет не оформлен
- «3» - оформлен отчет и произведены все необходимые расчеты
- «4» - оформлен отчет, дан ответ на 1 дополнительный вопрос
- «5» - оформлен отчет, дан ответ на 2 дополнительных вопроса

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4**

**Тема: Исследование электрических цепей при параллельном соединении резисторов.**

**Цель практического занятия:**

1. Приобретение практических навыков в сборке электрических схем и использовании электроизмерительных приборов.
2. Экспериментальная проверка справедливости основных соотношений для последовательного и параллельного соединения элементов.  
– формирование компетенций/компетентностей в соответствии с требованиями ФГОС ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 5, ОК 06, ПК 1.2

Требования к результатам освоения учебной дисциплины в соответствии с ФГОС  
Обучающийся должен

уметь:

производить измерение токов и напряжений в цепях постоянного тока.

знать:

общие законы постоянного тока, основные формулы электрических цепей постоянного тока

**Время выполнения: 2 академических часа**

**Содержание работы, алгоритм выполнения:**

1. Собрать электрическую цепь и проверить ее совместно с преподавателем.
2. Произвести измерения тока на входе цепи и на отдельных ветвях цепи.
3. Выполнить необходимые расчеты сопротивления цепи при параллельном соединении резисторов и сравнить полученные результаты с измеренными значениями.
4. Сделать выводы по результатам работы.
5. Оформить отчет о работе.

**Оборудование:**

1. Лабораторный стенд.
2. Амперметр и вольтметр.
3. Соединительные провода.

**Требования к отчёту по практической работе:**

Отчет должен быть оформлен в отдельной тетради. Должен содержать тему, цель, таблицу используемого оборудования, схему установки, рабочие формулы. Все необходимые расчеты согласно заданию.

**Критерии оценивания:**

- «2» - отчет не оформлен

«3» - оформлен отчет и произведены все необходимые расчеты

«4» - оформлен отчет, дан ответ на 1 дополнительный вопрос

«5» - оформлен отчет, дан ответ на 2 дополнительных вопроса

### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5

**Тема:** Исследование явления электромагнитной индукции

**Цель практического занятия:**

1. Приобрести практические навыки в сборке электрических схем и пользовании электроизмерительными приборами.

2. Изучить влияние зазора в сердечнике на величину потребляемого тока.

– формирование компетенций/компетентностей в соответствии с требованиями ФГОС ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 5, ОК 06, ПК 1.2

Требования к результатам освоения учебной дисциплины в соответствии с ФГОС Обучающийся должен

уметь:

производить измерение токов и напряжений в цепях постоянного тока.

знать:

общие законы постоянного тока, основные формулы электрических цепей постоянного тока

**Время выполнения:** 2 академических часа

**Содержание работы, алгоритм выполнения:**

1.Собрать электрическую цепь и проверить ее совместно с преподавателем.

2.Определить цены делений амперметра и вольтметра.

3.Регулируя величину зазора с помощью прокладок разной толщины, измерить ток, потребляемый катушкой.

4.Построить график зависимости тока от величины зазора.

5.Сделать выводы по результатам работы.

6.Оформить отчет о работе.

**Оборудование:**

1.Лабораторный стенд.

2.Амперметр и вольтметр.

3.Катушка с раздвижным сердечником.

4.Соединительные провода.

**Требования к отчёту по практической работе:**

Отчет должен быть оформлен в отдельной тетради. Должен содержать тему, цель, таблицу используемого оборудования, схему установки, рабочие формулы. Все необходимые расчеты согласно заданию.

**Критерии оценивания:**

«2» - отчет не оформлен

«3» - оформлен отчет и произведены все необходимые расчеты

«4» - оформлен отчет, дан ответ на 1 дополнительный вопрос

«5» - оформлен отчет, дан ответ на 2 дополнительных вопроса

### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6

**Тема:** Исследование цепи переменного тока с последовательным соединением элементов

**Цель практического занятия:**

1.Приобрести практические навыки в сборке электрических схем.

2.Научиться применять векторные диаграммы для расчета цепей переменного тока.

3.Экспериментально проверить справедливость основных соотношений

формирование компетенций/компетентностей в соответствии с требованиями ФГОС ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 5, ОК 06, ПК 1.2

Требования к результатам освоения учебной дисциплины в соответствии с ФГОС Обучающийся должен

уметь:

производить измерение токов и напряжений в цепях переменного тока.

знать: общие законы переменного тока, основные формулы электрических цепей переменного тока

**Время выполнения:** 1 академический час

**Содержание работы, алгоритм выполнения:**

- 1.Собрать электрическую цепь и проверить ее совместно с преподавателем.
- 2.Для трех значений емкости конденсатора произвести измерения токов и напряжений.
- 3.Выполнить необходимые расчеты, построить векторные диаграммы и сравнить полученные результаты с измеренными значениями.
- 4.Сделать выводы по результатам работы.
- 5.Оформить отчет.

**Оборудование:**

- 1.Лабораторный стенд.
- 2.Комплект измерительных приборов.
- 3.Соединительные провода.

**Требования к отчёту по практической работе:**

Отчет должен быть оформлен в отдельной тетради. Должен содержать тему, цель, таблицу используемого оборудования, схему установки, рабочие формулы. Все необходимые расчеты согласно заданию.

**Критерии оценивания:**

- «2» - отчет не оформлен
- «3» - оформлен отчет и произведены все необходимые расчеты
- «4» - оформлен отчет, дан ответ на 1 дополнительный вопрос
- «5» - оформлен отчет, дан ответ на 2 дополнительных вопроса

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №7**

**Тема: Исследование резонанса напряжений**

**Цель практического занятия:**

1. Приобрести практические навыки в сборке электрических схем.
2. Изучить особенности резонанса напряжений.

- формирование компетенций/компетентностей в соответствии с требованиями ФГОС ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 5, ОК 06, ПК 1.2

Требования к результатам освоения учебной дисциплины в соответствии с ФГОС Обучающийся должен уметь: производить измерение токов и напряжений в цепях переменного тока.

знать: общие законы переменного тока, основные формулы электрических цепей переменного тока

**Время выполнения:** 1 академический час

**Содержание работы, алгоритм выполнения:**

- 1.Собрать электрическую цепь и проверить ее совместно с преподавателем.
- 2.Изменяя емкость конденсаторов, измерить ток в цепи и напряжения на отдельных элементах.
- 3.По измеренным данным вычислить индуктивное и емкостное сопротивления.
- 4.Построить графики зависимостей индуктивного и емкостного

сопротивлений, а также тока от емкости конденсаторов.

5. Сделать выводы по результатам работы.
6. Оформить отчет о работе.

**Оборудование:**

1. Лабораторный стенд.
2. Комплект измерительных приборов.
3. Соединительные провода.

**Требования к отчёту по практической работе:**

Отчет должен быть оформлен в отдельной тетради. Должен содержать тему, цель, таблицу используемого оборудования, схему установки, рабочие формулы. Все необходимые расчеты согласно заданию.

Критерии оценивания:

- «2» - отчет не оформлен
- «3» - оформлен отчет и произведены все необходимые расчеты
- «4» - оформлен отчет, дан ответ на 1 дополнительный вопрос
- «5» - оформлен отчет, дан ответ на 2 дополнительных вопроса

### **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №8**

**Тема: Исследование цепи переменного тока с параллельным соединением элементов**

**Цель практического занятия:**

1. Приобрести практические навыки в сборке электрических схем.
  2. Научиться применять векторные диаграммы для расчета цепей переменного тока.
  3. Экспериментально проверить справедливость основных соотношений для параллельных цепей.
- формирование компетенций/компетентностей в соответствии с требованиями ФГОС ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 05, ОК 06, ПК 1.2

Требования к результатам освоения учебной дисциплины в соответствии с ФГОС  
Обучающийся должен

уметь:

производить измерение токов и напряжений в цепях переменного тока.

знать: общие законы переменного тока, основные формулы электрических цепей переменного тока

**Время выполнения: 2 академических часа**

**Содержание работы, алгоритм выполнения:**

1. Собрать электрическую цепь и проверить ее совместно с преподавателем.
2. Для трех значений емкости конденсатора произвести измерения токов и напряжений.
3. Выполнить необходимые расчеты, построить векторные диаграммы и сравнить полученные результаты с измеренными значениями.
4. Сделать выводы по результатам работы.
5. Оформить отчет.

**Оборудование:**

1. Лабораторный стенд.
2. Комплект измерительных приборов.
3. Соединительные провода.

**Требования к отчёту по практической работе:**

Отчет должен быть оформлен в отдельной тетради. Должен содержать тему, цель, таблицу используемого оборудования, схему установки, рабочие формулы. Все необходимые расчеты согласно заданию.

Критерии оценивания:

- «2» - отчет не оформлен

«3» - оформлен отчет и произведены все необходимые расчеты

«4» - оформлен отчет, дан ответ на 1 дополнительный вопрос

«5» - оформлен отчет, дан ответ на 2 дополнительных вопроса

### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 9

**Тема: Исследование резонанса токов.**

**Цель лабораторного занятия:**

1. Приобретение практических навыков в сборке электрических схем.
2. Исследование резонансного режима параллельной цепи изменением емкости при постоянной индуктивности.
3. Измерение параметров катушки при помощи амперметра, вольтметра и ваттметра.
4. Формирование компетенций/компетентностей в соответствии с требованиями ФГОС ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 5, ОК 06, ПК 1.2

Требования к результатам освоения учебной дисциплины в соответствии с ФГОС  
Обучающийся должен

уметь: производить измерение токов и напряжений в цепях переменного тока.

знать: общие законы переменного тока, основные формулы электрических цепей переменного тока

**Время выполнения:** 2 академических часа

**Содержание работы, алгоритм выполнения:**

1. Собрать электрическую цепь и проверить ее совместно с преподавателем.
2. Изменяя емкость конденсаторов, измерить напряжение и токи на входе цепи и в отдельных элементах.
3. По измеренным данным вычислить индуктивную и емкостную проводимости.
4. Построить графики зависимостей индуктивной и емкостной проводимостей, а также тока от емкости конденсаторов.
5. По результатам измерений рассчитать резонансную частоту контура и сделать выводы по результатам работы.
6. Оформить отчет о работе.

**Оборудование:**

1. Лабораторный стенд.
2. Комплект измерительных приборов.
3. Соединительные провода.

**Требования к отчёту по практической работе:**

Отчет должен быть оформлен в отдельной тетради. Должен содержать тему, цель, таблицу используемого оборудования, схему установки, рабочие формулы. Все необходимые расчеты согласно заданию.

**Критерии оценивания:**

«2» - отчет не оформлен

«3» - оформлен отчет и произведены все необходимые расчеты

«4» - оформлен отчет, дан ответ на 1 дополнительный вопрос

«5» - оформлен отчет, дан ответ на 2 дополнительных вопроса

### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №10

**Тема: Определение коэффициента мощности**

**Цель практического занятия:**

1. Приобрести практические навыки в сборке электрических схем.
  2. Научиться рассчитывать емкость конденсатора для повышения коэффициента мощности активно - индуктивной нагрузки.
- формирование компетенций/компетентностей в соответствии с требованиями ФГОС ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 5, ОК 06, ПК 1.2

Требования к результатам освоения учебной дисциплины в соответствии с ФГОС

Обучающийся должен

уметь:

производить измерение токов и напряжений в цепях переменного тока.

знать: общие законы переменного тока, основные формулы электрических цепей переменного тока

**Время выполнения:** 1 академический час

**Содержание работы, алгоритм выполнения:**

- 1.Собрать электрическую цепь и проверить ее совместно с преподавателем.
- 2.Измерить напряжение и ток в цепи без конденсаторов.
- 3.По измеренным данным вычислить коэффициент мощности активно – индуктивной цепи.
- 4.Рассчитать емкость, необходимую для требуемого значения коэффициента мощности, а также ожидаемую величину тока.
- 5.Подключить вычисленную емкость, измерить ток и сравнить с рассчитанным значением.
- 6.Сделать выводы по результатам работы.
- 7.Оформить отчет о работе.

**Оборудование:**

- 1.Лабораторный стенд.
- 2.Комплект измерительных приборов.
- 3.Соединительные провода.

**Требования к отчёту по практической работе:**

Отчет должен быть оформлен в отдельной тетради. Должен содержать тему, цель, таблицу используемого оборудования, схему установки, рабочие формулы. Все необходимые расчеты согласно заданию.

