

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
**«Чувашский государственный аграрный университет»**  
**(ФГБОУ ВО Чувашский ГАУ)**

Кафедра механизации, электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной и  
научной работе



Л.М. Корнилова

31 августа 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.Б.18 ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА**

**Укрупненная группа направлений подготовки**  
**20.00.00 Техносферная безопасность и природообустройство**

**Направление подготовки**  
**20.03.01 Техносферная безопасность**

**Направленность (профиль)**  
**Безопасность технологических процессов и производств**

**Квалификация (степень) выпускника Бакалавр**

**Форма обучения – очная, заочная**

Чебоксары, 2020

При разработке рабочей программы дисциплины в основу положены:

- 1) ФГОС ВО по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность, утвержденный МОН РФ 21 марта 2016 г. № 246
- 2) Учебный план направления подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность направленности (профиля) Безопасность технологических процессов и производств, одобренный Ученым советом ФГБОУ ВО Чувашская ГСХА, протокол № 10 от 19.04.2017 г.
- 3) Учебный план направления подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность направленности (профиля) Безопасность технологических процессов и производств, одобренный Ученым советом ФГБОУ ВО Чувашская ГСХА, протокол № 11 от 18.06.2018 г.
- 4) Учебный план направления подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность направленности (профиля) Безопасность технологических процессов и производств, одобренный Ученым советом ФГБОУ ВО Чувашская ГСХА, протокол № 11 от 20.05.2019 г.
- 5) Учебный план направления подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность направленности (профиля) Безопасность технологических процессов и производств, одобренный Ученым советом ФГБОУ ВО Чувашская ГСХА, протокол № 12 от 20.04.2020 г.
- 6) Учебный план направления подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность направленности (профиля) Безопасность технологических процессов и производств, одобренный Ученым советом ФГБОУ ВО Чувашский ГАУ, протокол № 18 от 28.08.2020 г.

Рабочая программа дисциплины актуализирована на основании приказа от 14.07.2020 г. № 98-о и решения Ученого совета ФГБОУ ВО Чувашский ГАУ (протокол № 18 от 28 августа 2020 г.) в связи с изменением наименования с федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Чувашская государственная сельскохозяйственная академия» (ФГБОУ ВО Чувашская ГСХА) на федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Чувашский государственный аграрный университет» (ФГБОУ ВО Чувашский ГАУ).

В рабочую программу дисциплины внесены соответствующие изменения: в преамбуле и по тексту слова «Чувашская государственная сельскохозяйственная академия» заменены словами «Чувашский государственный аграрный университет», слова «Чувашская ГСХА» заменены словами «Чувашский ГАУ», слово «Академия» заменено словом «Университет» в соответствующем падеже.

Рабочая программа дисциплины одобрена на заседании выпускающей кафедры механизации, электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства, протокол № 1 от 31 августа 2020 г.

© Белов Е.Л., 2020

© ФГБОУ ВО Чувашский ГАУ, 2020

## ОГЛАВЛЕНИЕ

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	5
1.1. Методические указания по освоению дисциплины для студентов очной формы обучения	5
1.2. Методические указания по освоению дисциплины для студентов заочной формы обучения	6
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО	7
2.1. Примерная формулировка «входных» требований	8
2.2. Содержательно-логические связи дисциплины	8
3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	9
3.1. Перечень профессиональных (ПК) компетенций, а также перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) (знания, умения, владения), сформулированные в компетентностном формате	9
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	10
4.1. Структура дисциплины	10
4.1.1. Структура дисциплины по очной форме обучения	10
4.1.2. Структура дисциплины по заочной форме обучения	11
4.2. Матрица формируемых дисциплиной компетенций	11
4.3. Содержание разделов дисциплины	12
4.4. Лабораторный практикум	13
4.5. Практические занятия	15
4.6. Содержание самостоятельной работы и формы ее контроля по формам обучения	16
4.6.1. Содержание самостоятельной работы и формы ее контроля по очной форме обучения	16
4.6.2. Содержание самостоятельной работы и формы ее контроля по заочной форме обучения	17
5. ИНФОРМАЦИОННЫЕ И ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	17
5.1. Интерактивные образовательные технологии, используемые в аудиторных занятиях	18
6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	19
6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины	19
6.2. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности	20
6.3. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	22
6.4. Типовые контрольные задания или иные материалы, необ-	23

ходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности	
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	27
7.1. Основная литература	27
7.2. Дополнительная литература	27
7.3. Программное обеспечение и Интернет-ресурсы	27
8. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ	28
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	28
ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ	29
Приложение 1	30
Приложение 2	39
Приложение 3	49
Приложение 4	80

## 1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Целями освоения дисциплины** (модуля) «Электротехника и электроника» является теоретическая и практическая подготовка будущих бакалавров в области электротехники и электроники в такой степени, чтобы они могли выбирать необходимые электротехнические, электронные, электроизмерительные устройства, уметь их правильно эксплуатировать и составлять совместно со специалистами-электриками технические задания на разработку электрических частей различных установок и оборудования в своей профессиональной деятельности.

**Задачами дисциплины** «Электротехника и электроника» являются:

- изучение основных электротехнических законов и методов анализа электрических и магнитных цепей;
- освоение принципов действия, свойств, областей применения и потенциальных возможностей электрических машин;
- изучение основ электроники

### 1.1. Методические указания по освоению дисциплины для обучающихся очной формы обучения

Методика изучения курса предусматривает наряду с лекциями и лабораторно-практические занятия, организацию самостоятельной работы обучающихся, проведение консультаций, руководство докладами обучающихся для выступления на научно-практических конференциях, осуществление текущего и промежуточного контроля.

Система знаний по дисциплине «Электротехника и электроника» формируется в ходе аудиторных и внеаудиторных (самостоятельных) занятий. Используя лекционный материал, учебники и учебные пособия, дополнительную литературу, проявляя творческий подход, обучающийся готовится к лабораторно-практическим занятиям, рассматривая их как источник пополнения, углубления и систематизации своих теоретических знаний и практических навыков. Для освоения дисциплины обучающимся необходимо:

1. Посещать лекции, на которых в сжатом и систематизированном виде излагаются основы дисциплины: даются основные понятия и определения, которые должны знать обучающиеся; раскрываются теоретические основы по типуажу и эксплуатации технологического оборудования предприятий технического сервиса для решения задач профессиональной деятельности. Обучающемуся важно понять, что лекция есть своеобразная творческая форма самостоятельной работы. Надо пытаться стать активным соучастником лекции: думать, сравнивать известное с вновь получаемыми знаниями, войти в логику изложения материала лектором, следить за ходом его мыслей, за его аргументацией, находить в ней кажущиеся вам слабости. Во время лекции можно задать лектору вопросы, желательно в письменной форме, чтобы не мешать и не нарушать логики проведения лекции. Слушая лекцию, следует зафиксировать основные идеи, положения, обобщения и выводы. Работа над записями лекции завершается дома. На свежую голову (пока лекция еще в памяти) надо уточнить то, что записано, обогатить запись тем, что не удалось зафиксировать в ходе лекции, записать в виде вопросов то, что надо прояснить, до конца понять. Важно соотнести материал лекции с темой учебной программы и установить, какие ее вопросы нашли освещение в прослушанной лекции. Тогда полезно обращаться и к учебнику. Лекция и учебник не заменяют, а дополняют друг друга.

2. Посещать лабораторно-практические занятия, к которым следует готовиться и активно на них работать. Задание к практическим занятиям выдает преподаватель. Задание включает в себя цели и задачи практического занятия. В процессе занятия преподаватель поясняет теоретические положения практического занятия, организует его выполнение, прививает навыки выполнения его элементов, поясняя тонкости выполнения задания, выявляет характерные ошибки и комментирует их последствия, помогает формировать

выводы по проделанной работе и принимает отчеты по проделанной работе. Во время практических занятий разбираются задания, выданные для самостоятельной работы, заслушиваются реферативные выступления. Обучающиеся, пропустившие занятие, или не подготовившиеся к нему, приглашаются или направляются на отработку неусвоенного материала. При необходимости для них организуются дополнительные консультации.

3. Систематически заниматься самостоятельной работой, которая включает в себя изучение нормативных документов, материалов учебников и статей технической литературы, интернет источников, подготовку и написание рефератов. Задания на самостоятельную работу выдаются преподавателем.

4. Под руководством преподавателя заниматься научно-исследовательской работой, что предполагает выступления с докладами на научно-практических конференциях и публикацию тезисов и статей по их результатам.

5. При возникающих затруднениях при освоении дисциплины, для неуспевающих обучающихся и обучающихся, пропустивших занятия, проводятся ежедневные консультации, на которые приглашаются неуспевающие обучающиеся, а также обучающиеся, испытывающие потребность в помощи преподавателя при изучении дисциплины.

## **1.2. Методические указания по освоению дисциплины для обучающихся заочной формы обучения**

Спецификой заочной формы обучения является преобладающее количество часов самостоятельной работы по сравнению с аудиторными занятиями, поэтому методика изучения дисциплины предусматривает наряду с лекциями и лабораторно-практическими занятиями, организацию самостоятельной работы обучающихся, проведение консультаций, руководство докладами обучающихся для выступления на научно-практических конференциях, осуществление текущего и промежуточного контроля. Учебный процесс для обучающихся заочной формы обучения строится иначе, чем для обучающихся очно. В связи с уменьшением количества аудиторных занятий (в соответствии с рабочим учебным планом) доля самостоятельной работы значительно увеличивается. Преподаватель в процессе аудиторных занятий освещает основные ключевые темы дисциплины и обращает внимание обучающихся на то, что они должны вспомнить из ранее полученных знаний. Обучающиеся должны обладать навыками работы с учебной и справочной литературой и другими информационными источниками (сборниками трудов научно-практических конференций по направлению подготовки, материалами научных исследований, публикациями из технических журналов, научными работами, опубликованными в специальных изданиях и т.п.) в том числе, интернет-сайтами, а также владеть основными методами, техникой и технологией сбора и обработки информации.

Самостоятельная работа обучающихся заочной формы обучения должна начинаться с ознакомления с рабочей программой дисциплины, в которой перечислены основная и дополнительная литература, учебно-методические задания необходимые для изучения дисциплины и работы на практических занятиях. В рабочей программе дисциплины имеется специальный раздел (приложение 3. Методические указания к самостоятельной работе обучающихся). Методические указания включают в себя задания самостоятельной работы для закрепления и систематизации знаний, задания самостоятельной работы для формирования умений и задания для самостоятельного контроля знаний. Задания для закрепления и систематизации знаний включают в себя перечень тем докладов и рефератов, а также рекомендации по его подготовки и защиты. Задания для формирования умений содержат ситуационные задачи по дисциплине. Задания для самостоятельного контроля знаний позволят закрепить пройденный материал и сформировать навыки формулирования кратких ответов на поставленные вопросы. Задания включают вопросы для самоконтроля и тесты для оценки уровня освоения материала теоретического курса. Для удобства работы с материалом, все задания разбиты по темам дисциплины.

Изучение каждой темы следует начинать с внимательного ознакомления с набором вопросов. Они ориентируют обучающегося, показывают, что он должен знать по данной теме. Следует иметь в виду, что учебник или учебное пособие имеет свою логику построения: одни авторы более широко, а другие более узко рассматривают ту или иную проблему. При изучении любой темы рабочей программы следует постоянно отмечать, какие вопросы (пусть в иной логической последовательности) рассмотрены в данной главе учебника, учебного пособия, а какие опущены. По завершении работы над учебником должна быть ясность в том, какие темы, вопросы программы учебной дисциплины вы уже изучили, а какие предстоит изучить по другим источникам. В случае возникших затруднений в понимании учебного материала следует обратиться к другим источникам, где изложение может оказаться более доступным. Понимание и усвоение содержания дисциплины невозможно без четкого знания основных терминов и понятий, используемых в данной дисциплине по каждой конкретной теме. Для этого обучающийся должен использовать определения новых терминов, которые давались на лекции, а также в рекомендованных учебных и информационных материалах. Современные средства связи позволяют строить взаимоотношения с преподавателем и во время самостоятельной работы с помощью интернет видео связи, а не только во время аудиторных занятий и консультаций. Для продуктивного общения студенту необходимо владеть навыками логичного, последовательного и понятного изложения своего вопроса. Желательно, чтобы студент заранее написал электронное письмо, в котором перечислил интересующие его вопросы или вопросы, изучение которых представляется ему затруднительным. Это даст возможность преподавателю оперативно ответить студенту по интернет связи и более качественно подготовиться к последующим занятиям. Необходимо отметить, что самостоятельная работа с литературой и интернет источниками не только полезна как средство более глубокого изучения любой дисциплины, но и является неотъемлемой частью будущей профессиональной деятельности выпускника - бакалавра.

## 2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Электротехника и электроника» входит в базовую часть цикла дисциплин ОПОП бакалавриата (Б1.Б.18). Дисциплина изучается студентами очной формы обучения на 4 семестре, на 2 курсе – студентами заочной формы обучения.

### 2.1 Примерная формулировка «входных» требований

Освоение дисциплины «Электротехника и электроника» предполагает наличие у студентов знаний и навыков по следующим дисциплинам.

Математика: линейная алгебра, теория функций комплексного переменного, дифференциальное и интегральное исчисление, дифференциальные уравнения.

Физика: механика (вращательное движение), электричество и магнетизм.

Информационные технологии: простейшие навыки работы на компьютере и в сети Интернет, умение использовать прикладное программное обеспечение, в частности: пакеты универсальных математических программ, текстовый процессор и редактор формул (для оформления отчетов).

Минимальные требования к «входным» знаниям, необходимым для успешного усвоения данной дисциплины:

Удовлетворительное усвоение программ по указанным выше разделам математики, физики и информатики, владение персональным компьютером на уровне уверенного пользователя.

Дисциплины, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее:

- Производственная безопасность;
- Пожарная безопасность;
- Защита в чрезвычайных ситуациях.

## 2.2. Содержательно-логические связи дисциплины (модуля)

Код дисциплины (модуля)	Содержательно-логические связи	
	коды и название учебных дисциплин (модулей), практик	
	на которые опирается содержание данной учебной дисциплины (модуля)	для которых содержание данной учебной дисциплины (модуля) выступает опорой
<b>Б1.Б.18</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Б1.Б.08 Информатика</li> <li>• Б1.Б.12 Ноксология</li> <li>• Б1.Б.15 Механика</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Б1.Б.19 Метрология, стандартизация и сертификация</li> <li>• Б1.Б.22 Надежность технических систем и техногенный риск</li> <li>• Б1.В.08 Информационные технологии</li> <li>• Б1.В.10 Введение в техносферу</li> <li>• Б1.В.14 Производственная санитария и гигиена труда</li> <li>• Б1.В.ДВ.02.01 Теория измерений</li> <li>• Б1.В.ДВ.02.02 Профессиональные компьютерные программы</li> <li>• Б1.В.ДВ.03.01 Рациональное природопользование</li> <li>• Б1.В.ДВ.03.02 Геоинформационные системы в техносферной безопасности</li> <li>• Б1.В.ДВ.04.01 Технологические процессы и производства пищевой промышленности</li> <li>• Б1.В.ДВ.04.02 Вентиляция, отопление и кондиционирование воздуха на предприятии</li> <li>• Б2.В.01(У) Учебная практика (практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности)</li> <li>• Б2.В.02(П) Производственная практика (практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности)</li> <li>• Б2.В.03(П) Производственная практика (технологическая практика)</li> <li>• Б2.В.06(П) Преддипломная практика</li> <li>• Б3.Б.02(Д) Подготовка к процедуре защиты и процедура защиты выпускной квалификационной работы</li> </ul>

### 3 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

3.1 Перечень профессиональных (ПК) компетенций, а также перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) (знания, умения, владения), сформулированные в компетентностном формате

Номер/ индекс компе- тенции	Содержание компетенции (или ее части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
		Знать	Уметь	Владеть
ОПК-1	способностью учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области обеспечения техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности	современные тенденции развития техники и технологий в области обеспечения техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности	учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области обеспечения техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности	способностью учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области обеспечения техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности
ПК-4	способностью использовать методы расчетов элементов технологического оборудования по критериям работоспособности и надежности	методы расчета элементов технологического оборудования по критериям работоспособности и надежности	использовать методы расчетов элементов технологического оборудования по критериям работоспособности и надежности	способностью использовать методы расчетов элементов технологического оборудования по критериям работоспособности и надежности
ПК-6	способностью принимать участие в установке (монтаже), эксплуатации средств защиты	правила установки (монтаже), эксплуатации средств защиты	принимать участие в установке (монтаже), эксплуатации средств защиты	способностью принимать участие в установке (монтаже), эксплуатации средств защиты
ПК-7	способностью организовывать и проводить техническое обслуживание, ремонт, консервацию и хранение средств защиты, контролировать состояние используемых средств защиты, принимать решения по замене (регенерации) средства защиты	техническое обслуживание, ремонт, консервацию и хранение средств защиты, контролировать состояние используемых средств защиты, принимать решения по замене (регенерации) средства защиты	организовывать и проводить техническое обслуживание, ремонт, консервацию и хранение средств защиты, контролировать состояние используемых средств защиты, принимать решения по замене (регенерации) средства защиты	Способностью организовывать и проводить техническое обслуживание, ремонт, консервацию и хранение средств защиты, контролировать состояние используемых средств защиты, принимать решения по замене (регенерации) средства защиты

В результате освоения дисциплины студент должен знать:

Основы теории электрических и магнитных цепей и электромагнитного поля; методы измерения электрических и магнитных величин, принципы работы основных электрических машин и аппаратов, их рабочие и пусковые характеристики; параметры современных полупроводниковых устройств, усилителей, генераторов, вторичных источников питания, цифровых преобразователей; основные правила безопасной работы с электрооборудованием.

В результате освоения дисциплины студент должен уметь:

Читать электрические и электронные схемы; производить измерения основных электрических и неэлектрических величин, связанных с профилем своей инженерной деятельности; грамотно применять в своей работе электротехнические и электронные устройства и приборы, первичные преобразователи, управляющие микропроцессоры и микроконтроллеры; выбирать электрооборудование и рассчитать режимы его работы.

В результате освоения дисциплины студент должен владеть навыками:

Методами расчета электрических цепей и магнитных цепей, систем электропривода и электронных устройств; методами практического использования электротехнических, электронных приборов, аппаратов и машин, управления ими и контроля за их эффективной и безопасной работой; принципами работы современных электротехнических и электронных устройств и микропроцессорных систем.

## 4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

### 4.1 Структура дисциплины

#### 4.1.1 Структура дисциплины по очной форме обучения

№ п/п	Семестр	Недели семестра	Раздел дисциплины (модуля), темы раздела	Виды учебной работы, включая СРС и трудоемкость (в часах)					Форма: -текущего контроля успеваемости, СРС (по неделям семестра); -промежуточной аттестации (по семестрам)
				всего	лекция	лаб. занятия	практич. зан.	СРС и контроль	
1.	4	1-8	Раздел 1. Электрические цепи.	38	12	10	4	12	тесты, отчет по ЛР
		1	1.1. Электрические цепи постоянного тока	18	6	4	2	6	
		6	1.2. Электрические цепи синусоидального тока	20	6	6	2	6	
2.	4	9-12	Раздел 2. Магнитные цепи; трансформаторы и электрические машины	42	14	8	6	14	тесты, отчет по ЛР
		9	2.1. Магнитные цепи	12	4	2	2	4	
		10	2.2. Трансформаторы	12	4	2	2	4	
		12	2.3. Электрические машины	16	6	2	2	6	
3.	4	13-18	Раздел 3. Основы электроники; цифровая электроника и электрические измерения	28	10	2	6	10	отчет по ЛР
		13	3.1. Основы электроники	12	4	2	2	4	
		16	3.2. Цифровая электроника	6	2		2	2	
		18	3.3. Электрические измерения	10	4		2	4	
Итого				108	36	18	18	36	Зачет с оценкой

#### 4.1.2 Структура дисциплины по заочной форме обучения

№ п/п	Курс	Недели семестра	Раздел дисциплины (модуля), темы раздела	Виды учебной работы, включая СРС и трудоемкость (в часах)					Форма: -текущего контроля успеваемости, СРС (по неделям семестра); -промежуточной аттестации (по семестрам)
				всего	лекция	лаб. занятия	Практик.	СРС	
1.	2	38	Раздел 1. Электрические цепи.	34	4			30	тесты, отчет по ЛР
		18	1.1. Электрические цепи постоянного тока	18	2	2		14	
		20	1.2. Электрические цепи синусоидального тока	20	2	2		16	
2.	2	42	Раздел 2. Магнитные цепи; трансформаторы и электрические машины	38				34	тесты, отчет по ЛР
		12	2.1. Магнитные цепи	12			2	10	
		12	2.2. Трансформаторы	12				12	
		16	2.3. Электрические машины	14			2	12	
3.	2	28	Раздел 3. Основы электроники; цифровая электроника и электрические измерения	28	2			26	отчет по ЛР
		12	3.1. Основы электроники	12	2			10	
		6	3.2. Цифровая электроника	6				6	
		10	3.3. Электрические измерения	10				10	
			Контроль	4					
Итого				108	6	4	4	90	Зачет с оценкой

#### 4.2 Матрица формируемых дисциплиной компетенций

Разделы и темы дисциплины	Компетенции (вместо цифр – шифр и номер компетенции из ФГОС ВО)				
	ОПК-1	ПК-4	ПК-6	ПК-7	общее количество компетенций
1.Электрические цепи	+	+	+	+	4
1.1. Электрические цепи постоянного тока	+	+	+	+	4
1.2. Электрические цепи синусоидального тока	+	+	+	+	4
2. Магнитные цепи; трансформаторы и электрические машины	+	+	+	+	4
2.1. Магнитные цепи	+	+	+	+	4
2.2. Трансформаторы	+	+	+	+	4
2.3.Электрические машины	+	+	+	+	4
3. Основы электроники; цифровая электроника и электрические измерения	+	+	+	+	4
3.1. Основы электроники	+	+	+	+	4
3.2. Цифровая электроника	+	+	+	+	4
3.3. Электрические измерения	+	+	+	+	4
Итого					4

### 4.3 Содержание разделов дисциплины (модуля)

Разделы дисциплины и их содержание	Результаты обучения
<b>1. Электрические цепи</b>	
<p>1.1. Электрические цепи постоянного тока Введение. Элементы электрических цепей - источники тока и напряжения, индуктивность, ёмкость, сопротивление. Закон Ома и законы Кирхгофа. Режимы работы электрической цепи. Потенциальная диаграмма. Неразветвленные и разветвленные линейные электрические цепи. Методы расчета и анализа электрических цепей.</p>	<p><i>Знание:</i> понятий электрических цепей - источники тока и напряжения, индуктивность, ёмкость, сопротивление. Основные законы электротехники <i>Умения:</i> применять полученные сведения в практических ситуациях <i>Владение:</i> методами расчета и анализа электрических цепей.</p>
<p>1.2. Электрические цепи синусоидального тока Анализ и расчет линейных цепей переменного тока; Общие сведения о переменном однофазном токе. Получение синусоидальной ЭДС. Действующие и средние значения электрических величин. Способы изображения синусоидальных величин. Векторные диаграммы. Элементы и параметры электрических цепей синусоидального тока. Электрическая цепь с последовательным соединением R, L, C. Мощность цепи синусоидального тока. Резонанс напряжений. Электрическая цепь с параллельным соединением R, L, C. Резонанс токов. Повышение коэффициента мощности. Комплексный метод расчета. Получение трехфазной системы ЭДС. Соединение обмоток генератора и фаз приемника звездой. Соединение обмоток генератора и фаз приемника треугольником. Напряжение между нейтральными точками генератора и приемника. Трехфазная цепь с несимметричным приемником. Мощность трехфазной системы.</p>	<p><i>Знание:</i> Об общих сведений о переменном однофазном токе. Действующие и средние значения электрических величин. Векторные диаграммы. Элементы и параметры электрических цепей синусоидального тока. Электрическая цепь с последовательным соединением R, L, C. <i>Умения:</i> Анализ и расчет линейных цепей переменного тока. Получение синусоидальной ЭДС. Способы изображения синусоидальных величин. <i>Владение:</i> методами расчета и анализа электрических цепей переменного тока. Соединением обмоток генератора и фаз приемника звездой и треугольником</p>
<b>2. Магнитные цепи; трансформаторы и электрические машины</b>	
<p>2.1. Магнитные цепи Магнитные цепи. Неразветвленная однородная и неоднородная магнитные цепи. Анализ и расчет разветвленной магнитной цепи. Магнитные цепи с постоянным магнитом.</p>	<p><i>Знание:</i> Магнитные цепи. Неразветвленная однородная и неоднородная магнитные цепи. Магнитные цепи с постоянным магнитом. <i>Умения:</i> Анализировать разветвленную магнитную цепь. <i>Владение:</i> Расчетом разветвленной магнитной цепи.</p>
<p>2.2. Трансформаторы Назначение трансформаторов. Устройство и принцип действия трансформатора. Уравнения и схемы замещения трансформатора. Экспериментальное определение параметров схемы замещения трансформатора. Нагрузочный режим. КПД трансформатора. Трехфазные трансформаторы. Трансформаторы специального назначения. Автотрансформатор.</p>	<p><i>Знание:</i> Сведения о назначении трансформаторов. Устройство и принцип действия трансформатора. Уравнения и схемы замещения трансформатора. Нагрузочный режим. КПД трансформатора. Трехфазные трансформаторы. Трансформаторы специального назначения. Автотрансформатор. <i>Умения:</i> Экспериментальное определение параметров схемы замещения трансформатора. <i>Владение:</i> навыками расчета и подбора различных трансформаторов</p>

<p>2.3. Электрические машины. Назначение и классификация электрических машин. Принцип действия и устройство коллекторных машин. Преобразование энергии в электрических машинах. Принцип действия и устройство электрических машин переменного тока. Генераторы постоянного тока. Синхронные генераторы. Общая характеристика электрических двигателей. Двигатели постоянного тока. Асинхронные двигатели. Синхронные двигатели.</p>	<p><i>Знание:</i> Назначение и классификация электрических машин. Принцип действия и устройство коллекторных машин. Преобразование энергии в электрических машинах. Принцип действия и устройство электрических машин переменного тока. Генераторы постоянного тока. Синхронные генераторы. Общая характеристика электрических двигателей. Двигатели постоянного тока. Асинхронные двигатели. Синхронные двигатели. <i>Умения:</i> применять полученные сведения в практических ситуациях <i>Владение:</i> навыками практического подбора и подключения различных электродвигателей</p>
<p><b>3. Основы электроники; цифровая электроника и электрические измерения</b></p>	
<p>3.1. Основы электроники Физические основы работы полупроводниковых приборов. Полупроводниковые диоды. Транзисторы. Тиристоры. Интегральные микросхемы. Операционные усилители. Приборы и устройства индикации. Выпрямители. Стабилизаторы. Усилители. Электронные генераторы.</p>	<p><i>Знание:</i> Общие сведения о физических основах работы полупроводниковых приборов; о полупроводниковых диодах; о транзисторах и др. <i>Умения:</i> применять полученные сведения в практических ситуациях <i>Владение:</i> навыками практического применения полупроводниковых приборов (элементов)</p>
<p>3.2. Цифровая электроника Основные логические операции и таблицы истинности. Элементы ИЛИ-НЕ и И-НЕ. Реализация сложных логических функций посредством логических элементов. Минимизация логических функций. Запись логических функций в универсальных базисах. Программируемые логические матрицы. Понятия "комбинационное устройство", "последовательностное устройство". Шифратор и дешифратор. Мультиплексор и демultipлексор. Цифровой компаратор. Полусумматор и сумматор. Триггеры RS- T-, D- и JK-типа. Двоичный счётчик. Десятичный счётчик. Регистр (неревверсивный, реверсивный, универсальный). Регистры (последовательные, параллельные и последовательно-параллельные). Арифметико-логическое устройство. Схемы элементов памяти. Запоминающие устройства (ОЗУ, ПЗУ).</p>	<p><i>Знание:</i> Общие сведения об основных логических операциях и таблиц истинности; об элементах ИЛИ-НЕ и И-НЕ и др. <i>Умения:</i> Реализовать сложные логические функции посредством логических элементов. Минимизировать логические функции применять полученные сведения в практических ситуациях <i>Владение:</i> навыками практического применения логических элементов</p>
<p>3.3. Электрические измерения Виды и методы электрических измерений. Классификация погрешностей. Класс точности измерительных приборов. Классификация электроизмерительных приборов. Основные системы приборов.</p>	<p><i>Знание:</i> Общие сведения о видах и методах электрических измерений. О классификации погрешностей. <i>Умения:</i> применять полученные сведения в практических ситуациях <i>Владение:</i> навыками практического применения логических элементов</p>

## 4.4 Лабораторный практикум

### 4.4.1. Методические рекомендации к лабораторным занятиям студентов очной формы обучения

Работа по подготовке к лабораторным занятиям и активное в них участие – одна из форм изучения программного материала курса «Электротехника и электроника». Она направлена на подготовку бакалавров по направлению 35.03.06 Агроинженерия, и изучаются вопросы современного состояния, направления и перспективы развития, разработке

мероприятий по их реализации. Подготовку к занятиям следует начинать с внимательного изучения соответствующих разделов учебных пособий и учебников, далее — следует изучать специальную литературу и источники, работать с таблицами, схемами. Готовясь к занятиям и принимая активное участие в их работе, студент проходит школу работы над источниками и литературой, получает навыки самостоятельной работы над письменным и устным сообщением (докладом), учится участвовать в дискуссиях, отстаивать свою точку зрения, формулировать и аргументировать выводы.

В планы лабораторных занятий включены основные вопросы общего курса. В ходе занятий возможна их конкретизация и корректировка. При подготовке сообщений и докладов следует широко использовать опубликованные источники и исследовательскую литературу. Учебники и учебные пособия студент использует по своему выбору. Каждому студенту в течение семестра следует прочитать не менее двух трудов, которые указаны в списке литературы или рекомендовано преподавателем из числа новых публикаций, составить краткий реферат и быть готовым к беседе по ним с преподавателем

*Тематика лабораторных занятий по очной форме обучения*

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час.)
1.	Электрические цепи	1) Инструктаж по технике безопасности. Цепь постоянного тока при смешанном соединении резисторов 2) Цепь синусоидального тока при последовательном соединении резистивного, индуктивного и емкостного элемента 3) Разветвленная цепь переменного тока 4) Трехфазная цепь при соединении потребителей по схеме «звезда» 5) Трехфазная цепь при соединении потребителей по схеме «треугольник»	10
2.	Магнитные цепи; трансформаторы и электрические машины	6) Экспериментальное исследование и расчет магнитной цепи при постоянном токе 7) Снятие электромеханической характеристики двигателя постоянного тока с параллельным возбуждением	4
3.	Основы электроники; цифровая электроника и электрические измерения	8) Исследование вольт-амперных характеристик нелинейных элементов 9) Исследование транзисторов	4

**4.4.2. Методические рекомендации к лабораторным занятиям студентов заочной формы обучения**

Для студентов заочной формы обучения предусмотрено всего 4 часа лабораторных занятий, в рамках которых необходимо разобрать основные вопросы курса. Форма лабораторных занятий во многом определяется его темой.

*Тематика лабораторных занятий по заочной форме обучения*

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час.)
1.	Электрические цепи	1) Цепь постоянного тока при смешанном соединении резисторов 2) Трехфазная цепь при соединении потребителей по схеме «звезда»	2 2

## 4.5 Практические занятия

### 4.5.1. Методические рекомендации к практическим занятиям студентов очной формы обучения

Работа по подготовке к практическим занятиям и активное в них участие – одна из форм изучения программного материала курса «Электротехника и электроника». Подготовку к занятиям следует начинать с внимательного изучения соответствующих разделов учебных пособий и учебников, далее — следует изучать специальную литературу и источники, работать с таблицами, схемами, написать доклад, если студент получил такое задание. Готовясь к занятиям и принимая активное участие в их работе, студент проходит школу работы над источниками и литературой, получает навыки самостоятельной работы над письменным и устным сообщением (докладом), учится участвовать в дискуссиях, отстаивать свою точку зрения, формулировать и аргументировать выводы. Форма практических занятий во многом определяется его темой. Практика показывает, что основные формы занятий следующие: беседа на основе составленного преподавателем плана (она наиболее приемлема при обсуждении одного из теоретических вопросов по проблемам темы или монографии), коллоквиум по разделу учебника или одной из монографий (коллоквиум предполагает прежде всего проверку знаний по определенной теме, источникам, разделу курса); подготовка письменного доклада студентом, его устный доклад и обсуждение его на практическом занятии.

В планы практических занятий включены основные вопросы общего курса. В ходе занятий возможна их конкретизация и корректировка. При подготовке сообщений и докладов следует широко использовать опубликованные источники и исследовательскую литературу. Учебники и учебные пособия студент использует по своему выбору. Каждому студенту в течение семестра следует прочитать не менее двух трудов, которые указаны в списке литературы или рекомендовано преподавателем из числа новых публикаций, составить краткий реферат и быть готовым к беседе по ним с преподавателем.

#### *Тематика практических занятий (семинаров) по очной форме обучения*

№ п/п	Се-местр	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудо-ем-кость(ч ас.)
1.	4	Электрические цепи	1. Параллельно-последовательное соединение сопротивлений	2
			2. Преобразование треугольника сопротивлений в эквивалентную звезду. Потенциальные диаграммы	2
			3. Законы Ома и Кирхгофа	2
			4. Расчет цепей переменного тока	2
2.	4	Магнитные цепи; трансформаторы и электрические машины	5. Расчет электрических машин	2
3.	4	Основы электроники; цифровая электроника и электрические измерения	6. Расчет светодиодов.	2
			7. Расчет параметров диодов	2
			8. Расчет параметров биполярных транзисторов	2
			9. Моделирование работы сглаживающего емкостного фильтра в цепи переменного тока	2

### 4.5.2. Методические рекомендации к практическим занятиям студентов очной формы обучения

Для студентов заочной формы обучения предусмотрено 4 часа практических занятий, в рамках которых необходимо разобрать основные вопросы курса. Форма практических занятий во многом определяется его темой. Практика показывает, что основные формы занятий следующие: беседа на основе составленного преподавателем плана (она наиболее приемлема при обсуждении одного из теоретических вопросов по про-

блемам темы), подготовка письменного доклада студентом, его устный доклад и обсуждение его на практическом занятии.

#### *Тематика практических занятий по заочной форме обучения*

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость
1.	Электрические цепи	Однофазные цепи. Действующее и среднее значения синусоидального тока, э.д.с., напряжения. Последовательные и параллельные линейные электрические цепи.	2
2.	Магнитные цепи; трансформаторы и электрические машины	Электрические машины переменного тока, конструкция, принципы работы, характеристики. Электрические машины постоянного тока, конструкция, принципы работы, характеристики.	2
<b>Итого</b>			<b>4</b>

### 4.6 Содержание самостоятельной работы и формы ее контроля

#### 4.6.1 Содержание самостоятельной работы и формы ее контроля по очной форме обучения

№ п/п	Раздел дисциплины (модуля), темы раздела	Всего часов	Содержание самостоятельной работы	Форма контроля
1.	Электрические и магнитные цепи	12	Электрическая энергия, её особенности и области применения. Закон Ома, законы Кирхгофа и их применение при постоянных токах. Электрическая энергия и мощность. Однофазные цепи. Действующее и среднее значения синусоидального тока, э.д.с., напряжения. Последовательные и параллельные линейные электрические цепи. Резонанс напряжений и резонанс токов. Активная, реактивная и полная мощности в цепях переменного тока. Коэффициент мощности. Трёхфазные цепи. Способы соединения отдельных фаз источников и приёмников. Фазные и линейные напряжения и токи. Магнитные цепи, основные характеристики. Понятия о нелинейных электрических цепях.	РГР
2.	Электромагнитные устройства и электрические машины	14	Электромеханические измерительные приборы, принципы работы. Электрические аппараты, классификация. Аппараты защиты и коммутации. Электрические светильники и нагреватели. Однофазные и трехфазные трансформаторы, устройство и принцип действия. Электрические машины переменного тока, конструкция, принципы работы, характеристики. Электрические машины постоянного тока, конструкция, принципы работы, характеристики. Универсальный двигатель. Основы электропривода.	тесты
3.	Основы электроники и электрические измерения	10	Полупроводниковые материалы и приборы. Диоды, транзисторы, тиристоры и микросхемы; их свойства и характеристики. Аналоговые электронные устройства. Выпрямители, усилители, генераторы. Схемы, принципы работы, характеристики, области применения. Цифровые электронные устройства. Логические элементы, триггеры, регистры, счетчики, шифраторы и дешифраторы, арифметические логические устройства. Схемы, принципы работы, характеристики, области применения. Аналого-цифровые и цифроаналоговые преобразователи; микропроцессоры и микроЭВМ. Электронные измерительные приборы, мультиметры и скопометры. Понятие и области применения.	тесты

#### 4.6.2 Содержание самостоятельной работы и формы ее контроля по заочной форме обучения

№ п/п	Раздел дисциплины (модуля), темы раздела	Всего часов	Содержание самостоятельной работы	Форма контроля
1.	Электрические и магнитные цепи	30	Электрическая энергия, её особенности и области применения. Закон Ома, законы Кирхгофа и их применение при постоянных токах. Электрическая энергия и мощность. Однофазные цепи. Действующее и среднее значения синусоидального тока, э.д.с., напряжения. Последовательные и параллельные линейные электрические цепи. Резонанс напряжений и резонанс токов. Активная, реактивная и полная мощности в цепях переменного тока. Коэффициент мощности. Трёхфазные цепи. Способы соединения отдельных фаз источников и приёмников. Фазные и линейные напряжения и токи. Магнитные цепи, основные характеристики. Понятия о нелинейных электрических цепях.	РГР
2.	Электромагнитные устройства и электрические машины	34	Электромагнитные измерительные приборы, принципы работы. Электрические аппараты, классификация. Аппараты защиты и коммутации. Электрические светильники и нагреватели. Однофазные и трехфазные трансформаторы, устройство и принцип действия. Электрические машины переменного тока, конструкция, принципы работы, характеристики. Электрические машины постоянного тока, конструкция, принципы работы, характеристики. Универсальный двигатель. Основы электропривода.	тесты
3.	Основы электроники и электрические измерения	26	Полупроводниковые материалы и приборы. Диоды, транзисторы, тиристоры и микросхемы; их свойства и характеристики. Аналоговые электронные устройства. Выпрямители, усилители, генераторы. Схемы, принципы работы, характеристики, области применения. Цифровые электронные устройства. Логические элементы, триггеры, регистры, счетчики, шифраторы и дешифраторы, арифметические логические устройства. Схемы, принципы работы, характеристики, области применения. Аналого-цифровые и цифроаналоговые преобразователи; микропроцессоры и микроЭВМ. Электронные измерительные приборы, мультиметры и скопометры. Понятие и области применения.	тесты

### 5 ИНФОРМАЦИОННЫЕ И ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

№ п/п	Наименование раздела	Виды учебной работы	Формируемые компетенции (указывается код компетенции)	Информационные и образовательные технологии
1	2	3	4	5
1.	Электрические и магнитные цепи	Лекции 1-6 Лабораторные занятия 1-4. Практические занятия 1-5 Самостоятельная работа	ОПК-1; ПК-4; ПК-6; ПК-7	Вводная лекция с использованием видеоматериалов Лекции визуализации с применением средств мультимедиа Проведение лабораторных работ на стендах тренажерах
2.	Электромагнитные устройства и электрические машины	Лекция 7-12. Лабораторные занятия 5-9 Практические занятия 6	ОПК-1; ПК-4; ПК-6; ПК-7	Лекция-визуализация с применением слайд-проектора Подготовка к занятию с использованием электронного курса лекций

		Самостоятельная работа		Проведение лабораторных работ на стендах тренажерах
3.	Основы электроники и электрические измерения	Лекция 13-18. Лабораторные занятия 10-14 Практические занятия 7-9 Самостоятельная работа	ОПК-1; ПК-4; ПК-6; ПК-7	Лекции визуализации с применением средств мультимедиа  Дискуссия  Проведение лабораторных работ на стендах тренажерах

## 5.1 Интерактивные образовательные технологии, используемые в аудиторных занятиях

### 5.1.1 Интерактивные образовательные технологии, используемые в аудиторных занятиях по очной форме обучения

Семестр	Вид занятия (Л, ПР, ЛР)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
4	Л	Проблемные лекции	6
4	ЛР	Работа стендах-тренажерах	2
4	ПР	Совместное решение задач	4
<b>Итого:</b>			12

### 5.1.2 Интерактивные образовательные технологии, используемые в аудиторных занятиях по заочной форме обучения

Курс	Вид занятия	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
3	ЛБ	Учебные дискуссии, деловые игры по темам: Электроника Электрические измерения	2
<b>Итого:</b>			2

Организация занятий по дисциплине "Электротехника и электроника" возможна как по обычной технологии по видам работ (лекции, лабораторный практикум, текущий контроль) по диспетчерскому расписанию, так и по технологии группового **модульного обучения** при планировании проведения всех видов работ (аудиторных занятий и самостоятельной работы по дисциплине) в автоматизированной аудитории с проекционным оборудованием и компьютерами, в лаборатории электротехники и электроники для проведения лабораторных работ на натуральных стендах.

Лекционные занятия проводятся в поточной аудитории с применением мультимедийного проектора в виде учебной презентации. Учебные материалы предъявляются обучающимся для ознакомления и изучения, основные моменты лекционных занятий конспектируются. Отдельные темы предлагаются для самостоятельного изучения с обязательным составлением конспекта (контролируется).

Лабораторные занятия проводятся в специализированной электротехнической лаборатории (ауд. I-517) на электротехнических лабораторных установках бригадой студентов из 4–5 человек. Все лабораторные работы выполняются фронтально.