**Критерии оценивания:**

«2» - отчет не оформлен

«3» - оформлен отчет и произведены все необходимые расчеты

«4» - оформлен отчет, дан ответ на 1 дополнительный вопрос

«5» - оформлен отчет, дан ответ на 2 дополнительных вопроса

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №11

**Тема: Исследование трехфазной цепи при соединении «звездой».**

**Цель практического занятия:**

1. Приобрести практические навыки в сборке электрических схем.
2. Научиться применять векторные диаграммы для расчета трехфазных цепей.
3. Изучить назначение нулевого провода.

- формирование компетенций/компетентностей в соответствии с требованиями ФГОС ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 5, ОК 06, ПК 1.2

Требования к результатам освоения учебной дисциплины в соответствии с ФГОС

Обучающийся должен

уметь:

производить измерение токов и напряжений в цепях переменного тока.

знать: общие законы переменного тока, основные формулы электрических цепей переменного тока

**Время выполнения:** 2 академических часа

**Содержание работы, алгоритм выполнения:**

- 1.Собрать электрическую цепь и проверить ее совместно с преподавателем.
- 2.Определить фазы делений всех приборов.
- 3.Произвести измерения всех напряжений и токов в четырехпроводной и трехпроводной цепи при симметричной и несимметричной нагрузках.
- 4.По результатам измерений построить векторные диаграммы из них

определить величину тока в нулевом проводе и сравнить с измеренным значением.

5. Сделать выводы по результатам работы.
6. Оформить отчет о работе.

**Оборудование:**

1. Лабораторный стенд.
2. Комплект измерительных приборов.
3. Соединительные провода.

**Требования к отчёту по практической работе:**

Отчет должен быть оформлен в отдельной тетради. Должен содержать тему, цель, таблицу используемого оборудования, схему установки, рабочие формулы. Все необходимые расчеты согласно заданию.

**Критерии оценивания:**

- «2» - отчет не оформлен
- «3» - оформлен отчет и произведены все необходимые расчеты
- «4» - оформлен отчет, дан ответ на 1 дополнительный вопрос
- «5» - оформлен отчет, дан ответ на 2 дополнительных вопроса

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №12

**Тема: Исследование трехфазной цепи при соединении «треугольником».**

**Цель практического занятия:**

1. Приобрести практические навыки в сборке электрических схем.
2. Научиться применять векторные диаграммы для расчета трехфазных цепей - формирование компетенций/компетентностей в соответствии с требованиями ФГОС ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 5, ОК 06, ПК 1.2

Требования к результатам освоения учебной дисциплины в соответствии с ФГОС Обучающийся должен

уметь: производить измерение токов и напряжений в цепях переменного тока.

знать: общие законы переменного тока, основные формулы электрических цепей переменного тока

**Время выполнения:** 2 академических часа

**Содержание работы, алгоритм выполнения:**

1. Собрать электрическую цепь и проверить ее совместно с преподавателем.
2. Определить цены делений всех приборов.
3. Произвести измерения фазных напряжений и токов при симметричной и несимметричной нагрузках.
4. По результатам измерений построить векторные диаграммы и из них определить величину токи в линейных проводах.
5. Сделать выводы по результатам работы.
6. Оформить отчет о работе.

**Оборудование:**

1. Лабораторный стенд.
2. Комплект измерительных приборов.
3. Соединительные провода.

**Требования к отчёту по практической работе:**

Отчет должен быть оформлен в отдельной тетради. Должен содержать тему, цель, таблицу используемого оборудования, схему установки, рабочие формулы. Все необходимые расчеты согласно заданию.

**Критерии оценивания:**

- «2» - отчет не оформлен
- «3» - оформлен отчет и произведены все необходимые расчеты
- «4» - оформлен отчет, дан ответ на 1 дополнительный вопрос

«5» - оформлен отчет, дан ответ на 2 дополнительных вопроса

### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №13

**Тема: Поверка электроизмерительных приборов**

**Цель практического занятия:**

1. Усвоить классификацию измерительных приборов по классу точности.
  2. Экспериментально проверить соответствие приборов классу точности.
- формирование компетенций/компетентностей в соответствии с требованиями ФГОС ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 5, ОК 06, ПК 1.2

Требования к результатам освоения учебной дисциплины в соответствии с ФГОС уметь:

производить измерение токов и напряжений в цепях переменного тока.

знать: общие законы переменного тока, основные формулы электрических цепей переменного тока

**Время выполнения: 1 академический час**

**Содержание работы, алгоритм выполнения:**

1. Подключить к источнику питания образцовый и исследуемый приборы.
2. Записать показания приборов при изменении входного напряжения и тока.
3. Рассчитать абсолютную, относительную и приведенную погрешности.
4. Сделать вывод о соответствии приборов указанному классу точности.
5. Оформить отчет.

**Оборудование:**

1. Лабораторный стенд.
2. Образцовый и исследуемый вольтметры и амперметры.
3. Соединительные провода.

**Требования к отчёту по практической работе:**

Отчет должен быть оформлен в отдельной тетради. Должен содержать тему, цель, таблицу используемого оборудования, схему установки, рабочие формулы. Все необходимые расчеты согласно заданию.

**Критерии оценивания:**

«2» - отчет не оформлен

«3» - оформлен отчет и произведены все необходимые расчеты

«4» - оформлен отчет, дан ответ на 1 дополнительный вопрос

«5» - оформлен отчет, дан ответ на 2 дополнительных вопроса

### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №14

**Тема: Измерение сопротивлений методом амперметра и вольтметра.**

**Цель практического занятия:**

1. Приобрести практические навыки в сборке электрических схем.
2. Научиться эксплуатировать электроизмерительные приборы.
3. Освоить метод измерения сопротивлений с помощью амперметра и вольтметра.

- формирование компетенций/компетентностей в соответствии с требованиями ФГОС ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 5, ОК 06, ПК 1.2

Требования к результатам освоения учебной дисциплины в соответствии с ФГОС Обучающийся должен

уметь:

производить измерение токов и напряжений в цепях переменного тока.

знать: общие законы переменного тока, основные формулы электрических цепей переменного тока

**Время выполнения: 2 академический час**

**Содержание работы, алгоритм выполнения:**

- 1.Собрать электрическую цепь и проверить ее совместно с преподавателем.
- 2.Регулируя напряжение на входе цепи записать показания вольтметра и амперметра.
- 3.Рассчитать сопротивление и построить график зависимости тока от напряжения.
- 4 Сделать выводы по результатам работы.
- 5.Оформить отчет.

**Оборудование:**

- 1.Лабораторный стенд.
- 2.Комплект измерительных приборов.
- 3.Соединительные провода.

**Требования к отчёту по практической работе:**

Отчет должен быть оформлен в отдельной тетради. Должен содержать тему, цель, таблицу используемого оборудования, схему установки, рабочие формулы. Все необходимые расчеты согласно заданию.

**Критерии оценивания:**

- «2» - отчет не оформлен
- «3» - оформлен отчет и произведены все необходимые расчеты
- «4» - оформлен отчет, дан ответ на 1 дополнительный вопрос
- «5» - оформлен отчет, дан ответ на 2 дополнительных вопроса

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №15****Тема: Исследование электродвигателя постоянного тока****Цель практического занятия:**

1. Приобрести практические навыки в сборке электрических схем.
  - 2.Установить зависимость встречной ЭДС, от приложенного напряжения.
- формирование компетенций/компетентностей в соответствии с требованиями ФГОС ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 5, ОК 06, ПК 1.2

Требования к результатам освоения учебной дисциплины в соответствии с ФГОС  
Обучающийся должен

уметь:

производить измерение токов и напряжений в цепях переменного тока.

знать: общие законы переменного тока, основные формулы электрических цепей переменного тока

**Время выполнения:** 2 академических часа

**Содержание работы, алгоритм выполнения:**

- 1.Собрать электрическую цепь и проверить ее совместно с преподавателем.
- 2.Отключить обмотку возбуждения и у заторможенного двигателя измерить напряжение и ток. Рассчитать сопротивление якоря.
- 3.При подключенной обмотке возбуждения и вращающемся двигателе регулировать напряжение и регистрировать напряжение и ток.
- 4.По измеренным данным вычислить встречную ЭДС и построить график зависимости ЭДС, от напряжения.
- 5.Сделать выводы по результатам работы.
- 6.Оформить отчет

**Оборудование:**

- 1.Лабораторный стенд.
- 2.Комплект измерительных приборов.
- 3.Соединительные провода.

**Требования к отчёту по практической работе:**

Отчет должен быть оформлен в отдельной тетради. Должен содержать тему, цель, таблицу используемого оборудования, схему установки, рабочие формулы. Все необходимые расчеты согласно заданию.

**Критерии оценивания:**

- «2» - отчет не оформлен
- «3» - оформлен отчет и произведены все необходимые расчеты
- «4» - оформлен отчет, дан ответ на 1 дополнительный вопрос
- «5» - оформлен отчет, дан ответ на 2 дополнительных вопроса

### **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №16**

**Тема: Исследование асинхронного двигателя**

**Цель практического занятия:**

1. Изучить правила эксплуатации асинхронных электродвигателей.
2. Ознакомиться с конструкцией асинхронного электродвигателя.
3. Научиться производить включение АД по схемам звезда и треугольник.  
- формирование компетенций/компетентностей в соответствии с требованиями ФГОС ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 5, ОК 06, ПК 1.2

Требования к результатам освоения учебной дисциплины в соответствии с ФГОС  
Обучающийся должен

уметь:

производить измерение токов и напряжений в цепях переменного тока.

знать: общие законы переменного тока, основные формулы электрических цепей переменного тока

**Время выполнения:** 2 академических часа

**Содержание работы, алгоритм выполнения:**

1. Ознакомиться с устройством асинхронного электродвигателя.
2. Определить концы и начала обмоток АД.
3. Подключая омметр к выводам АД произвести замер сопротивления изоляции обмоток.
4. Подключить АД по схемам звезда и треугольник, пронаблюдать за работой электродвигателя.
5. Сделать выводы по результатам работы.
6. Оформить отчет.

**Оборудование:**

1. Лабораторный стенд.
2. Асинхронный ЭДС.

**Требования к отчёту по практической работе:**

Отчет должен быть оформлен в отдельной тетради. Должен содержать тему, цель, таблицу используемого оборудования, схему установки, рабочие формулы. Все необходимые расчеты согласно заданию.

**Критерии оценивания:**

- «2» - отчет не оформлен
- «3» - оформлен отчет и произведены все необходимые расчеты
- «4» - оформлен отчет, дан ответ на 1 дополнительный вопрос
- «5» - оформлен отчет, дан ответ на 2 дополнительных вопроса

### **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №17**

**Тема: Исследование однофазного трансформатора**

**Цель практического занятия:**

1. Приобрести практические навыки в сборке электрических схем.
2. Изучить влияние нагрузки на выходное напряжение и коэффициент полезного действия трансформатора.

- формирование компетенций/компетентностей в соответствии с требованиями ФГОС ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 5, ОК 06, ПК 1.2

Требования к результатам освоения учебной дисциплины в соответствии с ФГОС  
Обучающийся должен

уметь:

производить измерение токов и напряжений в цепях переменного тока.

знать: общие законы переменного тока, основные формулы электрических цепей переменного тока

**Время выполнения:** 2 академических часа

**Содержание работы, алгоритм выполнения:**

- 1.Собрать электрическую цепь и проверить ее совместно с преподавателем.
- 2.Изменяя нагрузку, записать величины напряжений и токов на входе и выходе трансформатора.
- 3.По измеренным данным вычислить мощности на входе и выходе, а также КПД трансформатора.
- 4.Построить графики зависимостей напряжения на выходе и КПД от тока на выходе.
- 5.Сделать выводы по результатам работы.
- 6.Оформить отчет о работе.

**Оборудование:**

- 1.Лабораторный стенд.
- 2.Комплект измерительных приборов.
- 3.Соединительные провода.

**Требования к отчёту по практической работе:**

Отчет должен быть оформлен в отдельной тетради. Должен содержать тему, цель, таблицу используемого оборудования, схему установки, рабочие формулы. Все необходимые расчеты согласно заданию.

**Критерии оценивания:**

«2» - отчет не оформлен

«3» - оформлен отчет и произведены все необходимые расчеты

«4» - оформлен отчет, дан ответ на 1 дополнительный вопрос

«5» - оформлен отчет, дан ответ на 2 дополнительных вопроса

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №18

**Тема: Исследование полупроводникового диода**

**Цель лабораторной работы:**

- 1.Приобрести практические навыки в сборке электрических схем.
- 2.Изучить подключение полупроводникового диода.