## 6 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины

6.1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины «Электротехника и электроника» представлен в таблице

Компетенции	Код дисциплины	Дисциплины, практики, НИР, через которые формируются компетенция (компоненты)	Этапы формирования компетенции в процессе освоения образовательной программы (семестр)
ОПК-1 способностью учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области обеспечения технологической безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности	Б1.В.10	Введение в техносферу	1
	Б1.Б.08	Информатика	1,2
	Б2.В.01(У)	Учебная практика (практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности)	3
	Б1.В.08	Информационные технологии	4
	Б1.Б.12	Ноксология	5
	<i>Б1.Б.18</i>	<i>Электротехника и электроника</i>	5
	Б1.В.ДВ.02.01	Теория измерений	5
	Б1.В.ДВ.02.02	Профессиональные компьютерные программы	6
	Б2.В.02(П)	Производственная практика (практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности)	7
	Б1.В.ДВ.03.01	Рациональное природопользование	8
	Б1.В.ДВ.03.02	Геоинформационные системы в технологической безопасности	8
	Б1.Б.19	Метрология, стандартизация и сертификация	9
	Б2.В.03(П)	Производственная практика (технологическая практика)	10
Б2.В.06(П)	Преддипломная практика	11	
ПК-4 способностью использовать методы расчетов элементов технологического оборудования по критериям работоспособности и надежности	Б1.Б.15	Механика	1,2
	<i>Б1.Б.18</i>	<i>Электротехника и электроника</i>	2
	Б1.Б.22	Надежность технических систем и техногенный риск	3
	Б2.В.03(П)	Производственная практика (технологическая практика)	4
ПК-6 способностью принимать участие в установке (монтаже), эксплуатации средств защиты	<i>Б1.Б.18</i>	<i>Электротехника и электроника</i>	1
	Б2.В.03(П)	Производственная практика (технологическая практика)	2
	Б1.В.14	Производственная санитария и гигиена труда	3,4

	Б1.В.ДВ.04.01	Технологические процессы и производства пищевой промышленности	3,4
	Б1.В.ДВ.04.02	Вентиляция, отопление и кондиционирование воздуха на предприятии	3,4
ПК-7 способностью организовывать и проводить техническое обслуживание, ремонт, консервацию и хранение средств защиты, контролировать состояние используемых средств защиты, принимать решения по замене (регенерации) средства защиты	Б2.В.01(У)	Учебная практика (практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности)	1
	<i>Б1.Б.18</i>	<i>Электротехника и электроника</i>	2
	Б1.В.ДВ.04.01	Технологические процессы и производства пищевой промышленности	3,4
	Б1.В.ДВ.04.02	Вентиляция, отопление и кондиционирование воздуха на предприятии	3,4

### 6.1.2 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины

№ п/п	Раздел дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочных средств
1	Раздел 1. Электрические и магнитные цепи 1.1. Основные законы и методы расчёта линейных электрических цепей постоянного тока 1.2. Анализ линейных электрических цепей синусоидального тока 1.3. Электрические цепи при переменных не-синусоидальных токах 1.4. Магнитные цепи	ОПК-1 ПК-4 ПК-6 ПК-7	Устная беседа при защите каждой из лабораторных работ 1...3; Решение задач на практических занятиях
2	Раздел 2. Электромагнитные устройства и электрические машины 2.1. Трансформаторы 2.2. Асинхронные двигатели 2.3. Синхронные машины 2.4. Электрические машины постоянного тока	ОПК-1 ПК-4 ПК-6 ПК-7	Устная беседа при защите лабораторной работы 4...6; Решение задач на практических занятиях
3	Раздел 3. Основы электроники и электрические измерения 3.1. Элементная база электронных устройств 3.2. Источники вторичного питания 3.3. Преобразователи сигналов 3.4. Электрические измерения и измерительные приборы	ОПК-1 ПК-4 ПК-6 ПК-7	Устная беседа при защите лабораторных работ 7...9

### 6.2. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Текущий контроль осуществляется в виде оценивая ответов студентов во время опросов (коллоквиумов), письменного и компьютерного тестирования, защит лабораторных работ, индивидуальных домашних заданий (расчетных заданий). Тестирование проводится на пятом и тринадцатом лабораторных занятиях, выявляет готовность студентов к ла-

лабораторной работе и оценивается до 10 баллов. Максимальная оценка выполнения каждого лабораторного занятия – 5 баллов.

Промежуточный контроль знаний проводится в форме зачета с оценкой, включающие теоретические вопросы и практическое задание, и оценивается до 30 баллов. В результате текущего и промежуточного контроля знаний студенты получают зачета с оценкой по курсу.

Форма оценочного средства	Количество работ (в семестре)	Максимальный балл за 1 работу	Итого баллов
<b>Обязательные</b>			
Опрос (коллоквиум)	1	10	10,0
Тестирование письменное	2	10	20,0
Защита лабораторных работ	2	5	10,0
Индивидуальные домашние задания (расчетные задания)	2	3,5	7
<b>Итого</b>	-	-	<b>47,0</b>

План–график проведения контрольно-оценочных мероприятий на весь срок изучения дисциплины «Электротехника и электроника» для студентов очной формы обучения

	Срок	Название оценочного мероприятия	Форма оценочного средства	Объект контроля
Семестр 4	Лаб. занятие 1	Текущий контроль	опрос	ОПК-1, ПК-4, ПК-6, ПК-7
	Практич. занятие 1	Текущий контроль	опрос	ОПК-1, ПК-4, ПК-6, ПК-7
	Лаб. занятие 2	Текущий контроль	опрос	ОПК-1, ПК-4, ПК-6, ПК-7
	Лаб. занятие 3	Текущий контроль	Тестирование	ОПК-1, ПК-4, ПК-6, ПК-7
	Практич. занятие 2	Текущий контроль	Тестирование	ОПК-1, ПК-4, ПК-6, ПК-7
	Лаб. занятие 4	Текущий контроль	Индивидуальные домашние задания (расчетные задания)	ОПК-1, ПК-4, ПК-6, ПК-7
	Лаб. занятие 5	Текущий контроль	Выступление на семинаре	ОПК-1, ПК-4, ПК-6, ПК-7
	Практич. занятие 3	Текущий контроль	Индивидуальные домашние задания (расчетные задания)	ОПК-1, ПК-4, ПК-6, ПК-7
	Лаб. занятие 6	Текущий контроль	Тестирование	ОПК-1, ПК-4, ПК-6, ПК-7
	Практич. занятие 4	Текущий контроль	тестирование	ОПК-1, ПК-4, ПК-6, ПК-7
	Лаб. занятие 7	Текущий контроль	Опрос (коллоквиум)	ОПК-1, ПК-4, ПК-6, ПК-7
	Практич. занятие 5	Текущий контроль	Индивидуальные домашние задания (расчетные задания)	ОПК-1, ПК-4, ПК-6, ПК-7
	Лаб. занятие 9	Текущий контроль	Тестирование письменное	ОПК-1, ПК-4, ПК-6, ПК-7
	Практич. занятие 9	Текущий контроль	тестирование	ОПК-1, ПК-4, ПК-6, ПК-7

	Зачет с оценкой	Промежуточная аттестация	Вопросы к зачету с оценкой	
--	-----------------	--------------------------	----------------------------	--

Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, набравшему не менее 51 балла в результате суммирования баллов, полученных при текущем контроле и промежуточной аттестации.

Полученный совокупный результат (максимум 100 баллов) конвертируется в традиционную шкалу:

100-балльная шкала	Традиционная шкала	
86 – 100	отлично	зачтено
71 – 85	хорошо	
51 – 70	удовлетворительно	
50 и менее	неудовлетворительно	не зачтено

### 6.3. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

#### *Текущий контроль*

Оценка за текущую работу на лабораторных занятиях, проводимую в форме устного опроса знаний студентов, осуществляется в соответствии с балльно-рейтинговой системой. Оценивание ответа студента производится по следующей шкале баллов:

Критерий оценки	ОФ
Демонстрирует полное понимание поставленного вопроса. Дает полный развернутый ответ на основной вопрос. Дает логически обоснованный и правильный ответ на дополнительный вопрос	1,0
Дает достаточно полный ответ, с нарушением последовательности изложения. Отвечает на дополнительный вопрос, но обосновать не может.	0,5
Дает неполный ответ на основной вопрос. Не дает ответа на дополнительный вопрос.	0,2
Нет ответа	0

Опрос (коллоквиум) является одним из обязательных этапов формирования аттестационного минимума для получения допуска к зачету с оценкой. Максимальное количество баллов, которое может набрать студент в результате каждого этапа промежуточной аттестации – 10 баллов. Оценка ответа студента складывается как среднее значение при ответе на вопросы преподавателя, каждый из которых оценивается по следующей шкале:

Критерий оценки	Балл
Демонстрирует полное понимание поставленного вопроса, логично и последовательно отвечает на вопрос. Дает развернутый ответ с практическими примерами	10
Дает полный и логически правильный ответ на вопрос, но сформулировать примеры по рассматриваемому вопросу не может	8
Демонстрирует частичное понимание сути вопроса, способен охарактеризовать суть финансового явления.	6
Способен сформулировать определения терминов, привести классификацию, перечислить формы, методы и т.п., но не может дать их характеристику	5
Демонстрирует непонимание вопроса, отвечает с наличием грубых ошибок в ответе либо не	Менее 5

Оценка по результатам тестирования складывается исходя из суммарного результата ответов на блок вопросов. Общий максимальный балл по результатам тестирования – 10 баллов. За семестр по результатам двух этапов тестирования студент может набрать до 20 баллов.

Критерии оценивания индивидуальных домашних заданий устанавливаются исходя из максимального балла за выполнение каждой части задания – 3,5 балла. Общий максимальный результат за обязательные виды работ, включающих две части – 7 баллов. За выполнение дополнительных заданий, состоящих из одной части – 3,5 балла. Итоговый результат за выполнение каждой части задания формируется исходя из следующих критериев:

Критерий	Балл
Логичность, последовательность изложения	0,3
Использование наиболее актуальных данных	0,5
Обоснованность и доказательность выводов в работе	0,5
Оригинальность, отсутствие заимствований	0,2
Правильность расчетов/ соответствие нормам законодательства	2,0
<i>Итого</i>	3,5

#### *Промежуточная аттестация*

Промежуточная аттестация заключается в объективном выявлении результатов обучения, которые позволяют определить степень соответствия действительных результатов обучения и запланированных в программе. Направлена на оценивание обобщенных результатов обучения, выявление степени освоения студентами системы знаний и умений, полученных в результате изучения дисциплины «Электротехника и электроника».

Промежуточная аттестация по дисциплине «Электротехника и электроника» включает зачет с оценкой.

Зачетационный билет включает 3 вопроса, два из которых позволяют оценить уровень знаний, приобретенных в процессе изучения теоретической части, а один (практического характера) – оценить уровень понимания студентом сути явления и способности высказывать суждения, рекомендации по заданной проблеме.

Блок вопросов к зачету с оценкой формируется из числа вопросов, изученных в первом учебном семестре, а также из материалов, пройденных во втором семестре.

Вопросы к зачету с оценкой разделены на 2 части:

- вопросы для оценки знаний теоретического курса
- вопросы для оценки понимания/умения (практического характера).

Для промежуточной аттестации в балльно-рейтинговой системе предусмотрено 30 баллов. Аттестация производится отдельно по каждому вопросу билета.

Балльно-рейтинговая система предусматривает возможность ответа на один или два вопроса из билета по выбору преподавателя в том случае, если в результате текущей аттестации студент набрал более 70 баллов, поскольку суммарный результат по итогам текущей и промежуточной аттестации не может превышать 100 баллов.

#### **6.4. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности (полный комплект фондов оценочных средств приводится в Приложение 1).**

*Рекомендуемый перечень вопросов для вынесения на зачет с оценкой.*

1) Предмет изучения дисциплины «Электротехника и электроника». Физические понятия ток, напряжение и ЭДС. Электрическая энергия, способы ее получения и передачи на расстоянии.

- 2) Понятия электрической, электронной и магнитной цепей. Классификация и примеры цепей. Основные законы электротехники и их применение.
- 3) Физическая и математическая модели цепи. Источники, проводники и приемники. Идеализированные двухполюсные элементы и их свойства.
- 4) Линейные электрические цепи постоянного тока. Анализ цепи на основе законов Кирхгофа и Ома, расчет токораспределения в цепях с одним источником.
- 5) Эквивалентные преобразования участков цепей.
- 6) Основные методы анализа линейных цепей: метод контурных токов.
- 7) Основные методы анализа линейных цепей: метод узловых потенциалов.
- 8) Основные методы анализа линейных цепей: метод эквивалентного источника.
- 9) Свойства линейных электрических цепей: свойство линейности, принцип наложения, принцип взаимности.
- 10) Теорема компенсации, теорема об эквивалентном генераторе. Понятие входного сопротивления цепи. Режимы работы цепи.
- 11) Электрическая мощность и энергия постоянного электрического тока. Закон сохранения энергии в электрической цепи с постоянными токами. Баланс мощностей.
- 12) Основные характеристики и параметры синусоидальных токов и напряжений. Способы получения синусоидальных напряжений и токов.
- 13) Фазовые соотношения между токами и напряжениями в цепи при синусоидальном токе (элементы, ветви, участки цепи). Векторные диаграммы.
- 14) Сопротивления элементов и участков цепей при синусоидальных токах. Геометрическая интерпретация полного комплексного сопротивления. Треугольник сопротивлений участка цепи и его связь с векторной диаграммой тока и напряжения.
- 15) Особенности эквивалентных преобразований участков цепей с синусоидальным током. Эквивалентные параметры двухполюсников (последовательная и параллельная схемы).
- 16) Электрическая энергия и мощность в цепях с синусоидальным током. Активная, реактивная и полная мощности. Баланс активных и реактивных мощностей.
- 17) Явление резонанса в электрических цепях. Резонанс напряжений. Понятие о перенапряжениях. Использование резонанса напряжений в электрических фильтрах (полосовые фильтры).
- 18) Режимы работы электрической цепи: холостой ход, короткое замыкание, передачи энергии с максимальной активной мощностью, неискаженной передачи сигнала, минимальных потерь энергии в линии.
- 19) Индуктивно связанные элементы. Физическая и математическая модели. Понятие о согласном и встречном включении индуктивных катушек.
- 20) Линейный трансформатор. Физическая и математическая модели. Трансформатор как элемент электрической цепи.
- 21) Режимы работы линейного трансформатора и эквивалентная схема приведенного трансформатора.
- 22) Трехфазная система напряжений, основные соотношения, способы получения, источники трехфазного напряжения и их эквивалентные схемы. Нормированные уровни напряжений. Кабели и провода, используемые в трехфазных цепях.
- 23) Трехфазная нагрузка. Симметричная и несимметричная нагрузка при соединении фаз в треугольник и звезду. Схемы и расчет эквивалентных параметров нагрузки в трехфазных цепях.
- 24) Трехфазная трех- и четырехпроводная сеть с симметричной нагрузкой, схемы, расчетные соотношения для определения линейных и фазных токов и напряжений. Использование векторных диаграмм.
- 25) Мощности трехфазной сети. Измерение активной и реактивной мощности. Счетчики электрической энергии.

26) Основы электробезопасности. Режимы нейтрали. Понятие о напряжении прикосновения. Заземление и зануление. Рабочий и защитный нулевой проводник. Общие понятия о токах утечки и устройствах защитного отключения.

27) Нелинейные резистивные элементы: модели и физические аналоги. Графическое и аналитическое представление вольтамперных характеристик нелинейных резистивных элементов. Основные свойства.

28) Расчет разветвленных нелинейных цепей с одним нелинейным элементом и источниками постоянного напряжения (определение рабочей точки усилителя).

29) Понятия магнитной цепи и ее элементов. Законы магнитных цепей. Расчет неразветвленной магнитной цепи с источником постоянной МДС.

30) Однофазный трансформатор со стальным сердечником. Отличие от линейного трансформатора. Многообмоточные трансформаторы.

31) Трехфазные трансформаторы: назначение, конструкция, принцип действия, основные эксплуатационные параметры.

32) Асинхронные двигатели: назначение, конструкция, принцип действия, паспортные данные и эксплуатационные характеристики.

33) Способы пуска и регулирования скорости асинхронных двигателей.

34) Синхронные генераторы: назначение, конструкция и принцип действия. Внешняя характеристика.

35) Синхронные двигатели. Основные характеристики. Механическая характеристика

36) Генераторы постоянного тока: назначение, конструкция, способы возбуждения, основные характеристики.

37) Двигатели постоянного тока: назначение, конструкция, способы возбуждения, основные характеристики.

38) Свойства и особенности полупроводниковых диодов различных типов.

39) Типы, принципы функционирования и маркировка биполярных транзисторов.

40) Типы, принципы функционирования и маркировка полевых транзисторов.

41) Усилительный и ключевой режим работы транзисторов, линейные схемы замещения транзисторов в этих режимах.

42) Назначение и примеры простейших схем выпрямителей и инверторов, принципы их работы.

43) Усилители сигналов, виды и основные характеристики.

44) Принцип действия однокаскадного усилителя на полевых транзисторах.

45) Принцип действия однокаскадных усилителей на биполярных транзисторах.

46) Операционные усилители и преобразователи сигналов на их основе.

47) Базовые логические элементы, их схемные реализации.

48) Триггеры: назначение и классификация, примеры функциональных схем триггеров на универсальных логических элементах.

49) Регистры и счетчики импульсов: определение, выполняемые операции, примеры схемной реализации.

50) Назначение и принципы построения цифро-аналоговых и аналого-цифровых преобразователей.

### ***Оценочные средства остаточных знаний***

В качестве средства оценки остаточных знаний предлагается тест. Тестирование, как инструмент измерения знаний и навыков студентов, является основной формой экспертной оценки при аккредитации.

Тестовый вопрос предполагает ответ только на один ответ из множества. Тест считается пройденным, если студент ответил правильно не менее, чем на 50% предложенных вопросов. При этом в любом из разделов оценка должна быть не ниже 30%.

Каждый тест состоит из 4–10 тестовых заданий (элементарных задач) и предоставляет возможность выбора из перечня ответов. Тесты проводятся каждые две недели, как на аудиторных занятиях, так и в часы вне сетки расписания. Правильные решения разбираются на практических и/или лекционных занятиях, а также на консультациях.

### Образцы тестовых заданий

1. Укажите, какие из приведенных признаков:
- минимальный ток, потребляемый контуром;
  - сдвиг фаз между напряжением и током на входе контура равен  $90^\circ$ ;
  - максимальный ток, потребляемый контуром,
  - минимальная проводимость контура,
  - отсутствие активных потерь в контуре,
  - минимальное сопротивление контура,

характеризуют:

- Резонанс напряжений в электрической цепи;
- Резонанс токов в электрической цепи.

Эталон: 1 – в, е; 2 – а, г.

2. "Укажите, какой принцип из приведенных:

- принцип наложения;
- принцип эквивалентного генератора;
- принцип компенсации;
- принцип взаимности

полностью применим при расчете нелинейных электрических цепей?"

Эталон: в.

3. Известны параметры стабилитрона:  $U_{ст.ном} = 30$  В;  $I_{ст.мин} = 10$  мА;  $I_{ст.макс} = 50$  мА;  $I_{ст.ном} = (I_{ст.макс} + I_{ст.мин})/2 = (50 + 10)/2 = 30$  мА. Укажите, чему равно динамическое сопротивление стабилитрона в окрестности рабочей точки (считая рабочий участок ВАХ стабилитрона линейным), если напряжение на стабилитроне на рабочем участке не должно изменяться более 0,1 %?

- 0,3 Ом   
  0,5 Ом   
  0,75 Ом   
  1,0 Ом   
  1,25 Ом

4. Укажите выходное напряжение  $u_{вых}$  инвертирующего ОУ при  $R_1 = 10$  кОм и  $R_{ос} = 500$  кОм, если входное дифференциальное напряжение  $u_{вх} = 4$  мВ.

- + 0,4 В                      + 0,2 В                      – 0,4 В                      – 0,2 В

5. Укажите число выводов у шифратора при четырёх информационных входах.

- 16                      8                      4                      2                      1

6. Укажите, в какой момент 5-разрядный двоичный счетчик возвращается в начальное состояние?

При поступлении на вход 16-го импульса

- При подаче на вход 32-го импульса

При подаче на вход инверсного сигнала

- При переполнении, наступающем при числе импульсов  $N = 2^5 - 1$

7. Укажите, можно ли свести к нулю погрешность квантования аналогового сигнала посредством выбора параметров устройства, например, за счёт увеличения разрядности АЦП?

- Да                      Нет

## 7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 7.1 Основная литература

№ п/п	Наименование	Автор (ы)	Год и место издания, кол-во стр.	Используется при изучении разделов	Семестр	Количество экземпляров	
						в библиотеке	адрес в интернете
1.	Основы электроники [Электронный ресурс]	Бородин И. Ф.	- М. : КолосС, 2013. - (Учебники и учеб. пособия для средних специальных учеб. заведений) –	1, 2, 3	4	эл рес	Режим доступа - <a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785953207126.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785953207126.html</a>
2.	Электротехника и электроника [Электронный ресурс]	П.В. Ермуратский, Г.П. Лычкина, Ю.Б. Минкин	М. : ДМК Пресс, 2011. - 416 с.	1, 2, 3	4	эл рес	<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785940746881.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785940746881.html</a>
3	Электротехника и электрооборудование транспортных средств : учебное пособие	Р.Н. Сафиуллин, В.В. Резниченко, М.А. Керимов	Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 400 с.	1, 2, 3	4	эл рес	URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/111894">https://e.lanbook.com/book/111894</a>

### 7.2 Дополнительная литература

№ п/п	Наименование	Автор (ы)	Год и место издания	Используется при изучении разделов	Семестр	Количество экземпляров	
						в библиотеке	на 27пфедре
1.	Электротехника. Учебное пособие для неэлектротехнических специальностей вузов, 4-е изд., перераб.	И. И. Иванов, В. С. Равдоник, Г. И. Соловьев	2009г., Спб: Лань, - 496с.	1, 2, 3	4	-	1
2.	Сборник задач и упражнений по электротехнике и основам электронике: Учеб. Пос.	Г. Г. Рекус, А. И. Белоусов	2001г., Москва: Высшая школа, - 416с.	1, 2, 3	4	1	1
3	Электротехника и электроника: методические указания к лабораторным работам для студентов электрических и не электрических специальностей	Составили: М.Ю. Михайлова, Д.А. Правосол	2012 г., Белгород: БГТУ, -50 с.	1, 2, 3,	4	1	-

### 7.3 Программное обеспечение и Интернет-ресурсы

Программное обеспечение: Офисные программы: Microsoft Office 2007; Microsoft Office 2010, Microsoft Office 2013, Microsoft Visual Studio 2008-2015, по программе MS DreamSpark MS Project Professional 2016, по программе MS DreamSpark, MS Visio 2007-2016, по программе MS DreamSpark, MS Access 2010-2016, по программе MS DreamSpark MS Windows, 7 pro 8 pro 10 pro, AutoCAD, Irbis, My Test, BusinessStudio 4.0, 1С: Предприятие 8. Сельское хозяйство. Комплект для обучения в высших и средних учебных заведениях (обновление 2020 г.), Консультационно-справочные службы Гарант (обновление 2020 г.), Консультант (обновление 2020 г.), SuperNovaReaderMagnifier (Программа экранного увеличения с поддержкой речи для лиц с ограниченными возможностями).