- формирование компетенций/компетентностей в соответствии с требованиями ФГОС ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 5, ОК 06, ПК 1.2

Требования к результатам освоения учебной дисциплины в соответствии с ФГОС  
Обучающийся должен

уметь:

производить измерение токов и напряжений в цепях переменного и постоянного тока.

знать: общие законы переменного тока, основные формулы электрических цепей переменного и постоянного тока.

**Время выполнения:** 2 академических часа

**Содержание работы, алгоритм выполнения:**

1. Исследование полупроводникового диода.
2. Исследование схемы подключения полупроводникового диода.
3. Подключение полупроводникового диода.

4. Изучить работу схемы.
5. Сделать выводы по результатам работы.
6. Оформить отчет о работе.

**Оборудование:**

1. Набор платы Arduino.
2. Комплект измерительных приборов.
3. Соединительные провода.

**Требования к отчёту по практической работе:**

Отчет должен быть оформлен в отдельной тетради. Должен содержать тему, цель, таблицу используемого оборудования, схему установки, рабочие формулы. Все необходимые расчеты согласно заданию.

**Критерии оценивания:**

- «2» - отчет не оформлен
- «3» - оформлен отчет и произведены все необходимые расчеты
- «4» - оформлен отчет, дан ответ на 1 дополнительный вопрос
- «5» - оформлен отчет, дан ответ на 2 дополнительных вопроса

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №19****Тема: Исследование биполярного транзистора****Цель лабораторной работы:**

1. Приобрести практические навыки в сборке электрических схем.
  2. Изучить подключение полупроводникового диода.
- формирование компетенций/компетентностей в соответствии с требованиями ФГОС ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 5, ОК 06, ПК 1.2

Требования к результатам освоения учебной дисциплины в соответствии с ФГОС  
Обучающийся должен

уметь:

производить измерение токов и напряжений в цепях переменного и постоянного тока.

знать: общие законы переменного тока, основные формулы электрических цепей переменного и постоянного тока.

**Время выполнения:** 2 академических часа

**Содержание работы, алгоритм выполнения:**

1. Изучение схем подключения биполярного транзистора.
2. Исследование схемы подключения биполярного транзистора с общим эмиттером.
3. Подключение полупроводникового диода.
4. Изучить работу схемы.
5. Сделать выводы по результатам работы.
6. Оформить отчет о работе.

**Оборудование:**

1. Набор платы Arduino.
2. Комплект измерительных приборов.
3. Соединительные провода.

**Требования к отчёту по практической работе:**

Отчет должен быть оформлен в отдельной тетради. Должен содержать тему, цель, таблицу используемого оборудования, схему установки, рабочие формулы. Все необходимые расчеты согласно заданию.

**Критерии оценивания:**

- «2» - отчет не оформлен
- «3» - оформлен отчет и произведены все необходимые расчеты
- «4» - оформлен отчет, дан ответ на 1 дополнительный вопрос
- «5» - оформлен отчет, дан ответ на 2 дополнительных вопроса

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 20

**Тема: Управление шаговым двигателем**

**Цель лабораторной работы:**

1. Приобрести практические навыки в сборке электрических схем.

2. Управление шаговым двигателем.

- формирование компетенций/компетентностей в соответствии с требованиями ФГОС ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 5, ОК 06, ПК 1.2

Требования к результатам освоения учебной дисциплины в соответствии с ФГОС

Обучающийся должен

уметь:

производить измерение токов и напряжений в цепях переменного и постоянного тока.

знать: общие законы переменного тока, основные формулы электрических цепей переменного и постоянного тока.

**Время выполнения:** 2 академических часа

**Содержание работы, алгоритм выполнения:**

1. Исследование шагового двигателя на базе Arduino.

2. Исследование схемы подключения шагового двигателя.

3. Подключение шагового двигателя.

4. Изучить работу схемы.

5. Сделать выводы по результатам работы.

6. Оформить отчет о работе.

**Оборудование:**

1. Набор платы Arduino.

2. Комплект подключения шагового двигателя.

3. Соединительные провода.

**Требования к отчёту по практической работе:**

Отчет должен быть оформлен в отдельной тетради. Должен содержать тему, цель, таблицу используемого оборудования, схему установки, рабочие формулы. Все необходимые расчеты согласно заданию.

**Критерии оценивания:**

«2» - отчет не оформлен

«3» - оформлен отчет и произведены все необходимые расчеты

«4» - оформлен отчет, дан ответ на 1 дополнительный вопрос

«5» - оформлен отчет, дан ответ на 2 дополнительных вопроса

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 21

**Тема: Управление серводвигателем**

**Цель лабораторной работы:**

1. Приобрести практические навыки в сборке электрических схем.

2. Управление серводвигателем

- формирование компетенций/компетентностей в соответствии с требованиями ФГОС ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 5, ОК 06, ПК 1.2

Требования к результатам освоения учебной дисциплины в соответствии с ФГОС

Обучающийся должен

уметь:

производить измерение токов и напряжений в цепях переменного и постоянного тока.

знать: общие законы переменного тока, основные формулы электрических цепей переменного и постоянного тока.

**Время выполнения:** 2 академических часа

**Содержание работы, алгоритм выполнения:**

1. Исследование серводвигателя на базе Arduino.
2. Исследование схемы подключения серводвигателя.
3. Подключение серводвигателя.
4. Изучить работу схемы.
5. Сделать выводы по результатам работы.
6. Оформить отчет о работе.

**Оборудование:**

1. Набор платы Arduino.
2. Комплект подключения серводвигателя.
3. Соединительные провода.

**Требования к отчёту по практической работе:**

Отчет должен быть оформлен в отдельной тетради. Должен содержать тему, цель, таблицу используемого оборудования, схему установки, рабочие формулы. Все необходимые расчеты согласно заданию.

**Критерии оценивания:**

- «2» - отчет не оформлен
- «3» - оформлен отчет и произведены все необходимые расчеты
- «4» - оформлен отчет, дан ответ на 1 дополнительный вопрос
- «5» - оформлен отчет, дан ответ на 2 дополнительных вопроса

### **ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 1**

**Тема: Соединения конденсаторов.**

**Цель практического занятия:**

- Закрепление, углубление, систематизация, обобщение теоретического материала;
- Развитие навыков самостоятельной деятельности, навыков по использованию приборов, инструментов и т.п.;

Формирование компетенций в соответствии с требованиями ФГОС СПО ОК 01 - ОК 02, ОК 04 – ОК 06.

Требования к результатам освоения учебной дисциплины в соответствии с ФГОС СПО:  
Обучающийся должен

уметь: – производить расчет электрических величин, характеризующих конденсаторы,  
знать: – основы электромагнетизма, элементы электрических цепей,

**Время выполнения: 2 академических часа**

**Содержание работы:**

**Работа** прививает навыки решения задач:

1. электростатики на расчет напряженности электрического поля, создаваемого точечным зарядом, и расчет эквивалентной емкости батареи конденсаторов при параллельном и последовательном соединении.

**Алгоритм выполнения:**

1. Задачи по электростатике:
  - 1.1. записать краткие условия задачи;
  - 1.2. используя закон Кулона, рассчитать напряженность электрического поля системы зарядов, указанных в задаче;
2. составить электрическую схему батареи конденсаторов;
  - 2.1. выделить на схеме соединения определенного типа (параллельное и последовательное);
  - 2.2. используя рабочие формулы, рассчитать эквивалентную емкость соединения;
  - 2.3. составить электрическую схему батареи эквивалентных конденсаторов;
  - 2.4. Рассчитать общую емкость батареи.

**Оборудование:**

Конспект лекций, калькулятор

**Требования к отчёту по практической работе:**

Отчет должен быть оформлен в отдельной тетради. Должен содержать тему, цель, таблицу используемого оборудования, схему установки, рабочие формулы. Все необходимые расчеты согласно заданию.

**Критерии оценивания:**

- «2» - Верно решенных задач нет.
- «3» - Верное решена 1 задача
- «4» - Верно решено 2 задачи
- «5» Верно решены все задачи

**ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №2**

**Тема:** Расчёт цепей постоянного тока.

**Цель практического занятия:**

- Закрепление, углубление, систематизация, обобщение теоретического материала;
- Развитие навыков самостоятельной деятельности, навыков по использованию приборов, инструментов и т.п.;
- формирование компетенций/компетентностей в соответствии с требованиями ФГОС ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 5, ОК 06, ПК 1.2

Требования к результатам освоения учебной дисциплины в соответствии с ФГОС

Обучающийся должен уметь: – производить расчет электрических величин,  
знать: – основы электромагнетизма, элементы электрических цепей

**Время выполнения:** 2 академических часа

**Содержание работы, алгоритм выполнения:**

**Работа** прививает навыки решения задач на расчет:

- напряженности электрического поля, создаваемого точечным зарядом;
- эквивалентную емкость батареи конденсаторов.
- силу тока и напряжения в цепи постоянного тока с последовательным и параллельным соединением элементов.

Расчет строится на использовании законов Кулона, Ома.

**Оборудование:**

- Конспект лекций
- Калькулятор

**Требования к отчёту по практической работе:**

Выполненная работа представляется преподавателю в рабочей тетради или тетради для выполнения практических работ и т.п.

**Критерии оценивания:**

- «2» - Верно решенных задач нет.
- «3» - Верное решена 1 задача
- «4» - Верно решено 2 задачи
- «5» - Верно решены все задачи

**ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 3**

**Тема:** Применение правил Кирхгофа для расчета разветвленных цепей постоянного тока.

**Цель практического занятия:**

1. Формировать понятие электрической цепи и ее элементов. Научится применять законы Кирхгофа для расчета сложных электрических цепей.
2. Совершенствовать умения, активизировать познавательную деятельность учащихся через решение задач на расчет сложных электрических цепей.
3. формирование компетенций/компетентностей в соответствии с требованиями ФГОС ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 5, ОК 06.

Требования к результатам освоения учебной дисциплины в соответствии с ФГОС  
Обучающийся должен уметь:

– производить расчеты электрических величин,

знать: – основы электромагнетизма, элементы электрических цепей.

**Время выполнения:** 2 академических часа

**Содержание работы:** расчет цепей постоянного тока основан на применении правил Кирхгофа.

**Алгоритм решения задачи:**

Правила Кирхгофа применяются для расчета сложных электрических цепей.

Первое правило Кирхгофа (для узлов):  $\sum_{k=1}^n I_k = 0$ .

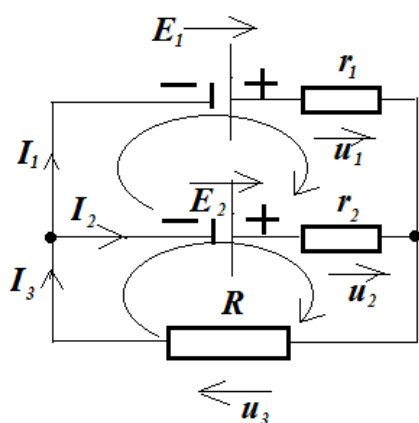
Второе правило Кирхгофа (для замкнутых контуров):  $\sum_{k=1}^n u_k = \sum_k E_k$ .

В заданной цепи определяем узлы и замкнутые контура.

1. Для узлов применяем правила знаков: направления токов в узле выбирается произвольно и втекающие в узел токи будем брать со знаком плюс, а вытекающие из узла – со знаком минус. Составляем систему уравнений для узлов в количестве  $n-1$ , где  $n$  – число узлов.
2. Для контуров выбираем положительное направление обхода контура. Выбираем направление напряжения по направлению тока. Если «направление» напряжения совпадает с направлением обхода контура, то напряжение берется со знаком плюс. В противном случае – со знаком минус. Обозначим стрелкой над ЭДС направление возрастания потенциала (от катода к аноду). Если эта стрелка совпадает с направлением обхода контура, то  $E$  берется со знаком плюс, если нет, то с минусом. Добавляем в систему уравнений уравнения для второго Правила Кирхгофа.
3. Решаем полученную системы уравнений относительно искомых величин доступными способами.

**Примеры задач:**

**Задача 1.** Даны две батареи аккумуляторов с ЭДС  $E_1 = 10 \text{ В}$  с внутренним сопротивлением  $r_1 = 1 \text{ Ом}$ ,  $E_2 = 8 \text{ В}$  и  $r_2 = 2 \text{ Ом}$ . Реостат имеет сопротивление  $R = 6 \text{ Ом}$ . Элементы цепи соединены по схеме, показанной на рисунке. Найти силу тока в батареях и реостате.



Дано:

$$E_1 = 10 \text{ В}$$

$$E_2 = 8 \text{ В}$$

$$r_1 = 1 \text{ Ом}$$

$$r_2 = 2 \text{ Ом}$$

$$R = 6 \text{ Ом}$$

Найти:  $I_1, I_2, I_3 = ?$

Решение:

Запишем уравнения законов Кирхгофа в соответствии с обозначениями на рисунке.

$$\begin{cases} I_1 + I_2 - I_3 = 0 \\ u_1 - u_2 + 0 = E_1 - E_2 \\ 0 + u_2 + u_3 = E_2 \end{cases}$$

Так как  $u_1 = I_1 r_1, u_2 = I_2 r_2, u_3 = I_3 R$ , то

$$\begin{cases} I_1 + I_2 - I_3 = 0 \\ I_1 r_1 - I_2 r_2 + 0 = E_1 - E_2 \\ 0 + I_2 r_2 + I_3 R = E_2 \end{cases}$$

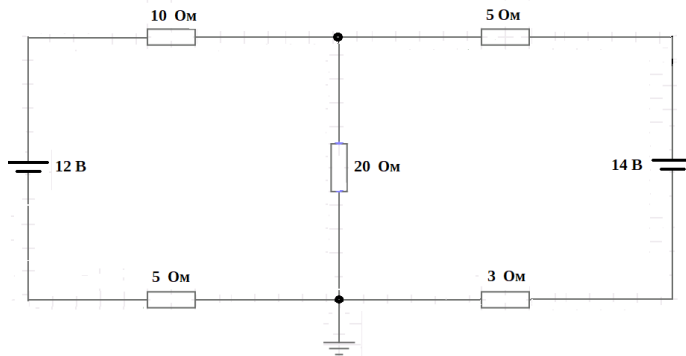
Подставим в полученную систему данные, получим:

$$I_1 + I_2 - I_3 = 0$$

$$1I_1 - 2I_2 - I_3 = 2$$

$$0 + 2I_2 + 6I_3 = 8.$$

Задача для самостоятельного решения.



Вычислить токи в ветвях цепи.

### Требования к отчёту по практической работе:

Выполненная работа представляется преподавателю в рабочей тетради или тетради для выполнения практических работ и т.п.

### Критерии оценивания:

«2» - Верно решенных задач нет.

«3» - Верно решена 1 задача

«4» - Верно решено 2 задачи, допущены незначительные ошибки, в расчетах.

«5» - Верно решены все задачи

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 4

**Тема:** Расчет неразветвленных магнитных цепей.

**Цель практического занятия:**

- Закрепление, углубление, систематизация, обобщение теоретического материала;
- Развитие навыков самостоятельной деятельности, навыков по использованию приборов, инструментов и т.п.;
- формирование компетенций/компетентностей в соответствии с требованиями ФГОС ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 5, ОК 06.

Требования к результатам освоения учебной дисциплины в соответствии с ФГОС

Обучающийся должен уметь:

– производить расчеты электрических величин,  
знать: – основы электромагнетизма, элементы электрических цепей.

**Время выполнения:** 2 академических часа

**Содержание работы:** расчет магнитных цепей при постоянных токах основан на применении первого закона Кирхгофа для магнитных цепей и закона полного тока – второго закона Кирхгофа для магнитных цепей.

**Алгоритм решения *прямой задачи расчета неразветвленной магнитной цепи***

1. Разбиваем магнитную цепь на *однородные* (из одного магнитного материала) *участки постоянного сечения* и определяем длины  $l_k$  и площади поперечного сечения  $S_k$  участков. Длины участков (в метрах) берем по средней силовой линии.
2. Исходя из постоянства потока вдоль всей неразветвленной магнитной цепи, по заданному магнитному потоку  $\Phi$  и сечениям  $S_k$  участков находим магнитные индукции на каждом участке.
3. По найденным магнитным индукциям  $B_k$  участков цепи и кривой намагничивания материала  $k$ -го участка цепи определяем напряженности поля  $H_k$  на каждом участке магнитной цепи.
4. Рассчитываем сумму падений магнитных напряжений  $U_{Mk} = H_k \cdot l_k$  вдоль всей магнитной цепи и на основании *второго закона Кирхгофа для магнитной цепи* приравниваем сумме магнитодвижущих сил вдоль всей магнитной цепи:

**Требования к отчёту по практической работе:**

Выполненная работа представляется преподавателю в рабочей тетради или тетради для выполнения практических работ и т.п.

**Критерии оценивания:**

- «2» - Верно решенных задач нет.
- «3» - Верное решена 1 задача
- «4» - Верно решено 2 задачи, допущены незначительные ошибки, в расчетах.
- «5» - Верно решены все задачи

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 5

**Тема:** Расчет разветвленных магнитных цепей постоянного тока.

**Цель практического занятия:**

- Закрепление, углубление, систематизация, обобщение теоретического материала;
- Развитие навыков самостоятельной деятельности, навыков по использованию приборов, инструментов и т.п.;
- формирование компетенций/компетентностей в соответствии с требованиями ФГОС ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 5, ОК 06.

Требования к результатам освоения учебной дисциплины в соответствии с ФГОС Обучающийся должен

уметь: производить измерение электрических величин, включать электротехнические приборы, аппараты, машины, управлять ими и контролировать их эффективную и безопасную работу, устранять отказы и повреждения электрооборудования.

знать: основы электромагнетизма, элементы электрических цепей,

**Время выполнения:** 2 академических часа

Для практического занятия по расчету разветвленных магнитных цепей необходимо применять правила Кирхгофа для магнитных цепей, которые аналогичны законам для электрических цепей, но используют магнитные величины. Решение задач включает в себя использование закона полных токов и первого правил Кирхгофа, а также расчет магнитного сопротивления участков цепи.

### 1. Основные принципы

- **Аналогия с электрическими цепями:** Расчет магнитных цепей основан на аналогии с электрическими цепями. Так, магнитному потоку соответствует ток, магнитному напряжению (МДС) соответствует ЭДС, а магнитному сопротивлению электрическое сопротивление.
- **Закон Ома для магнитной цепи:** По аналогии с законом Ома для постоянного тока.

### 2. Методы расчета

- **Первый закон Кирхгофа для магнитных цепей:** Алгебраическая сумма магнитных потоков, входящих в узел, равна нулю. Потоки, выходящие из узла, берутся со знаком «+», а входящие – со знаком «-».
- **Второй закон Кирхгофа (закон полных токов):** Алгебраическая сумма МДС в любом замкнутом контуре магнитной цепи равна нулю. При обходе контура, слагаемые, совпадающие с направлением обхода, берутся со знаком «+».

### 3. Расчетные формулы

- **Магнитное сопротивление для однородного участка:**

$$R_m = \frac{l}{\mu \mu_0 S}$$

где:  $l$  – длина участка;  $S$  – площадь поперечного сечения;

$\mu$  – относительная магнитная проницаемость;  $\mu_0$  – магнитная постоянная.

### 4. Алгоритм решения задач

1. **Определить известные и неизвестные величины:** Определить, что дано (МДС, магнитные потоки, индукции) и что нужно найти (например, потоки в участках, индукции).
2. **Составить схему магнитной цепи:** Нарисовать схему, обозначить участки, узлы и контуры. Указать направления потоков и МДС.
3. **Записать уравнения:** Составить систему уравнений на основе законов Кирхгофа для магнитных цепей.
4. **Решить систему уравнений:** Решить полученную систему уравнений для нахождения неизвестных величин, используя формулы для магнитного сопротивления и магнитного потока.
5. **Проверить результат:** Подставить найденные значения обратно в уравнения для проверки правильности решения.

### Оборудование:

- Конспект лекций
- Калькулятор

### Требования к отчёту по практической работе:

Выполненная работа представляется преподавателю в рабочей тетради или тетради для выполнения практических работ и т.п.

### Критерии оценивания:

- «2» - Верно решенных задач нет.
- «3» - Верно решена 3 задача
- «4» - Верно решено 4 задачи
- «5» - Верно решены все задачи

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 6

### Тема Расчет неразветвленных цепей переменного тока.

#### Цель практического занятия:

- Закрепление, углубление, систематизация, обобщение теоретического материала;
- Развитие навыков самостоятельной деятельности, навыков по использованию приборов, инструментов и т.п.;

Формирование компетенций/компетентностей в соответствии с требованиями ФГОС СПО/ МК ПДНВ ОК 01 - ОК 02, ОК 04 – ОК 06.

Требования к результатам освоения учебной дисциплины в соответствии с ФГОС СПО:  
Обучающийся должен

**уметь:** – производить измерение электрических величин, читать принципиальные схемы, включать электротехнические приборы, аппараты, машины, управлять ими и контролировать их эффективную и безопасную работу, устранять отказы и повреждения электрооборудования.

**знать:** – основы электромагнетизма, элементы электрических цепей, основы электроники.

**Время выполнения:** 2 академических часа

### Содержание работы, алгоритм выполнения:

**Задание №1:** Определить мгновенное значение синусоидального напряжения в момент времени  $t=0,0002$  с, если амплитудное значение напряжения  $U_m=30$ В, частота  $f=300$  Гц, начальная фаза  $\varphi_0=16,8^\circ$ ;

**Задание №2:** Рассчитать полное сопротивление цепи, схема которой приведена на рис. 1, при приложенном переменном напряжении с действующим значением 20 В, частотой  $f=100$  Гц и элементами цепи, указанными в таблице 1. Найти ток, протекающий через цепь, построить векторную диаграмму тока и напряжения. Записать уравнения мгновенных значений тока и напряжения. Найти полную, активную и реактивную мощности, потребляемые нагрузкой, а так же определить угол сдвига фаз.

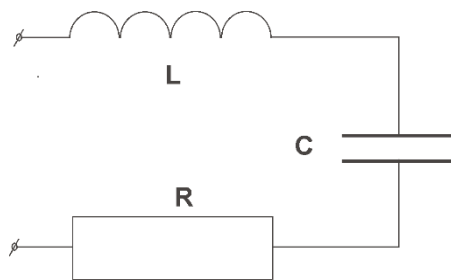


Таблица 1.

№ Варианта	1	2	3	4	5
R, Ом	40	30	55	60	35
L, мГн	30	48	34	45	50
C, мкФ	4	6	8	8	10

Рис.1. Электрическая схема.

### Оборудование:

Конспект лекций

Калькулятор

### Требования к отчёту по практической работе:

Выполненная работа представляется преподавателю в рабочей тетради или тетради для выполнения практических работ и т.п.

### Критерии оценивания:

«2» - Верно решенных задач нет.

«3» - Верное решена 1 задача

«4» - Верно решено 2 задачи, допущены незначительные ошибки, в расчетах.

«5» - Верно решены все задачи

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 7

### Тема Расчет симметричных трёхфазных цепей.

#### Цель практического занятия:

- Закрепление, углубление, систематизация, обобщение теоретического материала;
- Развитие навыков самостоятельной деятельности, навыков по использованию приборов, инструментов и т.п.;

– формирование компетенций/компетентностей в соответствии с требованиями ФГОС ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 5, ОК 06.

Требования к результатам освоения учебной дисциплины в соответствии с ФГОС  
Обучающийся должен

уметь: производить расчеты электрических величин, включать электротехнические приборы, аппараты, машины, управлять ими и контролировать их эффективную и безопасную работу, устранять отказы и повреждения электрооборудования.

знать: основы электромагнетизма, элементы электрических цепей,

**Время выполнения:** 2 академических часа

**Содержание работы, алгоритм выполнения:**

Задача №1

К зажимам приемника подсоединён трехфазный генератор, как показано на схеме. Определить показания амперметров  $A_1, A_2$  и фазные токи, зная, что  $U_L=380\text{В}$ ,  $R=50\text{ Ом}$ ,  $x_L=35\text{ Ом}$ .

Задача №2.

К зажимам приемника, подсоединён трехфазный генератор, обмотки которого соединены по схеме “треугольник”. Определить фазные и линейные токи, показания вольтметра, зная, что линейное напряжение равно  $220\text{ В}$ ,  $R=25\text{ Ом}$ ,  $x_L=x_C=10\text{ Ом}$ .