Интернет-ресурсы:

[http://fn.bmstu.ru/electro/new\\_site/lectures/lec%201/konspect.htm](http://fn.bmstu.ru/electro/new_site/lectures/lec%201/konspect.htm) (Электротехника и промышленная электроника: конспекты лекций, МГТУ им. Н. Э. Баумана);

<http://www.shat.ru> (Электронные учебные материалы по электротехнике, МАНиГ);

[http://toe.stf.mrsu.ru/demo\\_versia/](http://toe.stf.mrsu.ru/demo_versia/) (Электротехника и электроника: электронный учебник, Мордовский государственный университет);

[http://window.edu.ru/window/library?p\\_rid=45110](http://window.edu.ru/window/library?p_rid=45110) (Тесты и контрольные вопросы по электротехнике и электронике, ДВГТУ);

<http://electro.hotmail.ru/> (Интернет-коллоквиум по электротехнике);

[http://window.edu.ru/window/library?p\\_rid=19575](http://window.edu.ru/window/library?p_rid=19575) (Методические указания к выполнению расчётно-графического задания по электротехнике, ОГУ);

[http://window.edu.ru/window/library?p\\_rid=24979](http://window.edu.ru/window/library?p_rid=24979) (Электротехника и электроника. Трёхфазные электрические цепи: учебное пособие);

[http://window.edu.ru/window/library?p\\_rid=40524](http://window.edu.ru/window/library?p_rid=40524) (Электрические машины: лекции и примеры решения задач);

[http://window.edu.ru/window/library?p\\_rid=58854](http://window.edu.ru/window/library?p_rid=58854) (Электроника: сборник лабораторных работ, УлГТУ);

[http://window.edu.ru/window/library?p\\_rid=40470](http://window.edu.ru/window/library?p_rid=40470) (Электротехника и электроника: учебное пособие);

[http://window.edu.ru/window/library?p\\_rid=57103](http://window.edu.ru/window/library?p_rid=57103) (Руководство к лабораторным работам по электрическим машинам);

<http://www.kodges.ru/> (тексты книг по электротехническим дисциплинам, в основном, в формате .pdf для бесплатного перекачивания)

<http://www.electrolibrary.info> (электронная электротехническая библиотека).

### 8. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ (Приложение 3)

Содержание самостоятельной работы и формы ее контроля, задания самостоятельной работы для закрепления и систематизации знаний и формирования умений представлены в приложении 3.

### 9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Ауд. 1-500	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Доска ученическая настенная трехэлементная (1 шт.), демонстрационное оборудование (экран с электроприводом СЕНА EcMaster Electric 180*180 (1 шт.), ноутбук, проектор) и учебно-наглядные пособия, стол преподавательский (1 шт.), кафедра лектора настольная (1 шт.), стол ученический 4-х местный на металлокаркасе (26 шт.), стул полумягкий (1 шт.), скамейка 4-х местная на металлокаркасе (27 шт.)
------------	--

Ауд. 1-511	Лаборатория, оснащенная лабораторным оборудованием Тестомес Fimar 7/S, тестораскаточная машина Impregia SM-220, установка для отлива, установка охладительная ВО-У 2,5, установка прессования и охлаждения творога, шкаф жарочный ШЖЭ-1, эл. котел варочный (Варочное устройство), столы (11 шт.), стулья (22 шт.), стенды (14 шт.), стеллажи с оборудованием
Ауд. 1-513	Лаборатория, оснащенная лабораторным оборудованием Доска ученическая настенная трехэлементная, лабораторный комплекс «Средства автоматизации и управления», лабораторный комплекс «Пневмопривод и пневмоавтоматка», типовой комплекс учебного оборудования «Основы электротехники и электроники», столы (17 шт.), стулья (25 шт.)
Ауд. 1-517	Лаборатория, оснащенная лабораторным оборудованием Демонстративный комплекс по курсу «Электрические машины», типовой комплект учебного оборудования «Теория электрических цепей и основы электротехники», лабораторный комплекс «Электрические цепи», лабораторный комплекс «Электротехника и основы электротехники», типовой комплект учебного оборудования «Основы электропривода ОЭП-НР, столы (18 шт.), стулья (34 шт.), настенные плакаты и стенды (11 шт.)
Ауд. 2-201	Помещение для самостоятельной работы Компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации (ноутбук (2 шт.). Лабораторные установки для научных испытаний при выполнении диссертационных работ (4 шт.)
Ауд. 1-401	Помещение для самостоятельной работы Компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации (ноутбуки, персональные компьютеры) (4 шт.)
Ауд. 1-501	Помещение для самостоятельной работы Компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации (ноутбуки, персональные компьютеры) (4 шт.)

Научно-техническая библиотека, соответствующая действующим санитарным и противопожарным нормам, требованиям техники безопасности.



**Фонд оценочных средств аттестации студентов, обучающихся:  
по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность**

Преподаватель в момент аттестации выполняет роль контролера: сравнивает знания и опыт тезауруса студента по данной дисциплине с собственным тезаурусом, вводя поправку на время, затраченное студентом и им самим на формирование собственных тезаурусов. Совокупность знаний и опыта индивидуума, необходимых для эффективной деятельности в некоторой предметной области, принято называть компетентностью.

Постоянно предпринимаются попытки сделать процесс аттестации более объективным. Эти попытки более успешны в разделах с устоявшимися понятиями и границами и менее успешны в разделах дисциплин, освещающих передний край науки. Часто попытки объективности заканчиваются формализацией действий преподавателя, не исключая его роль контролера.

Настоящий фонд оценочных средств описывает процедуры текущего контроля и средства, с помощью которых анализируется процесс накопления студентом необходимых знаний и навыков. Процедуры контроля не должны быть трудоемкими.

Разработчик основной образовательной программы в качестве формы аттестации по результатам изучения дисциплины выбрал зачет с оценкой. Тем самым он подчеркнул, что дисциплина «Электротехника и электроника» носит в большей степени теоретический характер, чем практический. Т.е. к моменту изучения дисциплины у студента уже достаточно навыков работы с компьютером и необходимо их обобщить с помощью теоретических положений. Поэтому упор в оценочных средствах сделан на теоретические вопросы.

Тестирование как способ проверки знаний находит все большее применение. Одним из основных его достоинств является минимум временных затрат на получение итогов контроля. Особенно привлекательны компьютерные варианты тестирования, так как позволяют получить результаты практически сразу по завершении теста.

Тестирование имеет воспитательную функцию, заключающуюся в неизбежности тестового контроля и невозможности влиять на подведение итогов компьютером. В средней школе уже давно введены тестовые технологии в систему обучения. В высшей школе преимущества не всегда очевидны в силу особенностей, отмеченных выше. Тем не менее, фонд оценочных средств включает тесты для контроля остаточных знаний.

Фонд оценочных средств полностью соответствует структуре и рекомендациям рабочей программы дисциплины.

## Паспорт фонда оценочных средств

№ п/п	Раздел дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочных средств
1	Раздел 1. Электрические и магнитные цепи 1.1. Основные законы и методы расчёта линейных электрических цепей постоянного тока 1.2. Анализ линейных электрических цепей синусоидального тока 1.3. Электрические цепи при переменных несинусоидальных токах 1.4. Магнитные цепи	ОПК-1, ПК-4, ПК-6, ПК-7	Устная беседа при защите каждой из лабораторных работ 1...3; решение задач
2	Раздел 2. Электромагнитные устройства и электрические машины 2.1. Трансформаторы 2.2. Асинхронные двигатели 2.3. Синхронные машины 2.4. Электрические машины постоянного тока	ОПК-1, ПК-4, ПК-6, ПК-7	Устная беседа при защите лабораторной работы 4...6 решение задач
3	Раздел 3. Основы электроники и электрические измерения 3.1. Элементная база электронных устройств 3.2. Источники вторичного питания 3.3. Преобразователи сигналов 3.4. Электрические измерения и измерительные приборы	ОПК-1, ПК-4, ПК-6, ПК-7	Устная беседа при защите лабораторных работ 7...9 решение задач

## План-график контрольных мероприятий

№ недели семестра	Контрольное мероприятие
3	Лабораторная работа №1 и №2. Техника выполнения измерений в электрических цепях. Исследование цепей постоянного тока. Исследование последовательной цепи при переменном токе. Исследование параллельной цепи при переменном токе. Исследование трёхфазных цепей. Защита.
4	Лабораторная работа №3 и №4. Исследование трансформатора. Исследование генераторов переменного тока. Исследование синхронных и асинхронных двигателей. Защита.
7	Лабораторная работа №5 и №6. Исследование генераторов постоянного тока. Исследование двигателей постоянного тока. Исследование универсальных двигателей. Защита.
11	Лабораторная работа №7 и №8. Исследование схем выпрямления переменного тока. Исследование схем усилителей. Исследование схем генераторов синусоидальных сигналов. Защита.
14	Лабораторная работа №9. Исследование схем генераторов специальных сигналов. Исследование схем комбинационной логики. Исследование триггеров и регистров памяти. Защита.

## Формы текущего контроля и оценочные средства

Основным средством текущего контроля являются учет посещаемости лекционных занятий и результаты выполнения лабораторных работ. Лабораторные работы сопровождают каждую тему изучения и являются интерактивной образовательной технологией, так как выполняются индивидуально в процессе взаимодействия с учебными стендами (на которых установлены реальные электротехнические устройства). Каждая лабораторная работа сопровождается теоретическими вопросами, ответы на которые показывают способ-

ность студента увязать работу электротехнических устройств с пройденным теоретическим материалом.

В соответствии с действующим в вузе положением СК.2.5.ПЛЖ.01-08 о балльно-рейтинговой оценке работы студента, максимальное количество баллов, которое может набрать студент по текущей успеваемости – 70 баллов, а на выходном контроле – 30 баллов.

Общий балл по текущей успеваемости складывается из:

- посещаемость лекционных занятий – 13 баллов. На изучение модуля отводится 26 часов лекций (13 пар), за посещение каждой пары лекции студенту начисляется 1 балл;
- выполнение и защита лабораторных работ в срок оценивается в 4 балла за четырехчасовую работу и 2 балла за 2-х часовую работу, плюс 1 балл за защиту. Всего за 8 лабораторных работ 36 баллов.
- отчет о самостоятельной работе, представленный в срок, оценивается в 21 балл – предъявление сертификата о параллельном дистанционном изучении дисциплины; после окончания семестра с коэффициентом 0,5 – 10 баллов.

Аттестация результатов освоения дисциплины осуществляется в виде устного зачета по билетам, состоящим из трех вопросов, вес каждого составляет 10 баллов, всего максимум 30 баллов.

Знания по дисциплине оцениваются следующим образом:

- сумма менее 51 баллов – «неудовлетворительно»;
- сумма от 51 до 70 баллов - «удовлетворительно»;
- сумма от 71 до 85 баллов – «хорошо»;
- сумма свыше 86 баллов – «отлично».

### ***Контрольные вопросы по лабораторной работе Iu 2***

- 1 Физическая и математическая модели цепи. Источники, проводники и приемники. Идеализированные двухполюсные элементы и их свойства.
- 2 Линейные электрические цепи постоянного тока. Анализ цепи на основе законов Кирхгофа и Ома, расчет токораспределения в цепях с одним источником.
- 3 Эквивалентные преобразования участков цепей.
- 4 Основные методы анализа линейных цепей: метод контурных токов.
- 5 Основные методы анализа линейных цепей: метод узловых потенциалов.
- 6 Основные методы анализа линейных цепей: метод эквивалентного источника.
- 7 Свойства линейных электрических цепей: свойство линейности, принцип наложения, принцип взаимности.
- 8 Теорема компенсации, теорема об эквивалентном генераторе. Понятие входного сопротивления цепи. Режимы работы цепи.
- 9 Электрическая мощность и энергия постоянного электрического тока. Закон сохранения энергии в электрической цепи с постоянными токами. Баланс мощностей.
- 10 Основные характеристики и параметры синусоидальных токов и напряжений. Способы получения синусоидальных напряжений и токов.
- 11 Фазовые соотношения между токами и напряжениями в цепи при синусоидальном токе (элементы, ветви, участки цепи). Векторные диаграммы.
- 12 Сопротивления элементов и участков цепей при синусоидальных токах. Геометрическая интерпретация полного комплексного сопротивления. Треугольник сопротивлений участка цепи и его связь с векторной диаграммой тока и напряжения.
- 13 Особенности эквивалентных преобразований участков цепей с синусоидальным током. Эквивалентные параметры двухполюсников (последовательная и параллельная схемы).

### ***Контрольные вопросы по лабораторным работам 3...4***

- 1 Индуктивно связанные элементы. Физическая и математическая модели. Понятие о согласном и встречном включении индуктивных катушек.
- 2 Линейный трансформатор. Физическая и математическая модели. Трансформатор как элемент электрической цепи.
- 3 Режимы работы линейного трансформатора и эквивалентная схема приведенного трансформатора.
- 4 Трехфазная система напряжений, основные соотношения, способы получения, источники трехфазного напряжения и их эквивалентные схемы. Нормированные уровни напряжений. Кабели и провода, используемые в трехфазных цепях.
- 5 Трехфазная нагрузка. Симметричная и несимметричная нагрузка при соединении фаз в треугольник и звезду. Схемы и расчет эквивалентных параметров нагрузки в трехфазных цепях.
- 6 Трехфазная трех- и четырехпроводная сеть с симметричной нагрузкой, схемы, расчетные соотношения для определения линейных и фазных токов и напряжений. Использование векторных диаграмм.
- 7 Мощности трехфазной сети. Измерение активной и реактивной мощности. Счетчики электрической энергии.
- 8 Основы электробезопасности. Режимы нейтрали. Понятие о напряжении прикосновения. Заземление и зануление. Рабочий и защитный нулевой проводник. Общие понятия о токах утечки и устройствах защитного отключения.
- 9 Нелинейные резистивные элементы: модели и физические аналоги. Графическое и аналитическое представление вольтамперных характеристик нелинейных резистивных элементов. Основные свойства.
- 10 Расчет разветвленных нелинейных цепей с одним нелинейным элементом и источниками постоянного напряжения (определение рабочей точки усилителя).
- 11 Понятия магнитной цепи и ее элементов. Законы магнитных цепей. Расчет неразветвленной магнитной цепи с источником постоянной МДС.
- 12 Однофазный трансформатор со стальным сердечником. Отличие от линейного трансформатора. Многообмоточные трансформаторы.
- 13 Трехфазные трансформаторы: назначение, конструкция, принцип действия, основные эксплуатационные параметры.
- 14 Асинхронные двигатели: назначение, конструкция, принцип действия, паспортные данные и эксплуатационные характеристики.
- 15 Способы пуска и регулирования скорости асинхронных двигателей.
- 16 Синхронные генераторы: назначение, конструкция и принцип действия. Внешняя характеристика.
- 17 Синхронные двигатели. Основные характеристики. Механическая характеристика
- 18 Генераторы постоянного тока: назначение, конструкция, способы возбуждения, основные характеристики.
- 19 Двигатели постоянного тока: назначение, конструкция, способы возбуждения, основные характеристики.

### ***Контрольные вопросы по лабораторным работам 5 и 9***

- 1 Свойства и особенности полупроводниковых диодов различных типов.
- 2 Типы, принципы функционирования и маркировка биполярных транзисторов.
- 3 Типы, принципы функционирования и маркировка полевых транзисторов.
- 4 Усилительный и ключевой режим работы транзисторов, линейные схемы замещения транзисторов в этих режимах.
- 5 Назначение и примеры простейших схем выпрямителей и инверторов, принципы их работы.
- 6 Усилители сигналов, виды и основные характеристики.

- 7 Принцип действия однокаскадного усилителя на полевых транзисторах.
- 8 Принцип действия однокаскадных усилителей на биполярных транзисторах.
- 9 Операционные усилители и преобразователи сигналов на их основе.
- 10 Базовые логические элементы, их схемные реализации.
- 11 Триггеры: назначение и классификация, примеры функциональных схем триггеров на универсальных логических элементах.
- 12 Регистры и счетчики импульсов: определение, выполняемые операции, примеры схемной реализации.

### Оценочные средства промежуточного контроля

- а. Предмет изучения дисциплины «Электротехника и электроника». Физические понятия ток, напряжение и ЭДС. Электрическая энергия, способы ее получения и передачи на расстояния.
- б. Понятия электрической, электронной и магнитной цепей. Классификация и примеры цепей. Основные законы электротехники и их применение.
- с. Физическая и математическая модели цепи. Источники, проводники и приемники. Идеализированные двухполюсные элементы и их свойства.
- д. Линейные электрические цепи постоянного тока. Анализ цепи на основе законов Кирхгофа и Ома, расчет токораспределения в цепях с одним источником.
- е. Эквивалентные преобразования участков цепей.
- ф. Основные методы анализа линейных цепей: метод контурных токов.
- г. Основные методы анализа линейных цепей: метод узловых потенциалов.
- h. Основные методы анализа линейных цепей: метод эквивалентного источника.
- и. Свойства линейных электрических цепей: свойство линейности, принцип наложения, принцип взаимности.
- j. Теорема компенсации, теорема об эквивалентном генераторе. Понятие входного сопротивления цепи. Режимы работы цепи.
- к. Электрическая мощность и энергия постоянного электрического тока. Закон сохранения энергии в электрической цепи с постоянными токами. Баланс мощностей

### Оценочные средства остаточных знаний

В качестве средства оценки остаточных знаний предлагается тест. Тестирование, как инструмент измерения знаний и навыков студентов, является основной формой экспертной оценки при аккредитации.

Тестовый вопрос предполагает ответ только на один ответ из множества. Тест считается пройденным, если студент ответил правильно не менее, чем на 50% предложенных вопросов. При этом в любом из разделов оценка должна быть не ниже 30%.

Каждый тест состоит из 4–10 тестовых заданий (элементарных задач) и предоставляет возможность выбора из перечня ответов. Тесты проводятся каждые две недели, как на аудиторных занятиях, так и в часы вне сетки расписания. Правильные решения разбираются на практических и/или лекционных занятиях, а также на консультациях.

1. Укажите, какие из приведенных признаков:

- а) минимальный ток, потребляемый контуром;
  - б) сдвиг фаз между напряжением и током на входе контура равен  $90^\circ$ ;
  - в) максимальный ток, потребляемый контуром,
  - г) минимальная проводимость контура,
  - д) отсутствие активных потерь в контуре,
  - е) минимальное сопротивление контура,
- характеризуют:

1. Резонанс напряжений в электрической цепи;
2. Резонанс токов в электрической цепи.

Эталон: 1 – в, е; 2 – а, г.

2. "Укажите, какой принцип из приведенных:

- а) принцип наложения;
- б) принцип эквивалентного генератора;

- в) принцип компенсации;  
з) принцип взаимности  
полностью применим при расчете нелинейных электрических цепей?"  
Эталон: в.

3. Известны параметры стабилитрона:  $U_{ст.ном} = 30$  В;  $I_{ст.мин} = 10$  мА;  $I_{ст.мах} = 50$  мА;  $I_{ст.ном} = (I_{ст.мах} + I_{ст.мин})/2 = (50 + 10)/2 = 30$  мА. Укажите, чему равно динамическое сопротивление стабилитрона в окрестности рабочей точки (считая рабочий участок ВАХ стабилитрона линейным), если напряжение на стабилитроне на рабочем участке не должно изменяться более 0,1 %?

- 0,3 Ом     0,5 Ом     0,75 Ом     1,0 Ом     1,25 Ом

4. Укажите выходное напряжение  $u_{вых}$  инвертирующего ОУ при  $R_1 = 10$  кОм и  $R_{oc} = 500$  кОм, если входное дифференциальное напряжение  $u_{вх} = 4$  мВ.

- + 0,4 В            + 0,2 В            - 0,4 В            - 0,2 В

5. Укажите число выводов у шифратора при четырёх информационных входах.

- 16            8            4            2            1

6. Укажите, в какой момент 5-разрядный двоичный счетчик возвращается в начальное состояние?

При поступлении на вход 16-го импульса

- При подаче на вход 32-го импульса

При подаче на вход инверсного сигнала

- При переполнении, наступающем при числе импульсов  $N = 2^5 - 1$

7. Укажите, можно ли свести к нулю погрешность квантования аналогового сигнала посредством выбора параметров устройства, например, за счёт увеличения разрядности АЦП?