**Требования к отчёту по практической работе:**

выполненная работа представляется преподавателю в рабочей тетради или тетради для выполнения практических работ и т.п.

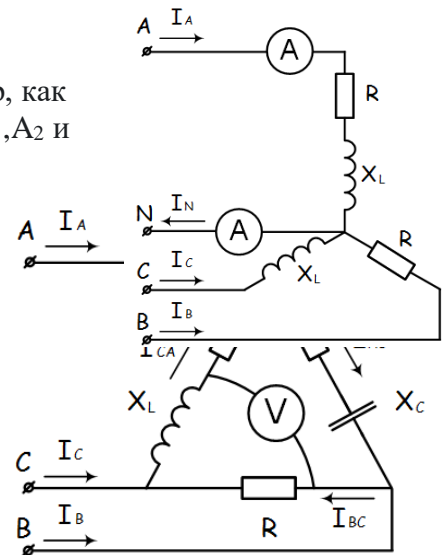
**Критерии оценивания:**

«2» - Верно решенных задач нет.

«3» - Верное решена 1 задача

«4» - Решено 2 задачи, допущены незначительные ошибки в расчетах

«5» - Верно решены все задачи



## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 8

**Тема:** Расчет шунтов и добавочных сопротивлений.

**Цель практического занятия:**

1. Закрепление, углубление, систематизация, обобщение теоретического материала;
2. Развитие навыков самостоятельной деятельности, навыков по использованию приборов, инструментов и т.п.;
3. Изучение методики расчёта шунтов и добавочных сопротивлений для расширения пределов измерения амперметра и вольтметра;
4. Формирование компетенций/компетентностей в соответствии с требованиями ФГОС ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 5, ОК 06.

Требования к результатам освоения учебной дисциплины в соответствии с ФГОС  
Обучающийся должен

уметь: производить расчеты электрических величин, включать электротехнические приборы, аппараты, машины, управлять ими и контролировать их эффективную и безопасную работу, устранять отказы и повреждения электрооборудования.

знать: основы электромагнетизма, элементы электрических цепей,

**Время выполнения:** 2 академических часа

**Краткие теоретический сведения.**

## 1. Измерительные шунты

Шунт является простейшим измерительным преобразователем тока в напряжение. Измерительный шунт представляет собой четырёхзажимный резистор. Два входных зажима шунта, к которым подводится ток  $I$ , называются токовыми, а два выходных зажима, с которых снимается напряжение  $U$ , называются потенциальными.

К потенциальным зажимам шунта обычно присоединяют измерительный механизм измерительного прибора.

Измерительный шунт характеризуется номинальным значением входного тока  $I_{ном}$  и номинальным значением выходного напряжения  $U_{ном}$ . Их отношение определяет номинальное сопротивление шунта:

$$R_{ш} = U_{ном} / I_{ном}$$

Шунты применяются для расширения пределов измерения измерительных механизмов по току, при этом большую часть измеряемого тока пропускают через шунт, а меньшую — через измерительный механизм. Шунты имеют небольшое сопротивление и применяются, главным образом, в цепях постоянного тока с магнитоэлектрическими измерительными механизмами.

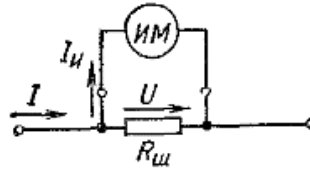


Рис. 1. Схема соединения измерительного механизма с шунтом

На рис. 1 приведена схема включения магнитоэлектрического механизма измерительного прибора с шунтом  $R_{ш}$ . Ток  $I_{и}$  протекающий через измерительный механизм, связан с измеряемым током  $I$  зависимостью

$$I_{и} = I (R_{ш} / R_{ш} + R_{и}),$$

где  $R_{и}$  — сопротивление измерительного механизма.

Если необходимо, чтобы ток  $I_{и}$  был в  $n$  раз меньше тока  $I$ , то сопротивление шунта должно быть:

$$R_{ш} = R_{и} / (n - 1),$$

где  $n = I / I_{и}$  — коэффициент шунтирования.

Шунты изготовляют из манганина. Если шунт рассчитан на небольшой ток (до 30 А), то его обычно встраивают в корпус прибора (внутренние шунты). Для измерения больших токов используют приборы с наружными шунтами. В этом случае мощность, рассеиваемая в шунте, не нагревает прибор.

На рис. 2 показан наружный шунт на 2000 А. Он имеет массивные наконечники из меди, которые служат для отвода тепла от манганиновых пластин, впаянных между ними. Зажимы шунта А и Б — токовые.

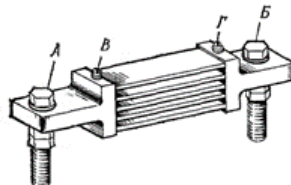


Рис 2 Наружный шунт

Измерительный механизм присоединяют к потенциальным зажимам В и Г, между которыми и заключено сопротивление шунта. При таком включении измерительного механизма устраняются погрешности от контактных сопротивлений.

Наружные шунты обычно выполняются калиброванными, т. е. рассчитываются на определенные токи и падения напряжения. Калиброванные шунты должны иметь номинальное падение напряжения 10, 15, 30, 50, 60, 75, 100, 150 и 300 мВ.

Для переносных магнитоэлектрических приборов на токи до 30 А внутренние шунты изготавливают на несколько пределов измерения.

На рис. 3, а, б показаны схемы многопредельных шунтов. Многопредельный шунт состоит из нескольких резисторов, которые можно переключать в зависимости от предела измерения рычажным переключателем (рис. 3, а) или путем переноса провода с одного зажима на другой (рис. 3, б).

При работе шунтов с измерительными приборами на переменном токе возникает дополнительная погрешность от изменения частоты, так как сопротивления шунта и измерительного механизма поразному зависят от частоты.

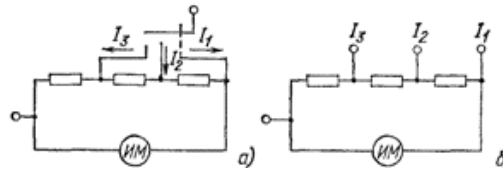


Рис.3. Схемы многопредельных измерительных шунтов: а — шунта с рычажным переключателем, б — шунта с отдельными выводами

Шунты разделяются на классы точности 0,02; 0,05; 0,1; 0,2 и 0,5. Число, определяющее класс точности, обозначает допустимое отклонение сопротивления шунта в процентах его номинального значения.

## 2. Добавочные резисторы

Добавочные резисторы являются измерительными преобразователями напряжения в ток, а на значение тока непосредственно реагируют измерительные механизмы вольтметров. Добавочные резисторы служат для расширения пределов измерения по напряжению вольтметров различных систем и других приборов, имеющих параллельные цепи, подключаемые к источнику напряжения. Сюда относятся, например, ваттметры, счетчики энергии, фазометры и т. д.

Добавочный резистор включают последовательно с измерительным механизмом (рис. 4). Ток  $I_n$  в цепи, состоящий из измерительного механизма с сопротивлением  $R_n$  и добавочного резистора с сопротивлением  $R_d$ , составит:

$$I_n = U / (R_n + R_d),$$

где  $U$  — измеряемое напряжение.

Если вольтметр имеет предел измерения  $U_{ном}$  и сопротивление измерительного механизма  $R_n$  и при помощи добавочного резистора  $R_d$  надо расширить предел измерения в  $n$  раз, то, учитывая постоянство тока  $I_n$ , протекающего через измерительный механизм вольтметра, можно записать:

$$U_{ном} / R_n = n U_{ном} / (R_n + R_d)$$

откуда

$$R_d = R_n (n - 1)$$

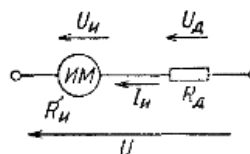


Рис 4. Схема соединения измерительного механизма с добавочным резистором

Добавочные резисторы изготавливаются обычно из изолированной манганиновой проволоки, намотанной на пластины или каркасы из изоляционного материала. Они применяются в цепях постоянного и переменного тока.

Добавочные резисторы, предназначенные для работы на переменном токе, имеют бифилярную обмотку для получения безреактивного сопротивления.

При применении добавочных резисторов не только расширяются пределы измерения вольтметров, но и уменьшается их температурная погрешность.

В переносных приборах добавочные резисторы изготавливаются секционными на несколько пределов измерения (рис. 5).

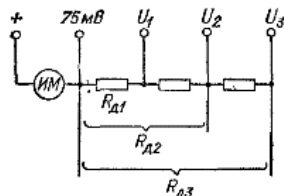


Рис. 5. Схема многопредельного вольтметра

Добавочные резисторы бывают внутренние и наружные. Последние выполняются в виде отдельных блоков и подразделяются на индивидуальные и калиброванные.

Индивидуальный резистор применяется только с тем прибором, который с ним градуировался. Калиброванный резистор может применяться с любым прибором, номинальный ток которого равен номинальному току добавочного резистора.

#### Практическое задание:

Шкала прибора магнитоэлектрической системы с сопротивлением  $R_{и}$  разбита на  $N$  делений, цена деления  $C_I$  или  $C_U$ . **Определить:** сопротивление шунта и величину добавочного сопротивления для измерения новых пределов тока и напряжения для своего варианта.

Вар №	$R_{и}$ Ом	N делений	$C_U$ мВ/дел	$C_I$ мА/дел	Новый предел	
					I(A)	U(B)
1	0,5	50	0,2	-	100	500
2	0,6	100	-	0,3	200	400
3	0,7	200	0,4	-	300	300
4	0,8	50	-	0,5	400	200
5	0,9	100	0,6	-	100	500
6	1,0	200	-	0,7	200	400
7	0,5	50	0,8	-	300	300
8	0,6	100	-	0,9	400	200
9	0,7	200	0,2	-	100	500

10	0,8	50	-	0,3	200	400
11	0,9	100	0,4	-	300	300
12	1,0	200	-	0,5	400	200
13	0,5	50	0,6	-	100	500
14	0,6	100	-	0,7	200	400
15	0,7	200	0,8	-	300	300
16	0,8	50	-	0,9	400	200
17	0,9	100	0,2	-	100	500
18	1,0	200	-	0,3	200	400
19	0,5	50	0,4	-	300	300
20	0,6	100	-	0,5	400	200
21	0,7	200	0,6	-	100	500
22	0,8	50	-	0,7	200	400
23	0,9	100	0,8	-	300	300
24	1,0	200	-	0,9	400	200
25	0,5	50	0,2	-	100	500
26	0,6	100	-	0,3	200	400
27	0,7	200	0,4	-	300	300

**Требования к отчёту по практической работе:** выполненная работа представляется преподавателю в рабочей тетради или тетради для выполнения практических работ и т.п.

**Критерии оценивания:**

«2» - Верно решенных задач нет.

«3» - Верное решена 1 задача

«4» - Решено 2 задачи, допущены незначительные ошибки в расчетах

«5» - Верно решены все задачи

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 9

**Тема** Выбор мощности электродвигателя.

**Цель практического занятия:**

- Закрепление, углубление, систематизация, обобщение теоретического материала;
- Развитие навыков самостоятельной деятельности, навыков по использованию приборов, инструментов и т.п.;

Формирование компетенций/компетентностей в соответствии с требованиями ФГОС СПО/МК ПДНВ ОК 01 - ОК 02, ОК 04 – ОК 06.

Требования к результатам освоения учебной дисциплины в соответствии с ФГОС СПО:  
Обучающийся должен

уметь: – производить измерение электрических величин, читать принципиальные схемы, включать электротехнические приборы, аппараты, машины, управлять ими и контролировать их эффективную и безопасную работу.

знать: – основы электромагнетизма, элементы электрических цепей, основы электроники.

**Время выполнения:** 2 академических часа

**Время выполнения:** 2 академических часа

#### **Содержание работы:**

1. определить расчетную мощность трехфазного АД для привода механизма, работающего в продолжительном режиме.

2. определить расчетную мощность трехфазного АД для привода механизма, работающего в кратковременном режиме.

Алгоритм выполнения:

из условий задачи определить мощность на валу;

выбрать по каталогу на АД серии АИР выбираем двигатель;

по заданной частоте вращения и моменту на валу определить мощность двигателя;

выбрать двигатель серии АИР по каталогу;

определить максимальный момент на валу двигателя, соответствующий кратковременной нагрузке;

определить действительную перегрузочную способность двигателя.