- Да            Нет

## 2.1. Зачет с оценкой

### 2.1.1. Пояснительная записка

Зачет с оценкой как форма контроля предполагает оценку освоения знаний и умений, полученных в ходе учебного процесса. Для допуска к зачету с оценкой студент должен пройти текущую аттестацию, предполагающую набор от 51 до 70 баллов, а также получение премиальных баллов за выполнение дополнительных видов работ. Метод контроля, используемый на зачете – письменный.

Объектами оценивания являются:

ОПК-1 способностью учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области обеспечения техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности;

ПК-4 способностью использовать методы расчетов элементов технологического оборудования по критериям работоспособности и надежности;

ПК-6 способностью принимать участие в установке (монтаже), эксплуатации средств защиты;

ПК-7 способностью организовывать и проводить техническое обслуживание, ремонт, консервацию и хранение средств защиты, контролировать состояние используемых средств защиты, принимать решения по замене (регенерации) средства защиты.

Зачетный билет включает 3 вопроса, два из которых позволяют оценить уровень знаний, приобретенных в процессе изучения теоретической части, а один – оценить уровень понимания студентом сути явления и способности высказывать суждения, рекомендации по заданной проблеме. Поэтому вопросы к зачету с оценкой разделены на 2 части:

- вопросы для оценки знаний
- вопросы для оценки понимания/умения.

### ***Вопросы для оценки знаний теоретического курса***

1. Элементы электрических цепей – источники тока и напряжения, емкость, индуктивность, сопротивление.
2. Закон Ома в комплексной форме для пассивного и активного участков электрической цепи.
3. Законы Кирхгофа в дифференциальной и символической формах записи.
4. Неразветвленная и разветвленная электрические цепи.
5. Преобразование схем соединения пассивных элементов звездой и треугольником.
6. Расчет электрических цепей методом наложения.
7. Расчет электрических цепей методом эквивалентного генератора.
8. Расчет электрических цепей методом узловых потенциалов.
9. Переменный ток. Период, частота, фаза, начальная фаза, сдвиг фаз, угловая частота.
10. Действующее значение переменного тока, напряжения и ЭДС.
11. Среднее значение синусоидального тока.
12. Изображение переменного тока волновой диаграммой и вращающимися векторами. Векторная диаграмма.
13. Цепь переменного тока с активным сопротивлением. Векторная и волновая диаграммы тока, напряжения и мощности.
14. Цепь переменного тока с индуктивностью. Векторная и волновая диаграммы тока, напряжения и мощности.
15. Цепь переменного тока с емкостью. Векторная и волновая диаграммы тока, напряжения и мощности.
16. Общий случай последовательного соединения активного, индуктивного и ёмкостного сопротивлений. Векторная диаграмма.
17. Общий случай параллельного соединения активно- индуктивного и ёмкостного сопротивлений. Векторная диаграмма. Повышение коэффициента мощности.
18. Символический метод расчета электрических цепей синусоидального тока.

### ***Вопросы на оценку понимания/умений студента***

- 1 Генерирование трехфазной ЭДС. Синхронный генератор. Соединение обмоток генератора звездой.
- 2 Четырехпроводная трехфазная система при соединении обмоток генератора и приемников звездой. Назначение нейтрального провода.
- 3 Трехпроводная трехфазная система при соединении обмоток генератора и фаз приемника треугольником. Соотношение фазных и линейных токов.
- 4 Мощность трехфазной цепи при соединении приемников звездой и треугольником.
- 5 Устройство, назначение и принцип действия однофазного трансформатора.
- 6 ЭДС обмоток, коэффициент трансформации, равновесие намагничивающих сил трансформатора.
- 7 Нагрузочный режим трансформатора. КПД трансформатора.
- 8 Трехфазные трансформаторы, группы соединения обмоток.
- 9 Сварочные трансформаторы.
- 10 Измерительные трансформаторы токов и напряжений.
- 11 Автотрансформаторы.
- 12 Виды и методы электрических измерений.

- 13 Классификация погрешностей. Классы точности электроизмерительных приборов.
- 14 Классификация электроизмерительных приборов.
- 15 Магнитные цепи. Неразветвленная однородная и неоднородная магнитные цепи.
- 16 Анализ и расчет разветвленной магнитной цепи. Магнитные цепи с постоянным магнитом.
- 17 Полупроводниковые диоды. Вольт-амперная характеристика.
- 18 Стабилитрон. Назначение, устройство, ВАХ, схема соединения.
- 19 Биполярные транзисторы. Устройство, схемы соединения.
- 20 Полевые транзисторы. Устройство и принцип работы.
- 21 Входные и выходные характеристики и  $h$ - параметры биполярных транзисторов в схеме соединения с общим эмиттером (ОЭ).
- 22 Тиристоры (динисторы, тринисторы, симисторы). Устройство и назначение.
- 23 Интегральные микросхемы. Виды, классификация по степени интеграции и плотности упаковки.
- 24 Операционные усилители. Назначения. Требования к параметрам.
- 25 Однополупериодный выпрямитель. Особенности схемы выпрямления.
- 26 Двухполупериодный выпрямитель со средней точкой трансформатора.
- 27 Однофазная мостовая схема выпрямителя. Коэффициенты выпрямления и пульсации.
- 28 Трехфазный выпрямитель, характеристики и области применения.
- 29 Управляемый выпрямитель, инвертор, характеристики и области применения.
- 30 Усилители низкой частоты на биполярных транзисторах. Назначения элементов схемы.
- 31 Электронный генератор пилообразного напряжения. Устройство и принцип работы.
- 32 LC – генератор синусоидальных напряжений.
- 33 RC – генератор синусоидальных напряжений.
- 34 Устройство и принцип работы электрического генератора постоянного тока.

### 2.1.3. Критерии оценивания

Для промежуточной аттестации в балльно-рейтинговой системе предусмотрено 30 баллов. Аттестация производится отдельно по каждому вопросу билета. Вопросы теоретического курса оцениваются в 15 баллов максимум каждый. Вопрос на понимание/ умение – максимум в 10 баллов. Комплексная оценка студента формируется исходя из следующей матрицы баллов.

Балльно-рейтинговая система предусматривает возможность ответа на один или два вопроса из билета по выбору преподавателя в том случае, если в результате текущей аттестации студент набрал более 51 баллов.

## Методические указания по подготовке и проведению интерактивных занятий по дисциплине

Интерактивное занятие предполагает как индивидуальную подготовительную работу студента, так и коллективную работу на практическом занятии или семинаре. Содержание интерактивных занятий по основным разделам дисциплины устанавливается в рабочей программе.

Место преподавателя на интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности студентов на достижение целей занятия. Преподаватель также разрабатывает план занятия (обычно, это интерактивные упражнения и задания, в ходе выполнения которых студент изучает материал).

Задачами интерактивных форм обучения являются:

- пробуждение у обучающихся интереса;
- эффективное усвоение учебного материала;
- самостоятельный поиск учащимися путей и вариантов решения поставленной учебной задачи (выбор одного из предложенных вариантов или нахождение собственного варианта и обоснование решения);
- установление взаимодействия между студентами, обучение работать в команде, проявлять терпимость к любой точке зрения, уважать право каждого на свободу слова, уважать его достоинства;
- формирование у обучающихся мнения и отношения;
- формирование жизненных и профессиональных навыков;
- выход на уровень осознанной компетентности студента.

Проведение интерактивных занятий направлено на освоение всех компетенций, предусмотренных рабочей программой дисциплины «Электротехника и электроника». В рамках осваиваемых компетенций студенты приобретают следующие знания, умения и навыки:

ОПК-1 способностью учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области обеспечения техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности;

ПК-4 способностью использовать методы расчетов элементов технологического оборудования по критериям работоспособности и надежности;

ПК-6 способностью принимать участие в установке (монтаже), эксплуатации средств защиты;

ПК-7 способностью организовывать и проводить техническое обслуживание, ремонт, консервацию и хранение средств защиты, контролировать состояние используемых средств защиты, принимать решения по замене (регенерации) средства защиты.

### УЧЕБНЫЙ ПЛАН ПРОВЕДЕНИЯ ИНТЕРАКТИВНЫХ ЗАНЯТИЙ

Учебным планом дисциплины для студентов очного обучения предусмотрено 12 часов (2 часа для заочного обучения) интерактивных занятий в 4-ом учебном семестре.

Тема	Вид занятия	Кол-во часов
Тема 3. Расчет цепей постоянного тока	Проблемная лекция Учебная дискуссия	2

	Деловая игра	
Тема 4. Расчет цепей переменного тока	Круглый стол	2
Тема 10. Основы электроники и электрические измерения	Круглый стол	2
Тема 12. Исследование двигателя постоянного тока	Круглый стол Учебная дискуссия	2
Тема 14. Исследование двигателя переменного тока	Проблемная лекция Круглый стол	2
Тема 16. Исследование трансформатора	Круглый стол Учебная дискуссия	2
<b>Итого</b>		<b>12</b>

## 2. ПОРЯДОК ОРГАНИЗАЦИИ ИНТЕРАКТИВНЫХ ЗАНЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Интерактивный («Inter» - это взаимный, «act» - действовать) – означает взаимодействовать, находиться в режиме беседы, диалога с кем-либо. Другими словами, в отличие от активных методов, интерактивные ориентированы на более широкое взаимодействие студентов не только с преподавателем, но и друг с другом и на доминирование активности студентов в процессе обучения. Место преподавателя на интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности студентов на достижение целей занятия. Преподаватель также разрабатывает план занятия (обычно, это интерактивные упражнения и задания, в ходе выполнения которых студент изучает материал).

Интерактивное обучение — это специальная форма организации познавательной деятельности. Она подразумевает вполне конкретные и прогнозируемые цели. *Цель* состоит в создании комфортных условий обучения, при которых студент или слушатель чувствует свою успешность, свою интеллектуальную состоятельность, что делает продуктивным сам процесс обучения, дать знания и навыки, а также создать базу для работы по решению проблем после того, как обучение закончится.

Другими словами, интерактивное обучение – это, прежде всего, диалоговое обучение, в ходе которого осуществляется взаимодействие между студентом и преподавателем, между самими студентами.

### **Принципы работы на интерактивном занятии:**

- занятие – не лекция, а общая работа.
- все участники равны независимо от возраста, социального статуса, опыта, места работы.
- каждый участник имеет право на собственное мнение по любому вопросу.
- нет места прямой критике личности (подвергнуться критике может только идея).
- все сказанное на занятии – не руководство к действию, а информация к размышлению.

1 Интерактивное обучение позволяет решать одновременно несколько задач, главной из которых является развитие коммуникативных умений и навыков. Данное обучение помогает установлению эмоциональных контактов между учащимися, обеспечивает воспитательную задачу, поскольку приучает работать в команде, прислушиваться к мнению своих товарищей, обеспечивает высокую мотивацию, прочность знаний, творчество и фантазию, коммуникабельность, активную жизненную позицию, ценность индивидуальности, свободу самовыражения, акцент на деятельность, взаимоуважение и демократич-

ность. Использование интерактивных форм в процессе обучения, как показывает практика, снимает нервную нагрузку обучающихся, дает возможность менять формы их деятельности, переключать внимание на узловые вопросы темы занятий.

В учебной дисциплине «Электротехника и электроника» используются три вида интерактивных занятий:

- проблемная занятия (лекция);
- круглый стол;
- учебная дискуссия;
- деловая игра.

**Проблемная лекция.** Активность проблемной лекции заключается в том, что преподаватель в начале и по ходу изложения учебного материала создает проблемные ситуации и вовлекает слушателей в их анализ. Разрешая противоречия, заложенные в проблемных ситуациях, они самостоятельно могут прийти к тем выводам, которые преподаватель должен был сообщить в качестве новых знаний. При этом преподаватель, используя определенные методические приемы включения слушателей в общение, как бы вынуждает «подталкивает» их к поиску правильного решения проблемы. На проблемной лекции слушатель находится в социально активной позиции, особенно когда она идет в форме живого диалога. Он высказывает свою позицию, задает вопросы, находит ответы и представляет их на суд всей аудитории. Когда аудитория привыкает работать в диалогических позициях, усилия педагога окупаются сторицей – начинается совместное творчество. Если традиционная лекция не позволяет установить сразу наличие обратной связи между аудиторией и педагогом, то диалогические формы взаимодействия со слушателями позволяют контролировать такую связь.

Лекция становится проблемной в том случае, когда в ней реализуется принцип проблемности, а именно:

- дидактическая обработка содержания учебного курса до лекции, когда преподаватель разрабатывает систему познавательных задач – учебных проблем, отражающих основное содержание учебного предмета;
- развёртывание этого содержания непосредственно на лекции, то есть построение лекции как диалогического общения преподавателя со студентами.

Диалогическое общение – диалог преподавателя со студентами по ходу лекции на тех этапах, где это целесообразно, либо внутренний диалог (самостоятельное мышление), что наиболее типично для лекции проблемного характера. Во внутреннем диалоге студенты вместе с преподавателем ставят вопросы и отвечают на них или фиксируют вопросы для последующего выяснения в ходе самостоятельных заданий, индивидуальной консультации с преподавателем или же обсуждения с другими студентами, а также на семинаре.

Диалогическое общение – необходимое условие для развития мышления студентов, поскольку по способу своего возникновения мышление диалогично. Для диалогического общения преподавателя со студентами необходимы следующие условия:

- преподаватель входит в контакт со студентами как собеседник, пришедший на лекцию «поделиться» с ними своим личным опытом;
- преподаватель не только признаёт право студентов на собственное суждение, но и заинтересован в нём;

- новое знание выглядит истинным не только в силу авторитета преподавателя, учёного или автора учебника, но и в силу доказательства его истинности системой рассуждений;

- материал лекции включает обсуждение различных точек зрения на решение учебных проблем, воспроизводит логику развития науки, её содержания, показывает способы разрешения объективных противоречий в истории науки;

- общение со студентами строится таким образом, чтобы подвести их к самостоятельным выводам, сделать их соучастниками процесса подготовки, поиска и нахождения путей разрешения противоречий, созданных самим же преподавателем;

- преподаватель строит вопросы к вводимому материалу и стимулирует студентов к самостоятельному поиску ответов на них по ходу лекции.

2 **Круглый стол** — это метод активного обучения, одна из организационных форм познавательной деятельности учащихся, позволяющая закрепить полученные ранее знания, восполнить недостающую информацию, сформировать умения решать проблемы, укрепить позиции, научить культуре ведения дискуссии. Характерной чертой «круглого стола» является сочетание тематической дискуссии с групповой консультацией.

Основной целью проведения «круглого стола» является выработка у учащихся профессиональных умений излагать мысли, аргументировать свои соображения, обосновывать предлагаемые решения и отстаивать свои убеждения. При этом происходит закрепление информации и самостоятельной работы с дополнительным материалом, а также выявление проблем и вопросов для обсуждения.

Важной задачей при организации «круглого стола» является:

- обсуждение в ходе дискуссии одной-двух проблемных, острых ситуаций по данной теме;

- иллюстрация мнений, положений с использованием различных наглядных материалов (схемы, диаграммы, графики, аудио-, видеозаписи, фото-, кинодокументы);

- тщательная подготовка основных выступающих (не ограничиваться докладами, обзорами, а высказывать свое мнение, доказательства, аргументы).

При проведении «круглого стола» необходимо учитывать некоторые особенности:

а) нужно, чтобы он был действительно круглым, т.е. процесс коммуникации, общения, происходил «глаза в глаза». Принцип «круглого стола» (не случайно он принят на переговорах), т.е. расположение участников лицом друг к другу, а не в затылок, как на обычном занятии, в целом приводит к возрастанию активности, увеличению числа высказываний, возможности личного включения каждого учащегося в обсуждение, повышает мотивацию учащихся, включает невербальные средства общения, такие как мимика, жесты, эмоциональные проявления.

б) преподаватель также располагался в общем кругу, как равноправный член группы, что создает менее формальную обстановку по сравнению с общепринятой, где он сидит отдельно от студентов они обращены к нему лицом. В классическом варианте участники адресуют свои высказывания преимущественно ему, а не друг другу. А если преподаватель сидит среди студентов, обращения членов группы друг к другу становятся более частыми и менее скованными, это также способствует формированию благоприятной обстановки для дискуссии и развития взаимопонимания между преподавателем и студентами.

«Круглый стол» целесообразно организовать следующим образом:

1) Преподавателем формулируются (рекомендуется привлечь и самих студентов) вопросы, обсуждение которых позволит всесторонне рассмотреть проблему;

2) Вопросы распределяются по подгруппам и раздаются участникам для целенаправленной подготовки;

3) Для освещения специфических вопросов могут быть приглашены специалисты (юрист, социолог, психолог, экономист);

4) В ходе занятия вопросы раскрываются в определенной последовательности.

Выступления специально подготовленных студентов обсуждаются и дополняются. Задаются вопросы, студенты высказывают свои мнения, спорят, обосновывают свою точку зрения.

*Дискуссия* (от лат. *discussio* — исследование, рассмотрение) — это всестороннее обсуждение спорного вопроса в публичном собрании, в частной беседе, споре. Другими словами, дискуссия заключается в коллективном обсуждении какого-либо вопроса, проблемы или сопоставлении информации, идей, мнений, предложений. Цели проведения дискуссии могут быть очень разнообразными: обучение, тренинг, диагностика, преобразование, изменение установок, стимулирование творчества и др.

Во время дискуссии студенты могут либо дополнять друг друга, либо противостоять один другому. В первом случае проявляются черты диалога, а во втором дискуссия приобретает характер спора.

*Роль организатора «круглого стола» сводится к следующему:*

- заранее подготовить вопросы, которые можно было бы ставить на обсуждение по выводу дискуссии, чтобы не дать ей погаснуть;

- не допускать ухода за рамки обсуждаемой проблемы;

- обеспечить широкое вовлечение в разговор как можно большего количества студентов, а лучше — всех;

- не оставлять без внимания ни одного неверного суждения, но не давать сразу же правильный ответ; к этому следует подключать учащихся, своевременно организуя их критическую оценку;

- не торопиться самому отвечать на вопросы, касающиеся материала дискуссии: такие вопросы следует переадресовывать аудитории;

- следить за тем, чтобы объектом критики являлось мнение, а не участник, выразивший его.

- сравнивать разные точки зрения, вовлекая учащихся в коллективный анализ и обсуждение, помнить слова К.Д. Ушинского о том, что в основе познания всегда лежит сравнение.

*Эффективность проведения дискуссии зависит от таких факторов, как:*

- подготовка (информированность и компетентность) студента по предложенной проблеме;

- семантическое однообразие (все термины, дефиниции, понятия и т.д. должны быть одинаково поняты всеми учащимися);

- корректность поведения участников;

- умение преподавателя проводить дискуссию.

Основная часть дискуссии обычно предполагает ситуацию сопоставления, конфронтации и даже конфликта идей, который в случае, неумелого руководства дискуссией

может перерасти в конфликт личностей. Завершающим этапом дискуссии является выработка определенных единых или компромиссных мнений, позиций, решений. На этом этапе осуществляется контролирующая функция занятия.

*Деловая игра* — средство моделирования разнообразных условий профессиональной деятельности (включая экстремальные) методом поиска новых способов ее выполнения. Деловая игра имитирует различные аспекты человеческой активности и социального взаимодействия. Игра также является методом эффективного обучения, поскольку снимает противоречия между абстрактным характером учебного предмета и реальным характером профессиональной деятельности. Существует много названий и разновидностей деловых игр, которые могут отличаться методикой проведения и поставленными целями: дидактические и управленческие игры, ролевые игры, проблемно-ориентированные, организационно-деятельностные игры и др.

Деловая игра позволяет найти решение сложных проблем путем применения специальных правил обсуждения, стимулирования творческой активности участников как с помощью специальных методов работы (например, методом «мозгового штурма»), так и с помощью модеративной работы психологов-игротехников, обеспечивающих продуктивное общение.

Проблемно-ориентированная деловая игра проводится обычно не более 3-х дней. Она позволяет сгенерировать решение множества проблем и наметить пути их решения, запустить механизм реализации стратегических целей. Деловая игра особенно эффективна при компетентностно-ориентированном образовательном процессе.

Специфика обучающих возможностей деловой игры как метода активного обучения состоит в следующем:

- процесс обучения максимально приближен к реальной практической деятельности руководителей и специалистов. Это достигается путем использования в деловых играх моделей реальных социально-экономических отношений.

- метод деловых игр представляет собой не что иное, как специально организованную деятельность по активизации полученных теоретических знаний, переводу их в деятельностный контекст. То, что в традиционных методах обучения «отдается на откуп» каждому учащемуся без учета его готовности и способности осуществить требуемое преобразование, в деловой игре приобретает статус метода. Происходит не механическое накопление информации, а деятельностное распрямление какой-то сферы человеческой реальности.

*Условия проведения деловых игр:*

- проигрывать реальные события;
- приводимые факты должны быть интересными, «живыми»;
- ситуации должны быть проблемными;
- обеспечение соответствия выбранной игровой методики учебным целям и уровню подготовленности участников;
- проверка пригодности аудитории для занятия;
- использование адекватных характеру игры способов фиксации ее процесса поведения игроков;
- определение способов анализа игрового процесса, оценка действий игроков с помощью системы критериев;

- оптимизация требований к участникам;
- структурирование игры во времени, обеспечение примерного соблюдения ее временного регламента, продолжительности пауз, завершении этапов и всего процесса игры;
- формирование игровой группы;
- руководство игрой, контроль за ее процессом;
- подведение итогов и оценка результатов.

*Пример правил деловой игры:*

- работа по изучению, анализу и обсуждению заданий в командах осуществляется в соответствии с предложенной схемой сотрудничества.