#### **Требования к отчёту по практической работе:**

Отчет должен быть оформлен в отдельной тетради. Должен содержать тему, цель, краткие условия задач, рабочие формулы. Все необходимые расчеты согласно заданию.

#### **Критерии оценивания:**

«2» - Верно решенных задач нет.

«3» - Верно решена 1 задача

«4» - Верно решено 2 задачи, допущены незначительные ошибки, в расчетах.

«5» - Верно решены все задачи

### **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 10**

**Тема:** Расчет усилителя с общим эмиттером.

#### **Цель практического занятия:**

1. Закрепление, углубление, систематизация, обобщение теоретического материала;
2. Развитие навыков самостоятельной деятельности, навыков по использованию приборов, инструментов и т.п.;
3. Изучение методики расчета усилительного каскада на биполярном транзисторе по схеме с общим эмиттером.
4. Формирование компетенций/компетентностей в соответствии с требованиями ФГОС ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 5, ОК 06.

Требования к результатам освоения учебной дисциплины в соответствии с ФГОС

Обучающийся должен

уметь: производить расчеты электрических величин, включать электротехнические приборы, аппараты, машины, управлять ими и контролировать их эффективную и безопасную работу, устранять отказы и повреждения электрооборудования.

знать: основы электромагнетизма, элементы электрических цепей,

**Время выполнения:** 2 академических часа  
**Содержание работы, алгоритм выполнения:**

**Краткие теоретические сведения.**

Усилитель с общим эмиттером раньше являлся базовой схемой всех усилительных устройств.

Самой простой схемой смещения транзистора является схема, приведенная на рис. 1.

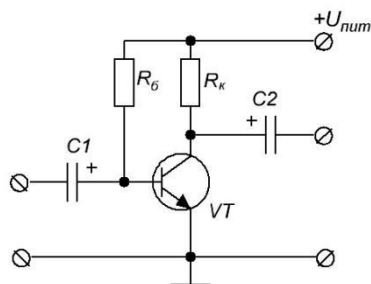
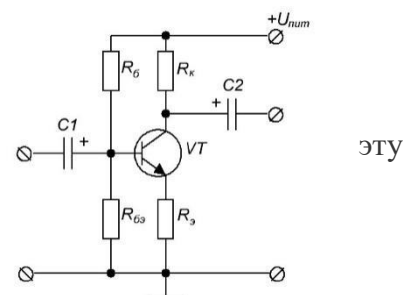


Рис. 1 Простейшая схема смещения базы биполярного транзистора.

Эта схема зависит от коэффициента бета (коэффициент усиления транзистора по току), а он в свою очередь зависит от температуры, что не есть хорошо. В результате на выходе схемы могут появиться искажения усиленного сигнала. Чтобы такого не произошло, в схему добавляют еще парочку резисторов и в результате получается схема с 4-мя резисторами, два из которых образуют делитель напряжения:



эту

Рис. 2 Схема смещения базы биполярного транзистора с делителем напряжения.

Резистор между базой и эмиттером обозначим  $R_{бэ}$ , а резистор, соединенный с эмиттером, обозначим  $R_э$ .  
 Как видно, в предыдущей схеме этих резисторов не было. Итак, давайте предположим, что по коллекторной цепи от источника с напряжением  $+U_{пит}$  через резистор  $R_к$  коллектор, эмиттер и резистор  $R_э$  бежит электрический ток, с силой в несколько миллиампер (если не учитывать крохотный ток базы, так как  $I_э = I_к + I_б$ ) Грубо говоря, у нас получается вот такая цепь:

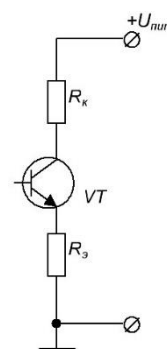


Рис. 3. Коллекторная цепь усилительного каскада.

Следовательно, на каждом резисторе у нас будет падать какое-то напряжение. Его величина будет зависеть от силы тока в цепи, а также от номинала самого резистора. Упростим схему:

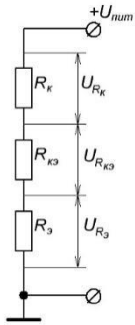


Рис. 4. Эквивалентная схема коллекторная цепи усилительного каскада.

$R_{кэ}$  – это сопротивление перехода коллектор-эмиттер. Как вы знаете, оно в основном зависит от базового тока.

В результате, у нас получается простой делитель напряжения, где

$$U_{пит} = U_{R_k} + U_{R_{кэ}} + U_{R_э}$$

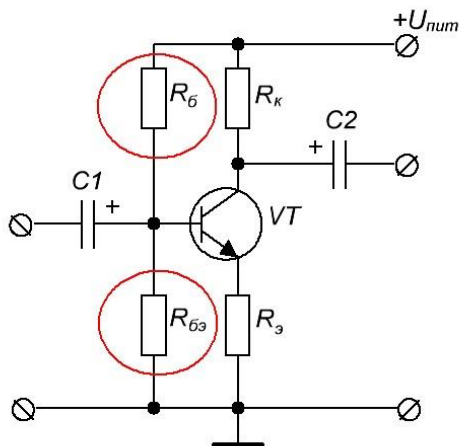
Мы видим, что на эмиттере уже **НЕ БУДЕТ** напряжения в ноль Вольт, как это было в первой схеме. Напряжение на эмиттере уже будет равняться падению напряжения на резисторе  $R_э$ .

А чему равняется падение напряжения на  $R_э$ ? Вспоминаем закон Ома и высчитываем:

$$U_{R_э} = IR_э$$

Как мы видим из формулы, напряжение на эмиттере будет равняться произведению силы тока в цепи на номинал сопротивления резистора  $R_э$ . С этим вроде как разобрались. Для чего вся эта канитель, мы разберем чуть ниже.

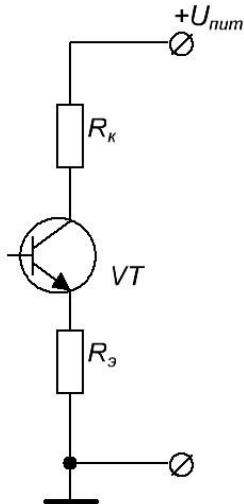
Какую же функцию выполняют резисторы  $R_б$  и  $R_{бэ}$ ?



Именно эти два резистора представляют из себя опять же простой делитель напряжения. Они задают определенное напряжение на базу, которое будет меняться, если только поменяется  $+U_{пит}$ , что бывает крайне редко. В остальных случаях напряжение на базе будет однозначно определяться резисторами делителя напряжения.

Вернемся к  $R_э$ . Оказывается, он выполняет самую главную роль в этой схеме.

Предположим, у нас из-за нагрева транзистора начинает увеличиваться ток в этой цепи.



Теперь разберем поэтапно, что происходит после этого.

а) если увеличивается ток в этой цепи, то следовательно увеличивается и падение напряжения на резисторе  $R_э$ .

б) падение напряжения на резисторе  $R_э$  – это и есть напряжение на эмиттере  $U_э$ . Следовательно, из-за увеличения силы тока в цепи  $U_э$  стало чуток больше.

в) на базе у нас фиксированное напряжение  $U_б$ , образованное делителем из резисторов  $R_б$  и  $R_{бэ}$

г) напряжение между базой эмиттером высчитывается по формуле  $U_{бэ} = U_б - U_э$ .

Следовательно,  $U_{бэ}$  станет меньше, так как  $U_э$  увеличилось из-за увеличенной силы тока, которая увеличилась из-за нагрева транзистора.

д) Раз  $U_{бэ}$  уменьшилось, значит и сила тока  $I_б$ , проходящая через базу-эмиттер тоже уменьшилась.

е) Выводим из формулы ниже  $I_к$

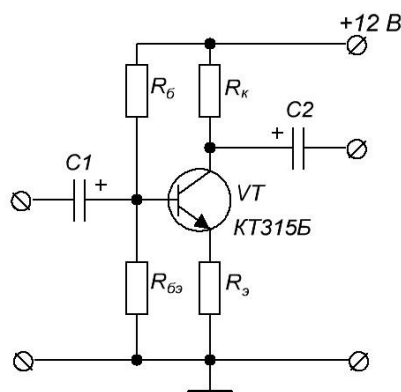
$$\beta = \frac{I_{\text{коллектора}}}{I_{\text{базы}}}$$

$$I_к = \beta \times I_б$$

Следовательно, при уменьшении базового тока, уменьшается и коллекторный ток. Режим работы схемы приходит в изначальное состояние. В результате схема у нас получилась с отрицательной обратной связью, в роли которой выступил резистор  $R_э$ . Забегая вперед, отметим, что **Отрицательная Обратная Связь (ООС)** стабилизирует схему, а положительная наоборот приводит к полному хаосу, но тоже иногда используется в электронике.

### Пример: Расчет усилительного каскада

Рассчитать каскад на биполярном транзисторе КТ315Б с коэффициентом усиления равным  $K_U = 10$ ,  $U_{пит} = 12$  Вольт.



1) Первым делом находим из справочника по транзисторам максимально допустимую рассеиваемую мощность, которую транзистор может рассеять на себе в окружающей среде. Для нашего транзистора это значение равняется 150 миллиВатт. Мы не будем выжимать из нашего транзистора все соки, поэтому уменьшим нашу рассеиваемую мощность, умножив на понижающий коэффициент 0,8:

$$P_{рас} = 150 \times 0,8 = 120 \text{ милливатт.}$$

2) Определим напряжение на  $U_{кэ}$ . Оно должно равняться половине напряжения  $U_{пит}$ .

$$U_{кэ} = U_{пит} / 2 = 12 / 2 = 6 \text{ Вольт.}$$

3) Определяем ток коллектора:

$$I_k = P_{рас} / U_{кэ} = 120 \times 10^{-3} / 6 = 20 \text{ миллиампер.}$$

4) Так как половина напряжения упала на коллекторе-эмиттере  $U_{кэ}$ , то еще половина должна упасть на резисторах. В нашем случае 6 Вольт падают на резисторах  $R_k$  и  $R_э$ . То есть получаем:

$$R_k + R_э = (U_{пит} / 2) / I_k = 6 / 20 \times 10^{-3} = 300 \text{ Ом.}$$

$R_k + R_э = 300$ , а  $R_k = 10R_э$ , так как  $K_U = R_k / R_э$ , а мы взяли  $K_U = 10$ , то составляем небольшое уравнение:

$$10R_э + R_э = 300$$

$$11R_э = 300$$

$$R_э = 300 / 11 = 27 \text{ Ом}$$

$$R_k = 27 \times 10 = 270 \text{ Ом}$$

5) Определим ток базы  $I_{базы}$  из формулы:

$$\beta = \frac{I_{коллектора}}{I_{базы}}$$

Коэффициент усиления тока (бета) указывается в характеристиках транзистора. В нашем случае, он у нас получился около 140.

Значит,

$$I_б = I_k / \beta = 20 \times 10^{-3} / 140 = 0,14 \text{ миллиампер}$$

6) Ток делителя напряжения  $I_{дел}$ , образованный резисторами  $R_б$  и  $R_{бэ}$ , в основном выбирают так, чтобы он был в 10 раз больше, чем базовый ток  $I_б$ :

$$I_{дел} = 10I_б = 10 \times 0,14 = 1,4 \text{ миллиампер.}$$

7) Находим напряжение на эмиттере по формуле:

$$U_э = I_k R_э = 20 \times 10^{-3} \times 27 = 0,54 \text{ Вольта}$$

8) Определяем напряжение на базе:

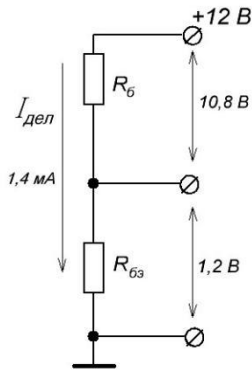
$$U_б = U_{бэ} + U_э$$

По входной характеристике транзистора определяем, что при токе базы 1,4 мА (при комнатной температуре) значение падения напряжения на базе-эмиттер  $U_{бэ} = 0,6 \text{ Вольт}$ . Как вы помните – это падение напряжения на P-N переходе.

Следовательно,  $U_{\delta} = 0,6 + 0,54 = 1,14$  Вольта, можно принять равным 1,2 В. Именно такое напряжение будет теперь находиться у нас на базе.

9) Ну а теперь, зная напряжение на базе 1,2 Вольта, мы можем рассчитать номинал самих резисторов.