- выступление должно содержать анализ и обобщение. Ответы на предложенные вопросы должны быть аргументированными и отражать практическую значимость рассматриваемой проблемы.

- после выступления любым участником могут быть заданы вопросы на уточнение или развитие проблемы. Вопросы должны быть краткими и четкими.

- ответы на вопросы должны быть строго по существу, обоснованными и лаконичными.

- при необходимости развития и уточнения проблемы любым участником игры могут быть внесены предложения и дополнения. Они должны быть корректны и доброжелательны.

*Пример прав и обязанностей участников:*

1) Преподаватель:

- инструктирует участников деловой игры по методике ее проведения;
- организует формирование команд, экспертов;
- руководит ходом деловой игры в соответствии с дидактическими целями и правилами деловой игры;
- вносит в учебную деятельность оперативные изменения, задает вопросы, возражает и при необходимости комментирует содержание выступлений;
- вникает в работу экспертов, участвует в подведении итогов. Способствует научному обобщению результатов;
- организует подведение итогов.

2) Экспертная группа:

- оценивает деятельность участников деловой игры в соответствии с разработанными критериями;
- дорабатывает в ходе деловой игры заранее подготовленные критерии оценки деятельности команд;
- готовит заключение по оценке деятельности команд, обсуждают его с преподавателем;
- выступает с результатами оценки деятельности команд;
- распределяет по согласованию с преподавателем места между командами.

3) Участники игры:

- выполняют задания и обсуждают проблемы в соответствии со схемой сотрудничества в командах;
- доброжелательно выслушивают мнения;
- готовят вопросы, дополнения;

- строго соблюдают регламент;
- активно участвуют в выступлении.

### **3. СОДЕРЖАНИЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИНТЕРАКТИВНЫХ ЗАНЯТИЙ**

**Тема:** Основы электроники и электрические измерения

*Работа на стенде на предмет рассмотрения вопросов:*

- 1 Усилительный и ключевой режим работы транзисторов, линейные схемы замещения транзисторов в этих режимах.
- 2 Назначение и примеры простейших схем выпрямителей и инверторов, принципы их работы.
- 3 Усилители сигналов, виды и основные характеристики.
- 4 Принцип действия однокаскадного усилителя на полевых транзисторах.
- 5 Принцип действия однокаскадных усилителей на биполярных транзисторах.
- 6 Операционные усилители и преобразователи сигналов на их основе.
- 7 Базовые логические элементы, их схемные реализации.
- 8 Триггеры: назначение и классификация, примеры функциональных схем триггеров на универсальных логических элементах.

При подготовке к дискуссии студенты предварительно изучают материалы, отражающие опыт работы на соответствующих стендах

Студенты должны выбрать проблемную ситуацию в своей рабочей группе и разработать комплекс мер по решению проблемы.

Деловая игра проводится в два этапа:

1. на первом этапе студенты формулируют в рамках рабочих групп меры по решению проблемной ситуации и презентуют их перед другими группами. Меры, предложенные каждой из групп, обсуждаются и оцениваются с точки зрения соответствия мер решаемым задачам. Каждая группа должна отстаивать действенность предложенных ею мер.

2. На втором этапе изменяются условия реализации мер. Требуется пересмотреть пакет предложенных мер в условиях действия одного из действующих ограничений напряжения и тока.

Обсуждается реалистичность предложенных мер и их соответствие поставленной задаче.

Поскольку деловая игра проводится в рамках четырех академических часов, предварительное задание студенты получают до ее проведения.

*Круглый стол по вопросам общей электротехники.*

Круглый стол позволяет студентам закрепить пройденный материал, а также высказать свое суждение о электротехнике.

#### 4. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ НА ИНТЕРАКТИВНЫХ ЗАНЯТИЯХ

Каждая форма интерактивного занятия нацелена на формирование у студентов навыков коллективной работы, а также навыков формулирования собственных выводов и суждений относительно проблемного вопроса. Вместе с тем, формы проведения предусмотренных занятий различаются, поэтому критерии оценивания устанавливаются отдельно для каждой формы занятий. Максимальный балл за участие в круглом столе, учебной дискуссии или деловой игре для студентов очной формы обучения – 2 балла.

##### Критерии оценивания работы студента на круглом столе

Критерий	ДО	ЗО	ЗО (СС)
Студент выступает с проблемным вопросом	0,7	0,7	1,4
Высказывает собственное суждение по вопросу, аргументировано отвечает на вопросы оппонентов	0,8	0,9	1,8
Демонстрирует предварительную информационную готовность к обсуждению	0,3	0,6	1,2
Грамотно и четко формулирует вопросы к выступающему	0,2	0,5	1,0
<i>Итоговый максимальный балл</i>	<i>2,0</i>	<i>2,5</i>	<i>5,0</i>

##### Критерии оценивания работы студента в учебной дискуссии

Критерий	ДО	ЗО	ЗО (СС)
Демонстрирует полное понимание обсуждаемой проблемы, высказывает собственное суждение по вопросу, аргументировано отвечает на вопросы участников, соблюдает регламент выступления	2,0	2,5	5,0
Понимает суть рассматриваемой проблемы, может высказать типовое суждение по вопросу, отвечает на вопросы участников, однако выступление носит затянутый или не аргументированный характер	1,0	1,5	3,0
Принимает участие в обсуждении, однако собственного мнения по вопросу не высказывает, либо высказывает мнение, не отличающееся от мнения других докладчиков	0,6	1,0	2
Не принимает участия в обсуждении	0	0	0

##### Критерии оценивания работы студента в деловой игре

Критерий	Балл
Принимает активное участие в работе группы, предлагает собственные варианты решения проблемы, выступает от имени группы с рекомендациями по рассматриваемой проблеме либо дополняет ответчика; демонстрирует предварительную информационную готовность в игре	2,0
Принимает активное участие в работе группы, участвует в обсуждениях, высказывает типовые рекомендации по рассматриваемой проблеме, готовит возражения оппонентам, однако сам не выступает и не дополняет ответчика; демонстри-	1,0

рует информационную готовность к игре	
Принимает участие в обсуждении, однако собственной точки зрения не высказывает, не может сформулировать ответов на возражения оппонентов, не выступает от имени рабочей группы и не дополняет ответчика; демонстрирует слабую информационную подготовленность к игре	0,7
Принимает участие в работе группы, однако предлагает не аргументированные, не подкрепленные фактическими данными решения; демонстрирует слабую информационную готовность	0,5
Не принимает участия в работе группы, не высказывает никаких суждений, не выступает от имени группы; демонстрирует полную неосведомленность по сути изучаемой проблемы.	0

## Методические указания к самостоятельной работе студентов

### по дисциплине

Изучение дисциплины «Электротехника и электроника» предусматривает систематическую самостоятельную работу студентов над материалами; развитие навыков самоконтроля, способствующих интенсификации учебного процесса. Изучение лекционного материала по конспекту лекций должно сопровождаться изучением рекомендуемой литературы, основной и дополнительной. Основной целью организации самостоятельной работы студентов является систематизация и активизация знаний, полученных ими на лекциях и в процессе подготовки к практическим (семинарским) занятиям.

Основными задачами самостоятельных внеаудиторных занятий являются:

- закрепление, углубление, расширение и систематизация занятий;
- формирование профессиональных умений и навыков;
- формирование умений и навыков самостоятельного умственного труда;
- мотивирование регулярной целенаправленной работы по освоению дисциплины;
- развитие самостоятельности мышления;
- формирование уверенности в своих силах, волевых черт характера, способности к самоорганизации;
- овладение технологическим учебным инструментом.

1. Методические указания включают в себя задания самостоятельной работы для закрепления и систематизации знаний, задания самостоятельной работы для формирования умений и задания для самостоятельного контроля знаний.

Задания для закрепления и систематизации знаний включают в себя перечень тем рефератов, а также рекомендации по подготовке реферата и доклада.

Задания для формирования умений содержат ситуационные задачи по курсу.

Задания для самостоятельного контроля знаний позволят закрепить пройденный материал и сформировать навыки формулирования кратких ответов на поставленные вопросы.

Задания включают вопросы для самоконтроля и тесты для оценки уровня освоения материала теоретического курса. Для удобства работы с материалом, все задания разбиты по темам дисциплины.

Самостоятельный контроль знаний студентами позволяет сформировать следующие компетенции:

ОПК-1 способностью учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области обеспечения техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности;

ПК-4 способностью использовать методы расчетов элементов технологического оборудования по критериям работоспособности и надежности;

ПК-6 способностью принимать участие в установке (монтаже), эксплуатации средств защиты;

ПК-7 способностью организовывать и проводить техническое обслуживание, ремонт, консервацию и хранение средств защиты, контролировать состояние используемых средств защиты, принимать решения по замене (регенерации) средства защиты.

## 1. Содержание самостоятельной работы и формы ее контроля

№ п/п	Раздел дисциплины (модуля), темы раздела	Содержание самостоятельной работы	Формы контроля
1.	Раздел 1. Электрические и магнитные цепи	Работа с учебной литературой. Подготовка докладов. Поиск и обзор научных публикаций, электронных источников информации, подготовка заключения по обзору. Анализ фактических материалов, составление выводов на основе проведенного анализа	Опрос, оценка выступлений.
2.	Раздел 2. Электромагнитные устройства и электрические машины	Работа с учебной литературой. Подготовка докладов. Поиск и обзор научных публикаций, электронных источников информации, подготовка заключения по обзору. Анализ фактических материалов, составление выводов на основе проведенного анализа	Опрос, оценка выступлений. Проверка индивидуальных домашних заданий
3.	Раздел 3. Основы электроники и электрические измерения	Работа с учебной литературой. Подготовка докладов. Поиск и обзор научных публикаций, электронных источников информации, подготовка заключения по обзору. Анализ фактических материалов, составление выводов на основе проведенного анализа	Оценка Выступлений. Проверка индивидуальных заданий
	Итого		

## 2. Задания самостоятельной работы для закрепления и систематизации знаний

### 2.1. Подготовка доклада

**Доклад** – это форма работы, напоминающая реферат, но предназначенная по определению для устного сообщения. Доклад задаётся студенту в ходе текущей учебной деятельности, чтобы он выступил с ним устно на одном из семинарских или практических занятий. На подготовку отводится достаточно много времени (от недели и более).

Поскольку доклад изначально планируется как устное выступление, он несколько отличается от тех видов работ, которые постоянно сдаются преподавателю и оцениваются им в письменном виде. Необходимость устного выступления предполагает соответствие некоторым дополнительным критериям. Если письменный текст должен быть правильно построен и оформлен, грамотно написан и иметь удовлетворительно раскрывающее тему содержание, то для устного выступления этого мало. Устное выступление, чтобы быть удачным, должно хорошо восприниматься на слух, то есть быть интересно для аудитории подано.

Текст доклада должен быть построен в соответствии с регламентом предстоящего выступления. Преподаватель обычно заранее сообщает, сколько времени отводится док-

ладчику (5-7 минут). Уложиться в регламент очень важно, так как этот момент даже выходит на первое место среди критериев оценки доклада. В противном случае вас прервут, вы не успеете сказать всего, что рассчитывали, причем, вероятно, самого главного, поскольку обычно в конце доклада делаются выводы. От того качество выступления станет намного ниже и произведенное вами впечатление, как и полученная оценка, оставят желать лучшего.

Поэтому не меньшее внимание, чем написание самого доклада, следует уделить его чтению. Написав черновой вариант, попробуйте прочесть его самому себе или кому – то из взрослых и друзей вслух. При этом нужно читать не торопясь, но без лишней медлительности, стараясь приблизить темп речи к своему обычному темпу чтения вслух. Дело в том, что волнение во время чтения доклада перед аудиторией помешает вам всё время контролировать темп своей речи, и она всё равно самопроизвольно приобретет обычно свойственный темп, с той лишь разницей, что будет несколько более быстрой из – за волнения. Так что, если ваш текст окажется невозможно прочитать за установленное регламентом время, не стоит делать вывод, что читать нужно вдвое быстрее. Лучше просто пересмотреть доклад и постараться сократить в нём самое главное, избавиться от лишних эпитетов, вводных оборотов – там, где без них можно обойтись. Сделав первоначальное сокращение, перечитайте снова текст. Если опять не удалось уложиться в регламент, значит, нужно что – то радикально менять в структуре текста: сократить смысловую разбежку по вводной части (сделать так, чтобы она быстрее подводила к главному), сжать основную часть, в заключительной части убрать всё, кроме выводов, которые следует пронумеровать и изложить тезисно, сделав их максимально чёткими и краткими.

Очень важен и другой момент. Не пытайтесь выступить экспромтом или полуэкспромтом, не отступайте в момент выступления слишком далеко от подготовительного текста.

Выбирая тему, следует внимательно просмотреть список и выбрать несколько наиболее интересных и предпочтительных для вас тем.

- 1) Доклад пишите аккуратно, без помарок, чтобы вы могли быстро воспользоваться текстом при необходимости.
- 2) Отвечайте на вопросы конкретно, логично, по теме, с выводами и обобщением, проявляя собственное отношение к проблеме.
- 3) В конце доклада укажите используемую литературу.
- 4) Приводимые в тексте цитаты и выписки обязательно документируйте со ссылками на источник.

#### **Темы докладов**

- 1 Линейный трансформатор. Физическая и математическая модели. Трансформатор как элемент электрической цепи.
- 2 Режимы работы линейного трансформатора и эквивалентная схема приведенного трансформатора.
- 3 Трёхфазная система напряжений, основные соотношения, способы получения, источники трёхфазного напряжения и их эквивалентные схемы. Нормированные уровни напряжений. Кабели и провода, используемые в трёхфазных цепях.
- 4 Трёхфазная нагрузка. Симметричная и несимметричная нагрузка при соединении фаз в треугольник и звезду. Схемы и расчет эквивалентных параметров нагрузки в трёхфазных цепях.

- 5 Трехфазная трех- и четырехпроводная сеть с симметричной нагрузкой, схемы, расчетные соотношения для определения линейных и фазных токов и напряжений. Использование векторных диаграмм.
- 6 Мощности трехфазной сети. Измерение активной и реактивной мощности. Счетчики электрической энергии.
- 7 Основы электробезопасности. Режимы нейтрали. Понятие о напряжении прикосновения. Заземление и зануление. Рабочий и защитный нулевой проводник. Общие понятия о токах утечки и устройствах защитного отключения.
- 8 Нелинейные резистивные элементы: модели и физические аналоги. Графическое и аналитическое представление вольтамперных характеристик нелинейных резистивных элементов. Основные свойства.
- 9 Расчет разветвленных нелинейных цепей с одним нелинейным элементом и источниками постоянного напряжения (определение рабочей точки усилителя).
- 10 Понятия магнитной цепи и ее элементов. Законы магнитных цепей. Расчет неразветвленной магнитной цепи с источником постоянной МДС.
- 11 Однофазный трансформатор со стальным сердечником. Отличие от линейного трансформатора. Многообмоточные трансформаторы.
- 12 Трехфазные трансформаторы: назначение, конструкция, принцип действия, основные эксплуатационные параметры.
- 13 Асинхронные двигатели: назначение, конструкция, принцип действия, паспортные данные и эксплуатационные характеристики.
- 14 Способы пуска и регулирования скорости асинхронных двигателей.
- 15 Синхронные генераторы: назначение, конструкция и принцип действия. Внешняя характеристика.
- 16 Синхронные двигатели. Основные характеристики. Механическая характеристика
- 17 Генераторы постоянного тока: назначение, конструкция, способы возбуждения, основные характеристики.
- 18 Двигатели постоянного тока: назначение, конструкция, способы возбуждения, основные характеристики.
- 19 Усилительный и ключевой режим работы транзисторов, линейные схемы замещения транзисторов в этих режимах.
- 20 Назначение и примеры простейших схем выпрямителей и инверторов, принципы их работы.
- 21 Усилители сигналов, виды и основные характеристики.
- 22 Принцип действия однокаскадного усилителя на полевых транзисторах.
- 23 Принцип действия однокаскадных усилителей на биполярных транзисторах.
- 24 Операционные усилители и преобразователи сигналов на их основе.
- 25 Базовые логические элементы, их схемные реализации.
- 26 Триггеры: назначение и классификация, примеры функциональных схем триггеров на универсальных логических элементах.
- 27 Регистры и счетчики импульсов: определение, выполняемые операции, примеры схемной реализации.

## 2.2. Подготовка реферата

**Реферат** (от лат. *refero* ‘сообщаю’) – краткое изложение в письменном виде или в форме публичного доклада содержания научного труда (трудов), литературы по теме.

Это самостоятельная научно – исследовательская работа студента, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы; приводит различные точки зрения, а так же собственные взгляды на неё. Содержание реферата должно быть логичным; изложение материала носить проблемно – тематический характер. Тематика рефератов обычно определяется преподавателем, но в определении темы инициативу может проявить и студент.

Прежде чем выбрать тему для реферата, автору необходимо выяснить свой интерес, определить, над какой проблемой он хотел бы поработать, более глубоко её изучить.

### **Этапы работы над рефератом**

#### **Выбор темы:**

Не беритесь за тему, которую вам навязывают, когда к ней, что называется, не лежит душа. В большинстве случаев хорошо получается только та работа, к которой испытываешь интерес. Предпочтительно, чтобы окончательная формулировка темы была чёткой и достаточно краткой. В ней не должно быть длинных, придаточных предложений. Хорошо, если в названии будет указан ракурс вашего подхода к теме. Не считайте, что тема должна полностью определять все содержание и строение дисциплины. Как правило, в процессе написания выявляются новые нюансы вопроса, порой возникают довольно продуктивные отвлечения от основной темы, и сама формулировка проблемы часто конкретизируется и немного меняется. Лучше подкорректировать тему под уже написанный текст, чем переписывать текст до тех пор пока он, наконец, идеально совпадёт с выбранной вами темой. Поэтому формулируйте тему так, чтобы была возможность всё – таки её подкорректировать. Если тема уже утверждена, а вам вдруг она показалась уже не интересной, слишком простой или, наоборот, слишком трудной, не просите заменить её. Раз так получилось, с большей вероятностью можно предположить, что как только тему сменят, она опять вам разонравится. Старайтесь доводить начатое до конца. Однако, если написанная работа никак не клеится и вы уверены, что это из – за темы, - попробуйте её сменить.

**Подбор источников по теме (как правило, при разработке реферата используется не менее 8 – 10 различных источников)**

Студенты самостоятельно подбирают литературу, необходимую при написания реферата. Для этого вы должны научиться работать с каталогами. Составление библиографии.

### **Разработка плана реферата**

Структура реферата должна быть следующей:

1. Титульный лист
2. Содержание (в нём последовательно излагаются названия пунктов реферата, указываются страницы, с которых начинается каждый пункт).
3. Введение (формулируется суть исследуемой проблемы, обосновывается выбор темы, определяется её значимость и актуальность, указывается цель задачи реферата, даётся характеристика используемой литературы).
4. Основная часть (каждый раздел её, доказательно раскрывая отдельную проблему или одну из её сторон, логически является продолжением предыдущего; в основной части могут быть предоставлены таблицы, графики, схемы).

5. Заключение (подводятся итоги или даётся обобщённый вывод по теме реферата, предлагаются рекомендации).

6. Список использованных источников.

Под рубрикацией текста понимается его членение на логически самостоятельные составные части.

Если введение и заключение обычно бывают цельными, то основная часть, в свою очередь, подвергается более дробной рубрикации на главы и параграфы. Она осуществляется посредством нумерации и заголовков.

Каждый заголовок должен строго соответствовать содержанию следующего за ним текста.

Название глав и параграфов не следует делать ни слишком многословными, длинными, ни чересчур краткими. Длинные заголовки, занимающие несколько строк, выглядят громоздкими и с трудом воспринимаются. Тем более, что названия глав и параграфов набираются более крупными буквами. Слишком краткое название теряет всякую конкретность и воспринимается как общее. В заголовок не следует включать узкоспециальные термины, сокращения, аббревиатуру, формулы.

Помимо выделения частей текста, имеющих названия и номера, существует более дробная рубрикация без использования номеров и названий. Это деление текста на абзацы, то есть периодическое логически обусловленное отделение фрагментов написанного друг от друга с отступом вправо в начале первой строчки фрагмента. Абзацы позволяют сделать излагаемые мысли более рельефными, облегчают восприятие текста при чтении и его осмысление.

Желательно, чтобы объём абзацев был средним. Редкость отступов делает текст монотонным, а чрезмерная частота мешает сосредоточиться читателю на мысли автора.

Между абзацами непременно должна существовать логическая связь, объединяющая их в цельное повествование.

### **Стилистика текста**

Очень важно не только то, как вы раскроете тему, но и язык, стиль, общая манера подачи содержания.

Научный текст красив, когда он максимально точен и лаконичен. Используемые в нём средства выражения, прежде всего, должны отличаться точностью, смысловой ясностью. Ключевые слова научного текста – это не просто слова, а понятия. Когда вы пишете, пользуйтесь понятийным аппаратом, то есть установленной системой терминов, значение и смысл которых должен быть для вас не расплывчатым, а чётким и ясным. Необходимость следить за тем, чтобы значение используемых терминов соответствовало принятому в данной дисциплине употреблению.

Вводные слова и обороты типа «итак», «таким образом» показывают, что данная часть текста служит как бы обобщением изложенного выше. Слова и обороты «следовательно», «отсюда следует, что...» свидетельствуют о том, что между сказанным выше и тем, что будет сказано сейчас, существуют причинно – следственные отношения. Слова типа «вначале», «во – первых», «во – вторых», «прежде всего», «наконец», «в заключении сказанного» указывают на место излагаемой мысли или факта в логической структуре текста. Слова и обороты «однако», «тем не менее», «впрочем», «между тем» выражают наличие противоречия между только что сказанным и тем, что сейчас будет сказано.

Обороты типа «рассмотрим подробнее...» или «перейдём теперь к...» помогают более чёткой рубрикации текста, поскольку подчёркивают переход к новой невыделенной особой рубрикой части изложения.

Показателем культуры речи является высокий процент в тексте сложносочинённых и сложноподчинённых предложений. Сплошной поток простых предложений производит

впечатление примитивности и смысловой бедности изложения. Однако следует избегать слишком длинных, запутанных и громоздких сложных предложений, читая которые, к концу забываешь, о чём говорилось в начале.

В тексте не должно быть многословия, смыслового дублирования, тавтологий. Его не стоит загромождать витиеватыми канцелярскими оборотами, ненужными повторами. Никогда не употребляйте слов и терминов, точное значение которых вам не известно.

### **Цитаты и ссылки**

Необходимым элементом написания работы является цитирование. Цитаты в умеренных количествах украшают текст и создают впечатление основательности: вы подкрепляете и иллюстрируете свои мысли высказываниями авторитетных учёных, выдержками из документов и т. д. Однако цитирование тоже требует определённых навыков, поскольку на цитируемый источник надо грамотно оформить ссылку. Отсутствие ссылки представляет собой нарушение авторских прав, а неправильно оформленная ссылка рассматривается как серьёзная ошибка. Умение правильно, с соблюдением чувства меры, к месту цитировать источник – один из самых необходимых навыков при выполнении рефератов и докладов, т. к. обилие цитат может произвести впечатление несамостоятельности всей работы в целом.

Наиболее распространённая форма цитаты – прямая.

Например: «Язык, - отмечал А. П. Чехов, - должен быть прост и изящен».

Если вы цитируете источник, обязательно нужно на него сослаться. В студенческих работах обычно это делается с помощью внутритекстовых сносок.

### **Сокращения в тексте**

В текстах принята единая система сокращений, которой необходимо следовать и при написании работы. Обязательно нужно сокращать слова «век», «год» при указании конкретных дат и просто хронологических границ описываемых явлений и событий. Когда эти слова употребляются в единственном числе, при сокращении оставляется только первая буква: 1967 г., XX в. Если речь идёт о нескольких датах или веках, или о периоде, длившемся с какого – то года по какой – то на протяжении нескольких веков, первая буква слова «век» или «год» удваивается: 1902 – 1917 гг., X – XIV вв.

Сложные термины, названия организаций, учреждений, политических партий сокращаются с помощью установленных аббревиатур, которые состояются из первых букв каждого слова, входящего в название. Так, вместо слов «высшее учебное заведение» принято писать «вуз» (обратите внимание на то, что в данном случае все буквы аббревиатуры – строчные). Название учебных и академических учреждений тоже сокращаются по первым буквам: Российская Академия наук – РАН. В академическом тексте можно пользоваться и аббревиатурами собственного сочинения, сокращая таким образом, часто встречающихся в работе сложные составные термины. При первом употреблении такой аббревиатуры необходимо в скобках или в сноске дать её объяснение.

В конце предложения (но не в середине!) принято иногда пользоваться установленными сокращениями некоторых слов и оборотов, например: «и др.» (и другие), «и т. п.» (и тому подобное), «и т. д.» (и так далее), «и пр.» (и прочее).оборот «то есть» сокращается по первым буквам: «т. е.». Внутри предложения такие сокращения не допускаются.

Некоторые виды сокращений допускаются и требуются только в ссылках, тогда как в самом тексте их не должно быть. Это «см.» (смотри), «ср.» (сравни), «напр.» (например), «акад.» (академик), «проф.» (профессор).

Названия единиц измерения при числовых показателях сокращаются строго установленным образом: оставляется строчная буква названия единицы измерения, точка после неё не ставится: 3л (три литра), 5м (пять метров), 7т (семь тонн), 4 см (четыре сантиметра).

Рассмотрим теперь правила оформления числительных в академическом тексте. Порядковые числительные – «первый», «пятых», «двести восьмой» пишутся словами, а не цифрами. Если порядковое числительное входит в состав сложного слова, оно записывается цифрой, а рядом через дефис пишется вторая часть слова, например: «девятипроцентный раствор» записывается как «9 – процентный раствор».

Однозначные количественные числительные в тексте пишутся словами: «в течение шести лет», «сроком до пяти месяцев». Многозначные количественные числительные записываются цифрами: «115 лет», «320 человек». В тех случаях, когда числительным начинается новый абзац, оно записывается словами. Если рядом с числом стоит сокращённое название единицы измерения, числительное пишется цифрой независимо от того, однозначное оно или многозначное.

Количественные числительные в падежах кроме именительного, если записываются цифрами, требуют добавления через дефис падежного окончания: «в 17-ти», «до 15-ти». Если за числительным следует относящееся к нему существительное, то падежное окончание не пишется: «в 12 шагах», а не в «12-ти шагах».

Порядковые числительные, когда они записываются арабскими цифрами, требуют падежных окончаний, которые должны состоять: из одной буквы в тех случаях, когда перед окончанием числительного стоит одна или две согласные или «й»: «5-я группа», а не «5-ая», «в 70-х годах», а не «в 70-ых»; Из двух букв, если числительное оканчивается на согласную и гласную: «2-го», а не «2-ого» или «2-о».

Если порядковое числительное следует за существительным, к которому относится, то оно пишется цифрой без падежного окончания: «в параграфе 1», «на рис. 9».

Порядковые числительные, записываются римскими цифрами, никогда не имеют падежных окончаний, например, «в XX веке», а не «в XX-ом веке» и т. п.

### **Оформление текста**

Реферат должен быть отпечатан на компьютере. Текст реферата должен быть отпечатан на бумаге стандартом А4 с оставлением полей по стандарту: верхнее и нижнее поля по 2,0 см., слева - 3 см., справа – 1 см.

Заглавия (название глав, параграфов) следует печатать жирным шрифтом (14), текст – обычным шрифтом (14) и интервалом между строк 1,5.

В тексте должны быть четко выделены абзацы. В абзаце отступление красной строки должно составлять 1,25 см., т. е. 5 знаков (печатается с 6-го знака).

Работа должна иметь сквозную нумерацию арабскими цифрами. Номер страницы ставится внизу страницы по центру без точки на конце.

Нумерация страниц документа (включая страницы, занятые иллюстрациями и таблицами) и приложений, входящих в состав этого документа, должна быть сквозной, первой страницей является титульный лист.

На втором листе документа помещают содержание, включающее номера и наименование разделов и подразделов с указанием номеров листов (страниц). Слово «Содержание» записывают в виде заголовка (симметрично тексту) с прописной буквы. Наименования, включенные в содержание, записывают строчными буквами, начиная с прописной.

Разделы должны иметь порядковые номера в пределах всего документа (части) и обозначаться арабскими цифрами без точки, записанными с абзацевого отступа. Раздел рекомендуется начинать с нового листа (страницы).

Подразделы должны иметь нумерацию в пределах каждого раздела. Номер подраздела состоит из номеров раздела и подраздела, разделенных точкой. В конце номера подраздела точка не ставится.

Разделы и подразделы должны иметь заголовки, кратко и четко отражающие содержание разделов и подразделов. Заголовки следует печатать с прописной буквы без точки в конце, не подчеркивая. Переносы слов по слогам в заголовках не допускаются. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой.

Расстояния между заголовком и текстом при выполнении документа машинописным способом должно быть равно 3-4 интервалам.

Обширный материал, не поддающийся воспроизведению другими способами, целесообразно сводить в таблицы. Таблица может содержать справочный материал, результаты расчетов, графических построений, экспериментов и т. д. Таблицы применяют также для наглядности и сравнения показателей.

При выборе темы реферата старайтесь руководствоваться:

- вашими возможностями и научными интересами;
- глубиной знания по выбранному направлению;
- желанием выполнить работу теоретического, практического или опытно – экспериментального характера;
- возможностью преемственности реферата с выпускной квалификационной работой.

Объем реферата может колебаться в пределах 5 – 15 печатных страниц; все приложения к работе не входят в её объем.

Реферат должен быть выполнен грамотно, с соблюдением культуры изложения.

Обязательно должны иметься ссылки на используемую литературу.

### 3. Примеры задания и их решения самостоятельной работы для формирования умений

#### Задача 1

Дано: рис. 1.15;  $R_1 = 19,5 \text{ Ом}$ ;  $R_2 = 7,5 \text{ Ом}$ ;  $R_3 = 13,5 \text{ Ом}$ ;  $R'_4 = 21 \text{ Ом}$ ;  $R''_4 = 21 \text{ Ом}$ ;  $R_5 = 15 \text{ Ом}$ ;  $R'_6 = 4 \text{ Ом}$ ;  $R''_6 = 2 \text{ Ом}$ ;  $E_2 = 21 \text{ В}$ ;  $E_3 = 45 \text{ В}$ ;  $J_2 = 0,8 \text{ А}$ ;  $J_3 = 0$ .

Решение.

1. Упростим схему электрической цепи.

$$R_6 = R'_6 + R''_6 = 4 + 2 = 6 \text{ Ом}; R_4 = \frac{(R'_4 \cdot R''_4)}{(R'_4 + R''_4)} = \frac{(21 \cdot 21)}{(21 + 21)} = 10,5 \text{ Ом};$$

$E_{23} = E_2 - J_2 R_2 = 21 - 0,8 \cdot 7,5 = 15 \text{ В}$ . источник тока  $J_3 = 0$  на схеме рис. 1.2 не показываем.

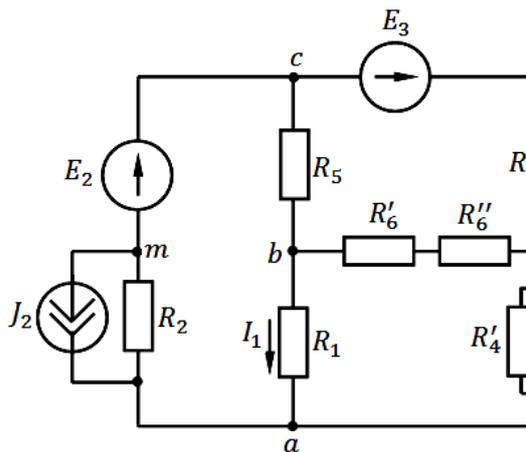


Рис. 1.1

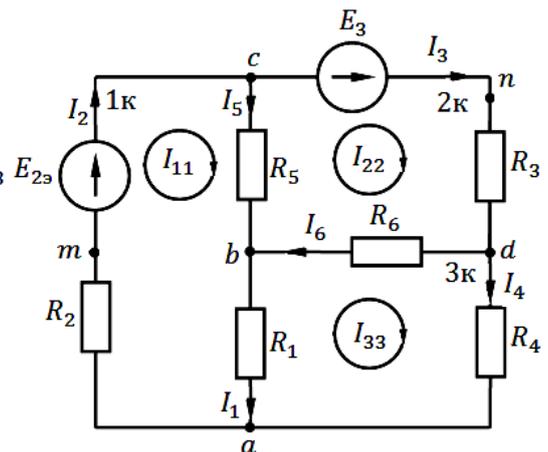


Рис. 1.2

2. Составим уравнения по законам Кирхгофа.

1.  $I_1 - I_2 + I_4 = 0$  (а);
2.  $I_6 + I_5 + I_1 = 0$  (b);
3.  $I_2 - I_5 - I_3 = 0$  (c);
4.  $E_{23} = I_2 R_2 + I_5 R_5 + I_1 R_1$  (1к);
5.  $E_3 = I_3 R_3 + I_6 R_6 - I_5 R_5$  (2к);
6.  $0 = -I_6 R_6 + I_4 R_4 - I_1 R_1$  (3к).

3. Рассчитаем токи ветвей методом контурных токов.

$$\begin{cases} 1. I_{11}R_{11} - I_{22}R_{12} - I_{33}R_{13} = E_{11}; \\ 2. -I_{11}R_{21} + I_{22}R_{22} - I_{33}R_{23} = E_{22}; \\ 3. -I_{11}R_{31} - I_{22}R_{32} + I_{33}R_{33} = E_{33}. \end{cases}$$

$$R_{11} = \sum_{1k} R = R_2 + R_5 + R_1 = 7,5 + 15 + 19,5 = 42 \text{ Ом};$$

$$R_{22} = \sum_{2k} R = R_5 + R_3 + R_6 = 15 + 13,5 + 6 = 34,5 \text{ Ом};$$

$$R_{33} = \sum_{3k} R = R_1 + R_6 + R_4 = 19,5 + 6 + 10,5 = 36 \text{ Ом};$$

$$R_{12} = R_{21} = R_5 = 15 \text{ Ом}; R_{13} = R_{31} = R_1 = 19,5 \text{ Ом}; R_{23} = R_{32} = R_6 = 6 \text{ Ом}.$$

$$E_{11} = \sum_{1k} E = E_{23} = 15 \text{ В}; E_{22} = \sum_{2k} E = E_3 = 45 \text{ В}; E_{33} = \sum_{3k} E = 0.$$

$$\Delta = \begin{vmatrix} 42 & -15 & -19,5 \\ -15 & 34,5 & -6 \\ -19,5 & -6 & 36 \end{vmatrix} = 25923,38; \Delta_1 = \begin{vmatrix} -15 & -15 & -19,5 \\ 45 & 34,5 & -6 \\ 0 & -6 & 36 \end{vmatrix} = 47655;$$

$$\Delta_2 = \begin{vmatrix} 42 & 15 & -19,5 \\ -15 & 45 & -6 \\ -19,5 & 0 & 36 \end{vmatrix} = 60783,75; \Delta_3 = \begin{vmatrix} 42 & -15 & 15 \\ -15 & 34,5 & 45 \\ -19,5 & -6 & 0 \end{vmatrix} = 35943,75.$$

$$I_{11} = \frac{\Delta_1}{\Delta} = \frac{47655}{25923,38} = 1,83802 \text{ A}; I_{22} = \frac{\Delta_2}{\Delta} = \frac{60783,75}{25923,38} = 2,344746 \text{ A};$$

$$I_{33} = \frac{\Delta_3}{\Delta} = \frac{35943,75}{25923,38} = 1,386538 \text{ A}.$$

$$I_1 = I_{11} - I_{33} = 1,838302 - 1,386538 = 0,451764 \text{ A};$$

$$I_2 = I_{11} = 1,838302 \text{ A}; I_3 = I_{22} = 2,344746 \text{ A}; I_4 = I_{33} = 1,386538 \text{ A};$$

$$I_5 = I_{11} - I_{22} = 1,838302 - 2,344746 = -0,506444 \text{ A};$$

$$I_6 = I_{22} - I_{33} = 2,344746 - 1,386538 = 0,958208 \text{ A}.$$

4. Рассчитаем баланс мощностей.

$$P_{\text{н}} = E_{23}I_2 + E_3I_3 = 15 \cdot 1,838302 + 45 \cdot 2,344746 = 133,1 \text{ Вт};$$

$$P_{\text{п}} = I_1^2R_1 + I_2^2R_2 + I_3^2R_3 + I_4^2R_4 + I_5^2R_5 + I_6^2R_6 = (0,451764)^2 \cdot 19,5 + (1,838302)^2 \cdot 7,5 +$$

$$+(2,344746)^2 \cdot 13,5 + (1,386538)^2 \cdot 10,5 + (-0,506444)^2 \cdot 15 + (0,958208)^2 \cdot 6 = 133,1 \text{ Вт}.$$

Баланс мощностей выполняется:  $P_{\text{н}} = P_{\text{п}}$ .

5. Измерим токи ветвей в программе EWB 5.0 (рис.1.3).

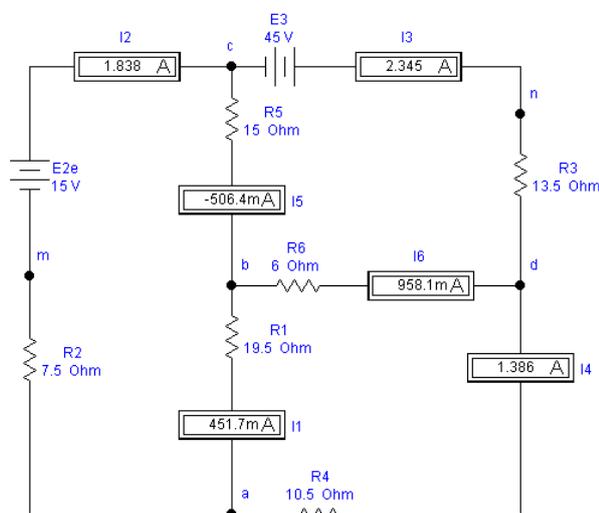


Рис. 1.3

6. Найдём токи ветвей методом наложения (рис. 1.4-1.5).

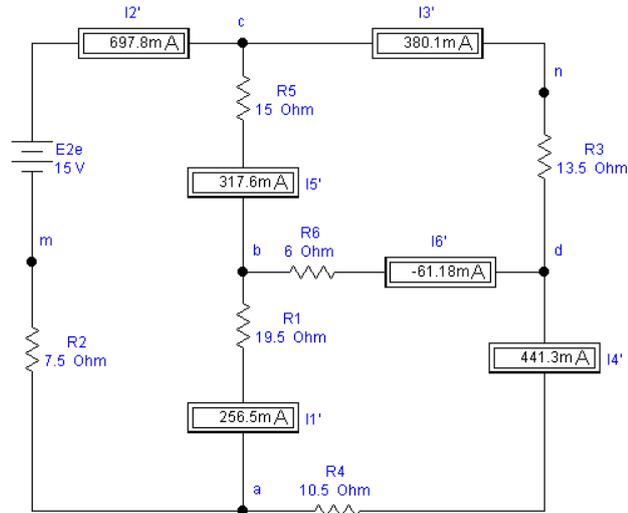


Рис. 1.4

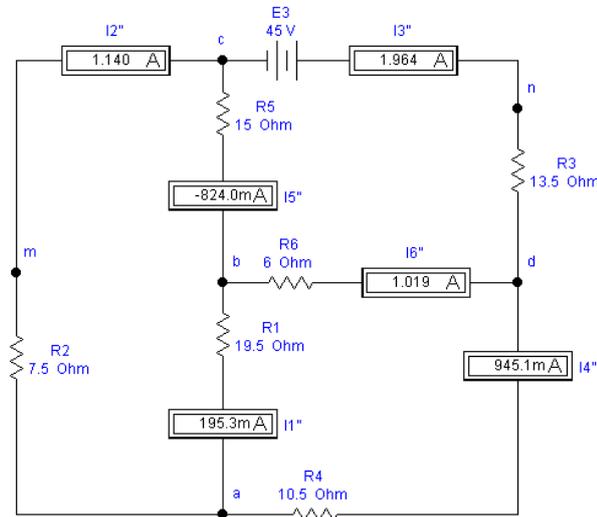


Рис. 1.5

$$\begin{aligned}
 I_1 &= I_1' + I_1'' = 0,2565 + 0,1953 = 0,4518 \text{ A;} \\
 I_2 &= I_2' + I_2'' = 0,6978 + 1,140 = 1,8378 \text{ A;} \\
 I_3 &= I_3' + I_3'' = 0,3801 + 1,9640 = 2,3441 \text{ A;} \\
 I_4 &= I_4' + I_4'' = 0,4413 + 0,9451 = 1,3864 \text{ A;} \\
 I_5 &= I_5' + I_5'' = 0,3176 - 0,8240 = -0,5064 \text{ A;} \\
 I_6 &= I_6' + I_6'' = -0,06118 + +1,019 = 0,9578 \text{ A.}
 \end{aligned}$$

7. Найдём токи ветвей методом узловых потенциалов ( $\varphi_a = 0$ ).

$$\begin{cases}
 1. \varphi_b G_{11} - \varphi_c G_{12} - \varphi_d G_{13} = I_{yb}; \\
 2. -\varphi_b G_{21} + \varphi_c G_{22} - \varphi_d G_{23} = I_{yc}; \\
 3. -\varphi_b G_{31} - \varphi_c G_{32} + \varphi_d G_{33} = I_{yd}.
 \end{cases}$$

$$G_{11} = \frac{1}{R_5} + \frac{1}{R_6} + \frac{1}{R_1} = \frac{1}{15} + \frac{1}{6} + \frac{1}{19,5} = 0,284615 \text{ См;}$$

$$G_{22} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_5} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{7,5} + \frac{1}{15} + \frac{1}{13,5} = 0,024074 \text{ CM};$$

$$G_{33} = \frac{1}{R_5} + \frac{1}{R_6} + \frac{1}{R_4} = \frac{1}{13,5} + \frac{1}{6} + \frac{1}{10,5} = 0,335979 \text{ CM};$$

$$G_{12} = G_{21} = \frac{1}{R_5} = \frac{1}{15} = 0,066667 \text{ CM}; G_{13} = G_{31} = \frac{1}{R_6} = \frac{1}{6} = 0,166667 \text{ CM};$$

$$G_{23} = G_{32} = \frac{1}{R_3} = \frac{1}{13,5} = 0,074074 \text{ CM}; I_{yc} = \frac{E_{23}}{R_2} + \frac{E_3}{R_3} = \frac{15}{17,5} - \frac{45}{13,5} = -1,333333 \text{ A};$$

$$I_{yd} = \frac{E_3}{R_3} = \frac{45}{13,5} = 3,333333 \text{ A};$$

$$\Delta = \begin{vmatrix} 0,284615 & -0,066667 & -0,166667 \\ -0,066667 & 0,024074 & -0,074074 \\ -0,166667 & -0,074074 & 0,335979 \end{vmatrix} = 0,013894;$$

$$\Delta_1 = \begin{vmatrix} 0 & -0,066667 & -0,166667 \\ -1,333333 & 0,274074 & -0,074074 \\ 3,333333 & -0,074074 & -0,335979 \end{vmatrix} = 0,122399;$$

$$\Delta_2 = \begin{vmatrix} 0,284615 & 0 & -0,166667 \\ -0,066667 & -1,333333 & -0,074074 \\ -0,166667 & 3,333333 & 0,335979 \end{vmatrix} = 0,01685;$$

$$\Delta_3 = \begin{vmatrix} 0,284615 & -0,066667 & 0 \\ -0,066667 & 0,274074 & -1,333333 \\ -0,166667 & -0,074074 & 3,333333 \end{vmatrix} = 0,202279.$$

$$\varphi_b = \frac{\Delta_1}{\Delta} = \frac{0,122399}{0,013894} = 8,809486 \text{ В}; \varphi_c = \frac{\Delta_2}{\Delta} = \frac{0,01685}{0,013894} = 1,212754 \text{ В};$$

$$\varphi_d = \frac{\Delta_3}{\Delta} = \frac{0,202279}{0,013894} = 14,558730 \text{ В}.$$

Схема измерения потенциалов узлов приведена на рис. 1.6.