Для удобства расчетов прилагаю кусочек схемы каскада:



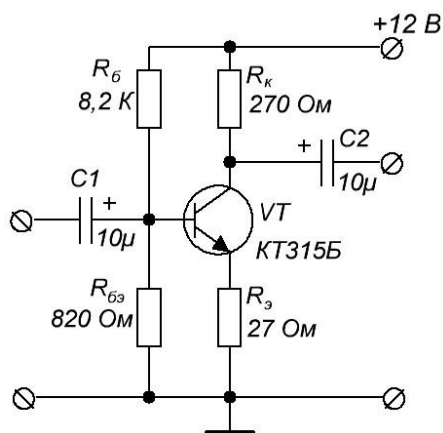
Из формулы закона Ома высчитываем значение каждого резистора.

Для удобства пусть у нас падение напряжения на  $R_{\delta}$  называется  $U_1 = 10,8$  В, а падение напряжения на  $R_{\delta\delta}$  будет  $U_2 = 1,2$  В. Используя закон Ома, находим значение сопротивлений каждого резистора.

$R_{\delta} = U_1 / I_{\text{дел}} = 10,8 / 1,4 \times 10^{-3} = 7,7$  КилоОм. Берем из ближайшего ряда 8,2 КилоОма

$R_{\delta\delta} = U_2 / I_{\text{дел}} = 1,2 / 1,4 \times 10^{-3} = 860$  Ом. Берем из ряда 820 Ом.

В результате у нас будут такие номиналы элементов на схеме:



## Приложение 1.

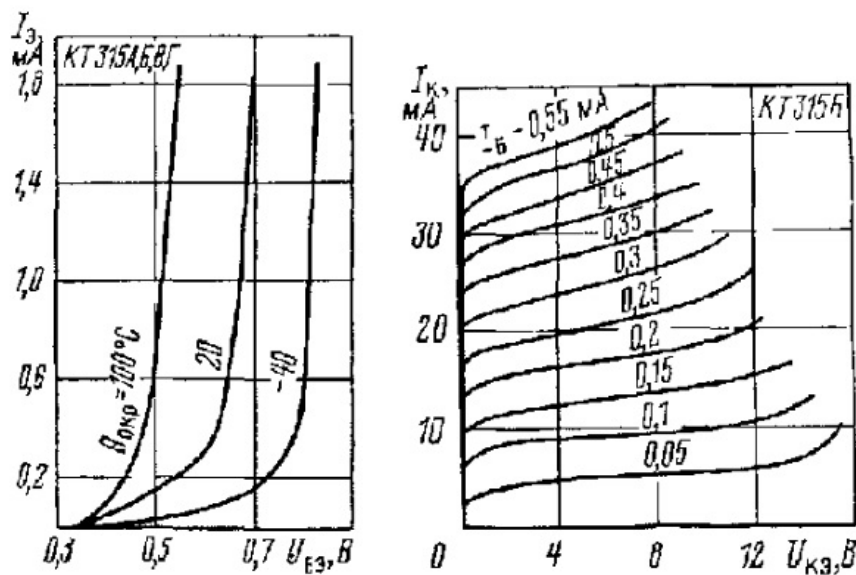


Рис. Входная и выходная характеристики транзистора КТ315Б

**Требования к отчёту по практической работе:** выполненная работа представляется преподавателю в рабочей тетради или тетради для выполнения практических работ и т.п.

**Критерии оценивания:**

- «2» - Верно решенных задач нет.
- «3» - Верное решена 1 задача
- «4» - Решено 2 задачи, допущены незначительные ошибки в расчетах
- «5» - Верно решены все задачи

### ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 11

**Тема:** Знакомство со средой разработки Arduino IDE .

**Цель практического занятия:**

- Закрепление, углубление, систематизация, обобщение теоретического материала;
- Развитие навыков самостоятельной деятельности, навыков по использованию приборов, инструментов и т.п.;
- формирование компетенций/компетентностей в соответствии с требованиями ФГОС ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 5, ОК 06.

Требования к результатам освоения учебной дисциплины в соответствии с ФГОС  
Обучающийся должен

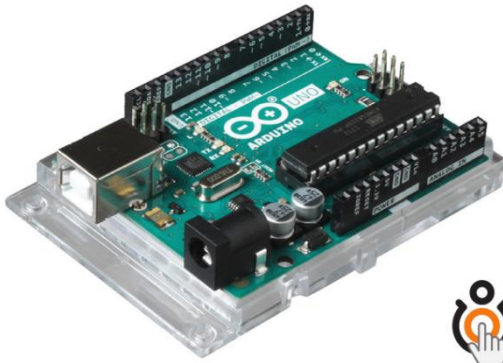
уметь: производить расчеты электрических величин, включать электротехнические приборы, аппараты, машины, управлять ими и контролировать их эффективную и безопасную работу, устранять отказы и повреждения электрооборудования.

знать: основы электромагнетизма, элементы электрических цепей,

**Время выполнения:** 2 академических часа

**Содержание работы, алгоритм выполнения:**

Arduino Uno — флагманская платформа для разработки на языке программирования C++.



– Подключение и настройка

### Шаг 1

Подключите плату к компьютеру по USB. Для коммуникации используйте [кабель USB \(A — B\)](#).

### Шаг 2

Установите и настройте интегрированную среду разработки [Arduino IDE](#).

– Пример работы

В качестве примера повторим первый эксперимент [«Маячок»](#) из набора [Матрёшка](#). На плате уже есть встроенный пользовательский светодиод **L**, подключенный к **13** пину микроконтроллера.

[blink.ino](#)

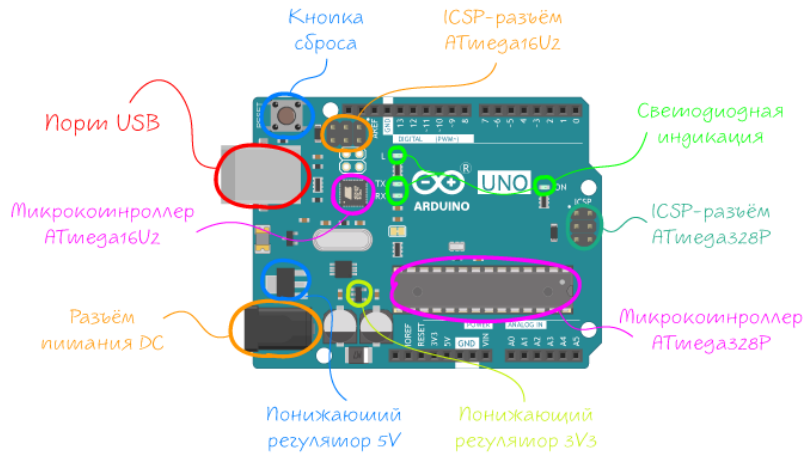
```
void setup() {
  // Устанавливаем пин светодиода в режим выхода.
  // Используем определение LED_BUILTIN,
  // которое содержит в себе пин светодиода
  pinMode(LED_BUILTIN, OUTPUT);
}

void loop() {
  // Включаем светодиод
  digitalWrite(LED_BUILTIN, HIGH);
  // Ждём пол секунды
  delay(500);
  // Выключаем светодиод
  digitalWrite(LED_BUILTIN, LOW);
  // Ждём пол секунды
  delay(1000);
}
```

После загрузки программы встроенный светодиод  начнёт мигать раз в секунду.

Это значит, всё получилось, и можно смело переходить к [другим экспериментам на Ардуино](#).

## — Элементы платы



### Микроконтроллер ATmega328P

Сердцем платформы Arduino Uno является 8-битный микроконтроллер фирмы Microchip — [ATmega328P](#) на архитектуре AVR с тактовой частотой 16 МГц. Контроллер обладает тремя видами памяти:

- 32 КБ Flash-памяти, из которых 0,5 КБ используются загрузчиком, который позволяет прошивать Uno с обычного компьютера через USB. Flash-память постоянна и её предназначение — хранение программ и сопутствующих статичных ресурсов.
- 2 КБ RAM-памяти, которые предназначены для хранения временных данных, например переменных программы. По сути, это оперативная память платформы. RAM-память энергозависимая, при выключении питания все данные сотрутся.
- 1 КБ энергонезависимой EEPROM-памяти для долговременного хранения данных, которые не стираются при выключении контроллера. По своему назначению это аналог жёсткого диска для Uno.

### Микроконтроллер ATmega16U2

Микроконтроллер [ATmega328P](#) не содержит USB интерфейса, поэтому для прошивки и коммуникации с ПК на плате присутствует дополнительный микроконтроллер [ATmega16U2](#) с прошивкой USB-UART преобразователя. При подключении к ПК Arduino Uno определяется как виртуальный COM-порт.

### Светодиодная индикация

Имя светодиода	Назначение
ON	Индикатор питания платформы.

Имя светодиода	Назначение
L	Пользовательский светодиод на <b>13</b> пине микроконтроллера. Используйте определение <b>LED_BUILTIN</b> для работы со светодиодом. При задании значения высокого уровня светодиод включается, при низком – выключается.
RX и TX	Мигают при прошивке и обмене данными между Uno и компьютером. А также при использовании пинов <b>0</b> и <b>1</b> .

### Порт USB Type-B

Разъём USB Type-B предназначен для прошивки и питания платформы Arduino. Для подключения к ПК понадобится [кабель USB \(A — B\)](#).

### Разъём питания DC

Коннектор DC Barrel Jack для подключения внешнего источника напряжения в диапазоне от 7 до 12 вольт.

### Понижающий регулятор 5V

Понижающий линейный преобразователь [NCP1117ST50T3G](#) обеспечивает питание микроконтроллера и другой логики платы при подключении питания через [разъём питания DC](#) или пин Vin. Диапазон входного напряжения от 7 до 12 вольт. Выходное напряжение 5 В с максимальным выходным током 1 А.

### Понижающий регулятор 3V3

Понижающий линейный преобразователь [LP2985-33DBVR](#) обеспечивает напряжение на пине **3V3**. Регулятор принимает входное напряжение от линии 5 вольт и выдаёт напряжение 3,3 В с максимальным выходным током 150 мА.

### Кнопка сброса

Кнопка предназначена для ручного сброса прошивки — аналог кнопки **RESET** обычного компьютера.

### ICSP-разъём ATmega328P

ICSP-разъём выполняет две полезные функции:

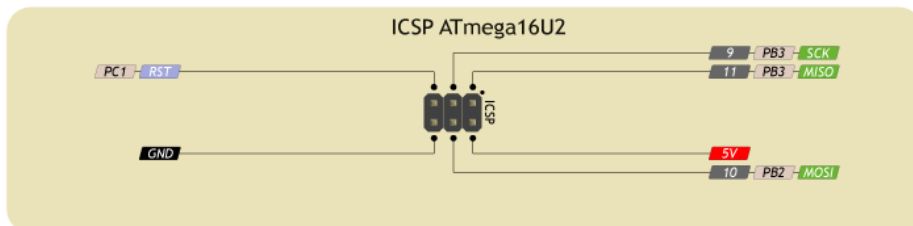
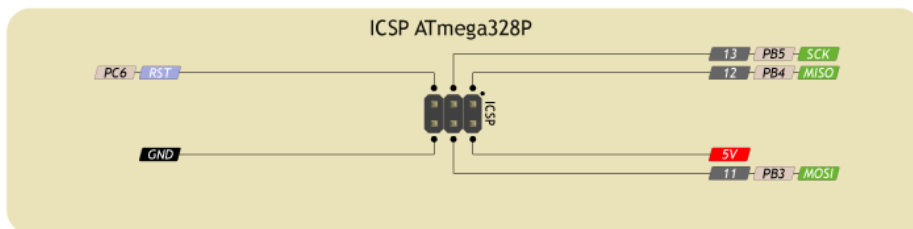
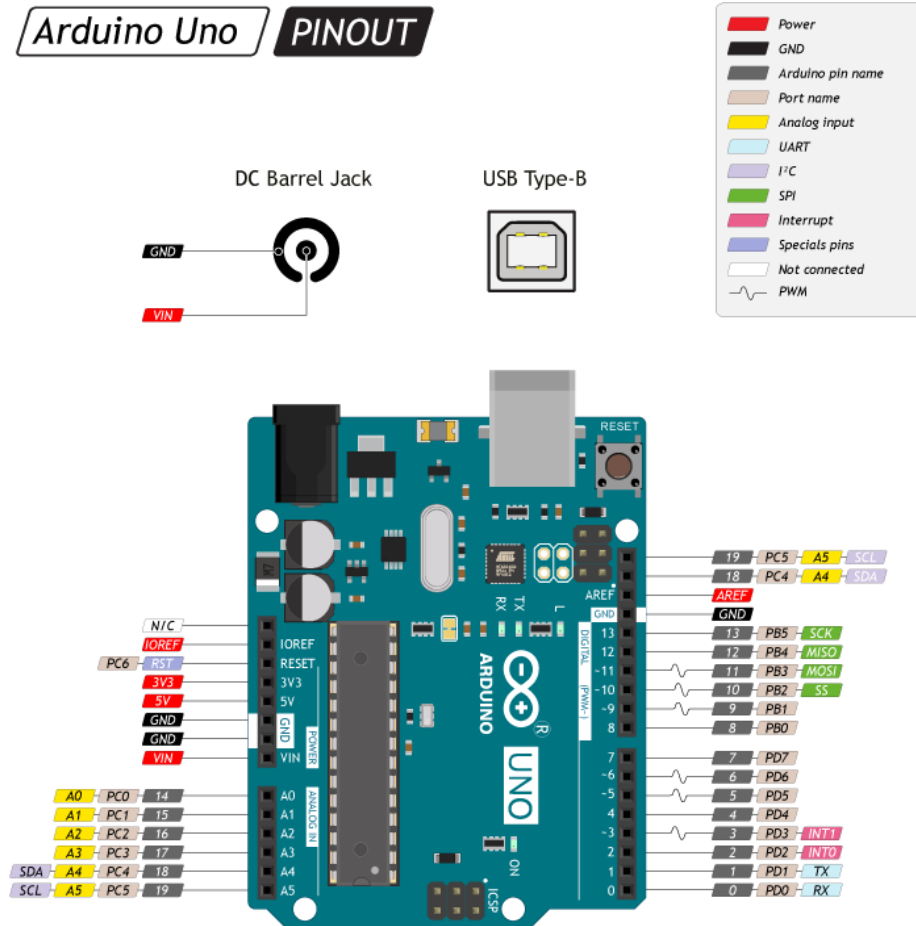
1. Используется для передачи сигнальных пинов интерфейса SPI при подключении [Arduino Shield](#)’ов или других [плат расширения](#). Линии ICSP-разъёма также продублированы на цифровых пинах **SS/10**, **MOSI/11**, **MISO/12** и **SCK/13**.
2. Предназначен для загрузки прошивки в микроконтроллер [ATmega328P](#) через внешний программатор. Одна из таких прошивок — Bootloader для Arduino Uno, который позволяет [прошивать платформу по USB](#).

А подробности распиновки [читайте в соответствующем разделе](#).

## ICSP-разъём ATmega16U2

ICSP-разъём предназначен для программирования микроконтроллера [ATmega16U2](#). А подробности распиновки [читайте в соответствующем разделе](#).

### — Распиновка



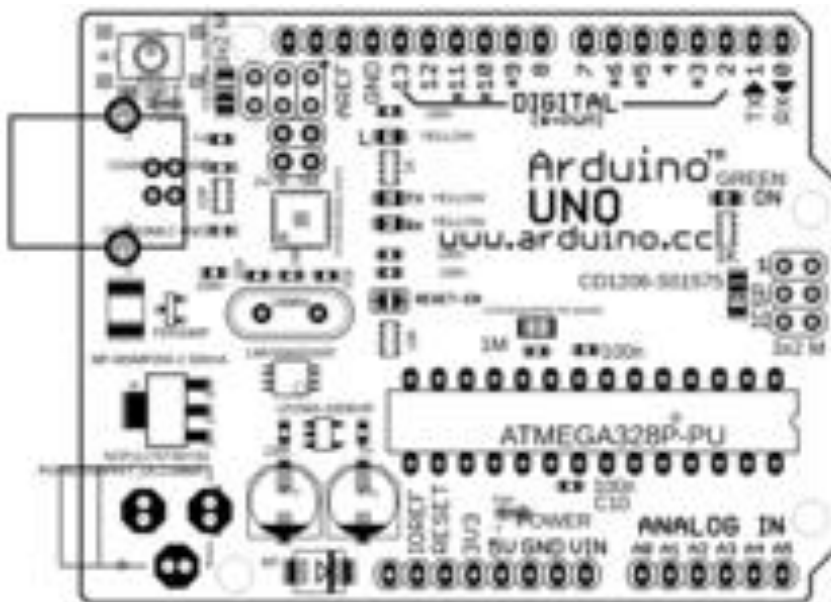
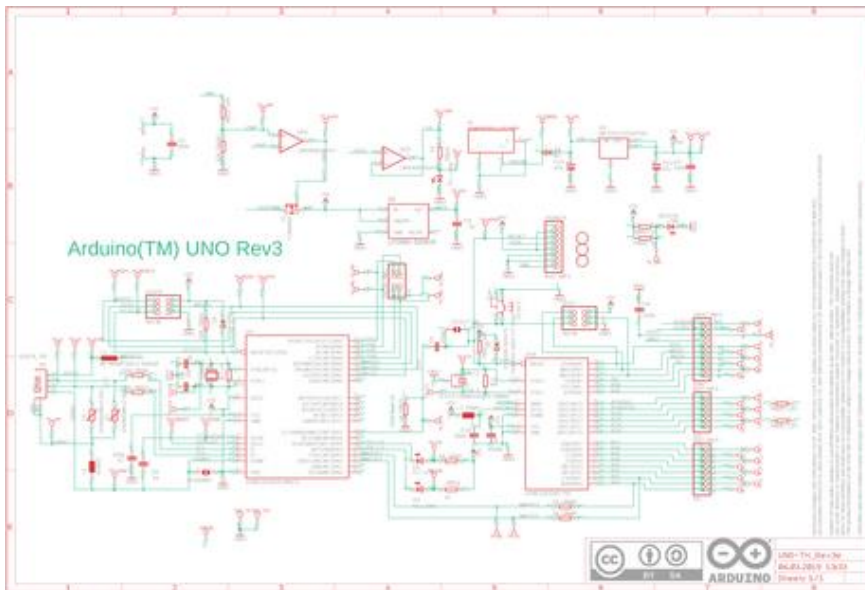
### Пины питания

- **VIN:** Входной пин для подключения внешнего источника напряжения в диапазоне от 7 до 12 вольт.
- **5V:** Выходной пин от [стабилизатора напряжения](#) с выходом 5 вольт и максимальным током 1 А. Регулятор обеспечивает питание микроконтроллера и другой обвязки платы.
- **3V3:** Выходной пин от [стабилизатора напряжения](#) с выходом 3,3 вольта и максимальным током 150 мА.
- **IOREF:** Вывод предоставляет [платам расширения](#) информацию о рабочем напряжении микроконтроллера. В нашем случае рабочее напряжение платформы 5 вольт.
- **AREF:** Пин для подключения внешнего опорного напряжения АЦП относительно которого происходят аналоговые измерения при использовании функции [analogReference\(\)](#) с параметром «EXTERNAL».
- **GND:** Выводы земли.

### Порты ввода/вывода

- **Пины общего назначения:** 20 пинов: **0–19**  
Логический уровень единицы — 5 В, нуля — 0 В. К контактам подключены подтягивающие резисторы, которые по умолчанию выключены, но могут быть включены программно.
- **АЦП:** 6 пинов: **14–19 / A0–A5**  
Позволяет представить аналоговое напряжение в виде цифровом виде. Разрядность АЦП не меняется и установлена в 10 бит. Диапазон входного напряжения от 0 до 5 В, при подаче большего напряжения микроконтроллер может выйти из строя.
- **ШИМ:** 6 пинов: **3, 5, 6 и 9–11**  
Позволяет выводить аналоговое напряжение в виде ШИМ-сигнала из цифровых значений. Разрядность ШИМ не меняется и установлена в 8 бит.
- **I<sup>2</sup>C** Для общения контроллера с [платами расширения](#) и [сенсорами](#) по интерфейсу I<sup>2</sup>C.
  - I<sup>2</sup>C: пины **SDA/18/A4** и **SCL0/19/A5**
- **SPI** Для общения контроллера с [платами расширения](#) и [сенсорами](#) по интерфейсу SPI.
  - SPI: пины **MOSI/11**, **MISO/12** и **SCK/13**
- **Serial/UART** Для общения контроллера с [платами расширения](#) и [сенсорами](#) по интерфейсу UART.
  - **Serial:** пины **TX1/1** и **RX1/0**. Контакты также соединены с соответствующими выводами сопроцессора [ATmega16U2](#) для общения платы по USB. Во время прошивки и отладки программы через ПК, не используйте эти пины в своём проекте.

– 5. Принципиальная и монтажная схемы



#### 4.2. Задания для промежуточной аттестации

##### ПЕРЕЧЕНЬ

вопросов для подготовки к экзамену по учебной дисциплине  
ОП.03 Электротехника и электроника

1. Конденсатор и его свойства. Емкость конденсатора.
2. Электрический ток в проводниках.
3. Электрическое сопротивление и проводимость.
4. Закон Ома для участка цепи и полной цепи.
5. Работа и мощность при прохождении электрического тока. Закон Джоуля-Ленца.
6. Законы Кирхгофа.
7. Магнитное поле. Силовые линии. Правило буравчика.
8. Магнитная индукция и магнитный поток.
9. Напряженность магнитного поля. Магнитная проницаемость.

10. Сила, действующая на проводник с током в магнитном поле. Правило левой руки.
11. Ферро-магнитные материалы и их свойства. Гистерезис.
12. Закон электромагнитной индукции для одиночного контура.
13. Закон электромагнитной индукции для катушки.
14. Закон электромагнитной индукции для прямолинейного проводника. Правило правой руки.
15. Явление и ЭДС самоиндукции.
16. Устройство и принцип действия генератора постоянного тока.
17. Переменный ток. Устройство и принцип действия генератора переменного тока.
18. Основные характеристики синусоидального тока: мгновенное и амплитудное значения, период, частота, фаза, начальная фаза, угловая частота.
19. Действующее значение переменного тока и его связь с амплитудным значением.
20. Активная нагрузка в цепи переменного тока. Векторная диаграмма. Активное сопротивление. Закон Ома. Активная мощность.
21. Катушка индуктивности в цепи переменного тока. Векторная диаграмма. Индуктивное реактивное сопротивление. Закон Ома. Индуктивная реактивная мощность.
22. Конденсатор в цепи переменного тока. Векторная диаграмма. Емкостное реактивное сопротивление. Закон Ома. Емкостная реактивная мощность.
23. Цепь переменного тока с последовательным соединением  $R$ ,  $L$ ,  $C$ . Векторная диаграмма. Полное сопротивление. Закон Ома. Резонанс напряжений.
24. Цепь переменного тока с параллельным соединением  $R$ ,  $L$ ,  $C$ . Векторная диаграмма. Полная проводимость. Закон Ома. Резонанс токов.
25. Получение трехфазной ЭДС. Симметричная система векторов.
26. Соединение звездой. Четырехпроводная цепь. Фазные и линейные напряжения и токи и их связь между собой.
27. Соединение звездой. Назначение нулевого провода. Трехпроводная цепь.
28. Соединение треугольником. Фазные и линейные напряжения и токи и их связь между собой.
29. Методы измерений сопротивлений.
30. Электроизмерения. Электроизмерительные приборы. Погрешности измерений. Класс точности приборов.

#### Список рекомендуемой литературы:

1. Славинский, А.К. Электротехника с основами электроники: учебное пособие. – Москва: ИД «ФОРУМ»: ИНФРА-М, 2009. – 448 с. – ISBN: 978-5-8199-0360-5.
2. Каракаев, А.Б. Общая электротехника и электроника: учебное пособие / А.Б. Каракаев, А.В. Луканин. – СПб.: Издательство ГУМРФ им. адм. С.О. Макарова, 2018. – 196 с. – URL: <https://edu.gumrf.ru/elektronnaya-biblioteka-metodicheskikh-materialov/elektronnaya-biblioteka/element/view/38917/> - Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.
3. Аполлонский, С. М., Электротехника. Практикум: учебное пособие / С. М. Аполлонский. — Москва: КноРус, 2022. — 318 с. — URL: <https://book.ru/book/943944> - Режим доступа: по подписке.
4. Потапов, Л. А. Теоретические основы электротехники. Сборник задач : учебник для среднего профессионального образования / Л. А. Потапов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 245 с. — (Профессиональное образование). — URL: <https://web5.urait.ru/bcode/598902> - Режим доступа: по подписке.