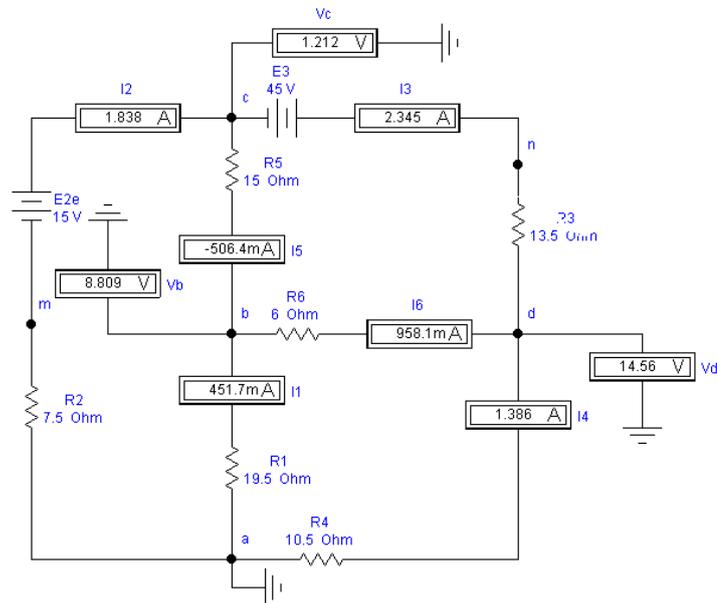


Рис. 1.6

Результаты расчета и измерения потенциалов совпадают.

$$I_1 = \frac{\varphi_d - \varphi_a}{R_1} = \frac{8,809486 - 0}{19,5} = -0,451769 \text{ A}; I_2 = \frac{\varphi_a - \varphi_c + E_{23}}{R_2} = \frac{0 - 1,212754 + 15}{7,5} = 1,838299 \text{ A};$$

$$I_3 = \frac{\varphi_c - \varphi_d + E_3}{R_3} = \frac{1,212754 - 14,558730 + 45}{13,5} = 2,344743 \text{ A}; I_4 = \frac{\varphi_d - \varphi_b}{R_4} = \frac{14,558730}{10,5} = 1,386546 \text{ A};$$

$$I_5 = \frac{\varphi_c - \varphi_b}{R_5} = \frac{1,212754 - 8,809486}{15} = -0,506449 \text{ A};$$

$$I_6 = \frac{\varphi_d - \varphi_b}{R_6} = \frac{14,558730 - 8,809486}{6} = 0,958207 \text{ A}.$$

8. Определим ток эквивалентного источника ЭДС.

а) измерение параметров  $U_{xx}$  и  $R_{bx}$  (рис. 1.7-1.8).

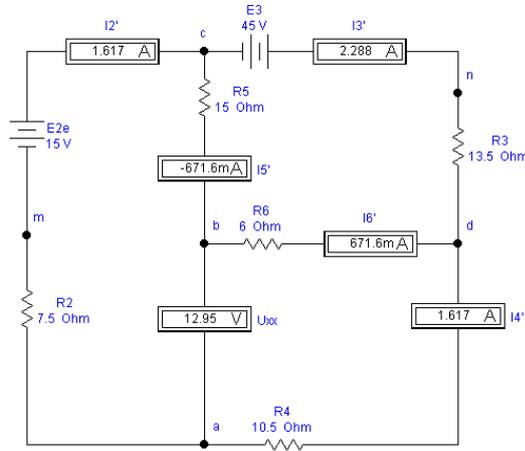


Рис. 1.7

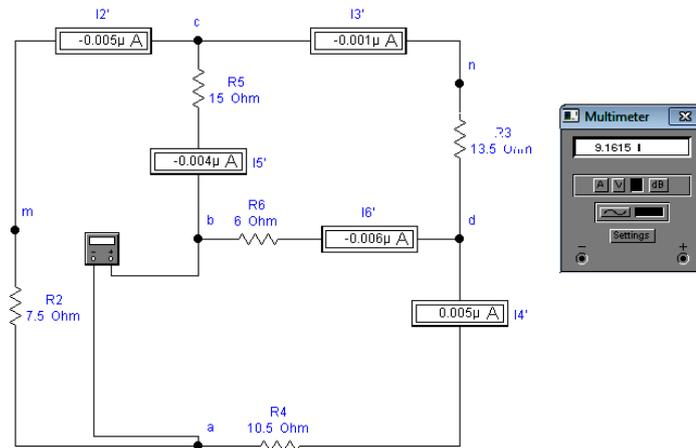


Рис. 1.8

$$I_1 = \frac{U_{xx}}{R_1 + R_{bx}} = \frac{12,95}{19,5 + 9,1615} = 0,451826 \text{ A}.$$

б) расчёт параметров  $U_{xx}$  и  $R_{ex}$  (рис. 1.9-1.12).

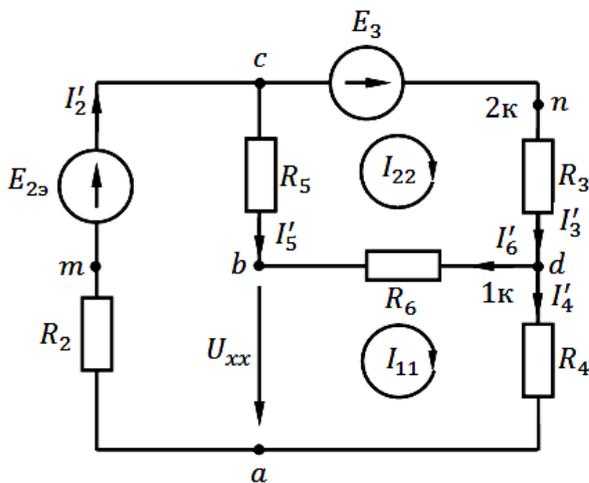


Рис. 1.9

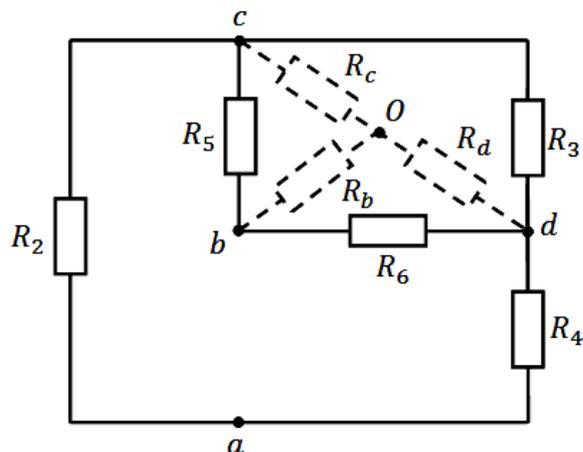


Рис. 1.10

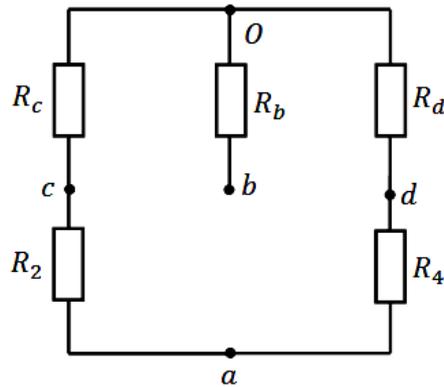


Рис. 1.11

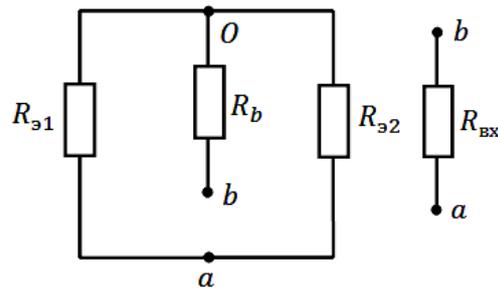


Рис. 1.12

Рис. 1.13

Определим  $U_{xx}$ . Составим уравнение по 2-му закону Кирхгофа для контура *amcba*: (рис.1.9):

$$E_{23} = I'_2 R_2 + I'_5 R_5 + U_{xx}; U_{xx} = E_{33} - I'_2 R_2 + I'_5 R_5.$$

Токи  $I'_2$  и  $I'_5$  найдем методом контурных токов:

$$\{ 1. I_{11} R_{11} - I_{22} R_{12} = E_{11};$$

$$\{ 2. -I_{11} R_{21} + I_{22} R_{22} = E_{22}.$$

$$R_{11} = R_2 + R_5 + R_6 + R_4 = 7,5 + 6 + 15 + 10,5 = 39 \text{ Ом};$$

$$R_{22} = R_5 + R_3 + R_6 = 15 + 13,5 + 6 = 34,5 \text{ Ом};$$

$$R_{12} = R_{21} = R_5 + R_6 = 15 + 6 = 21 \text{ Ом}; E_{23} = E_{11} = 15 \text{ В}; E_{22} = E_3 = 45 \text{ В}.$$

$$\Delta = \begin{vmatrix} 39 & -21 \\ -21 & 34,5 \end{vmatrix} = 904,5; \Delta_1 = \begin{vmatrix} 15 & -21 \\ 45 & 34,5 \end{vmatrix} = 1462,5; \Delta_2 = \begin{vmatrix} 39 & 15 \\ -21 & 45 \end{vmatrix} = 2070.$$

$$I_{11} = \frac{\Delta_1}{\Delta} = \frac{1462,5}{904,5} = 1,616915 \text{ А}; I_{22} = \frac{\Delta_2}{\Delta} = \frac{2070}{904,5} = 2,288557 \text{ А}.$$

$$I'_2 = I_{11} = 1,616915 \text{ А}; I'_5 = I_{11} - I_{22} = 1,616915 - 2,288557 = -0,671642 \text{ А}.$$

$$U_{xx} = 15 - 1,616915 \cdot 7,5 + 0,671642 \cdot 15 = 12,947601 \text{ В}.$$

Определим  $R_{вх}$  пассивного двухполюсника (рис. 1.10-1.13).

Преобразуем  $\Delta R_5 R_3 R_6$  в эквивалентную звезду  $Y R_b R_c R_d$ :

$$R_c = \frac{R_5 \cdot R_3}{R_5 + R_3} = \frac{15 \cdot 13,5}{15 + 13,5} = \frac{202,5}{28,5} = 7,1053 \text{ Ом}; R_b = \frac{R_5 \cdot R_6}{R_5 + R_6} = \frac{15 \cdot 6}{15 + 6} = 4,2857 \text{ Ом};$$

$$R_d = \frac{R_6 \cdot R_3}{R_6 + R_3} = \frac{6 \cdot 13,5}{6 + 13,5} = 4,1538 \text{ Ом}; R_{31} = R_c + R_2 = 7,1053 + 7,5 = 14,6053 \text{ Ом};$$

$$R_{32} = R_d + R_4 = 4,1538 + 10,5 = 14,6538 \text{ Ом};$$

$$R_{вх} = \frac{R_{31} \cdot R_{32}}{R_{31} + R_{32}} + R_b = \frac{14,6053 \cdot 14,6538}{14,6053 + 14,6538} + 4,2857 = 11,6004 \text{ Ом};$$

$$I_1 = \frac{U_{xx1}}{R_{вх} + R_1} = \frac{12,947601}{19,5 + 11,6004} = \frac{12,947601}{31,1004} = 0,416316 \text{ А}.$$

9. Составим сравнительную таблицу результатов расчета и измерения токов.

Таблица 1.1. Сравнительная таблица результатов расчета и измерения токов ветвей

Методы	$I_1, \text{ А}$	$I_2, \text{ А}$	$I_3, \text{ А}$	$I_4, \text{ А}$	$I_5, \text{ А}$	$I_6, \text{ А}$
Метод контурных токов	0,451764	1,838302	2,344746	1,386538	- 0,506444	0,958208
Метод узловых потенциалов	0,451769	1,838299	2,344743	1,386546	- 0,506449	0,958207
Измерение в EWB 5.0	0,4517	1,8380	2,3450	1,3860	-0,5064	0,9581
Метод наложения (EWB 5.12)	0,4518	1,8378	2,3441	1,3864	-0,5064	0,9578
Метод эквивалентного генератора (расчет)	0,416316	-	-	-	-	-
Метод эквивалентного генератора (EWB 5.12)	0,451826	-	-	-	-	-

10. Построим потенциальную диаграмму для контура  $amcda$ .

$$\varphi_a = 0; \varphi_b = 8,81 \text{ В}; \varphi_c = 1,21 \text{ В}; \varphi_d = 14,56 \text{ В}.$$

$$\varphi_m = \varphi_c - E_{23} = 1,21 - 15 = -13,79 \text{ В}; \varphi_n = \varphi_c + E_3 = 1,21 + 45 = 46,21 \text{ В};$$

$$\sum R = R_4 + R_2 + R_3 = 10,5 + 7,5 + 13,5 = 31,5 \text{ Ом};$$

$$m_R = 5 \frac{\text{Ом}}{\text{см}}; m_\varphi = 10 \frac{\text{В}}{\text{см}}.$$

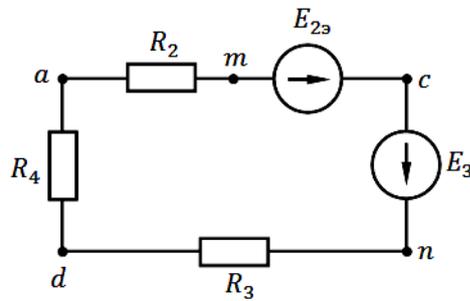


Рис. 1.14

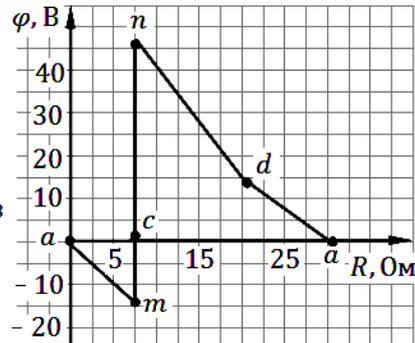


Рис. 1.15

## Задача 2

Дано: рис. 1.36;  $L_2 = 6,38 \text{ мГн}; C_1 = 10,6 \text{ мкФ}; C_2 = \infty; R_3 = 10 \text{ Ом}; f = 500 \text{ Гц};$

$$e_1' = 80 \sin(\omega t - 340^\circ); e_1'' = 19 \cos(\omega t + 290^\circ); e_2' = 179 \cos(\omega t + 270^\circ); e_2'' = 0.$$

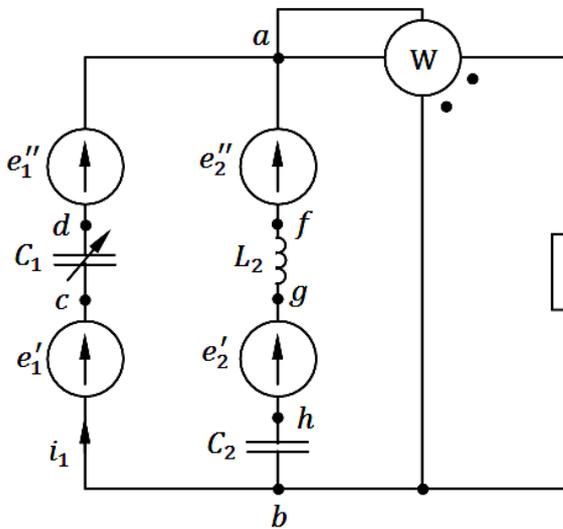


Рис. 2.1

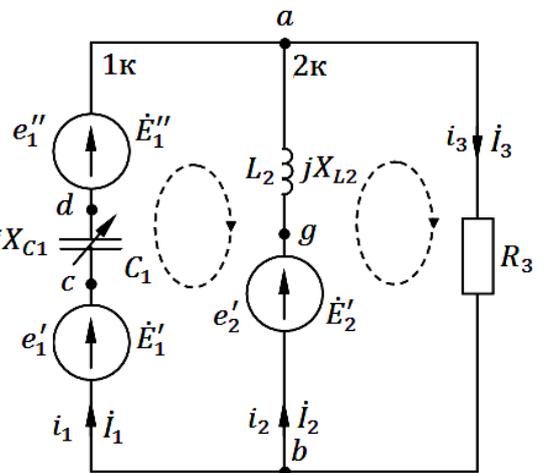


Рис. 2.2

Решение.

1. Упростим предварительно схему электрической цепи. На рис. 2.2 не изображаем ваттметр, элементы  $C_2 = \infty$  ( $X_{C2} = 0$ ) и  $e_2'' = 0$ .

Составим уравнения по законам Кирхгофа для мгновенных значений электрических величин:

$$1. i_1 + i_2 - i_3 = 0 \text{ (a)};$$

$$2. e_1' + e_1'' - e_2' = \frac{1}{C_1} \int i_1(t) dt - L_2 \frac{di_2}{dt} \text{ (1к)};$$

$$3. e'_2 = L_2 \frac{di_2}{dt} + i_3 R_3 \quad (2к).$$

Составим уравнения по законам Кирхгофа для комплексных электрических величин:

1.  $\dot{I}_1 + \dot{I}_2 - \dot{I}_3 = 0$  (а);
2.  $\dot{E}'_1 + \dot{E}'_2 - \dot{E}'_3 = \dot{I}_1(-jX_{C1}) - \dot{I}_2 jX_{L2}$  (1к);
3.  $\dot{E}'_2 = \dot{I}_2 jX_{L2} + \dot{I}_3 R_3$  (2к).

2. Рассчитаем параметры электрической цепи.

$$\omega = 2\pi f = 2 \cdot 3,14 \cdot 500 = 3140 \text{ рад/с}; X_{C1} = \frac{1}{\omega C_1} = \frac{10^6}{3140 \cdot 10,6} = 30,04 \text{ Ом};$$

$$X_{L2} = \omega L_2 = 3140 \cdot 6,38 \cdot 10^{-3} = 20,03 \text{ Ом};$$

$$\underline{Z}_1 = -jX_{C1} = -j30,04 = 30,04 \angle -90^\circ \text{ Ом}; \underline{Z}_2 = jX_{L2} = j20,03 = 20,03 \angle 90^\circ \text{ Ом};$$

$$\underline{Z}_3 = R_3 = 10 = 10 \angle 0^\circ \text{ Ом};$$

$$\dot{E}'_1 = \frac{80}{\sqrt{2}} e^{j20^\circ} = 56,577 \angle 20^\circ \text{ В}; \dot{E}'_2 = \frac{19}{\sqrt{2}} e^{j20^\circ} = 13,437 \angle 20^\circ \text{ В};$$

$$\dot{E}_1 = \dot{E}'_1 + \dot{E}'_2 = (56,577 + 13,437) \angle 20^\circ = 70,014 \angle 20^\circ \text{ В};$$

$$\dot{E}_2 = \dot{E}'_2 = \frac{17,9}{\sqrt{2}} e^{j0^\circ} = 126,572 \angle 0^\circ \text{ В}.$$

3. Рассчитаем токи ветвей методом контурных токов (см. рис. 2.3).

$$1. \dot{I}_{11} \underline{Z}_{11} - \dot{I}_{22} \underline{Z}_{12} = \dot{E}_{11};$$

$$2. -\dot{I}_{11} \underline{Z}_{21} + \dot{I}_{22} \underline{Z}_{22} = \dot{E}_{22}.$$

$$\underline{Z}_{11} = \underline{Z}_1 + \underline{Z}_2 = -j30,04 + j20,03 = -j10,01 = 10,01 \angle -90^\circ \text{ Ом};$$

$$-\underline{Z}_{12} = -\underline{Z}_{21} = -\underline{Z}_2 = -j20,03 = 20,03 \angle -90^\circ \text{ Ом};$$

$$\underline{Z}_{22} = \underline{Z}_2 + \underline{Z}_3 = j20,03 + 10 = 22,39 \angle 63,47^\circ \text{ Ом}.$$

$$\dot{E}_{11} = \dot{E}_1 - \dot{E}_2 = 65,782 + j23,943 - 126,572 = -60,79 + j23,943 = 65,34 \angle 158,5^\circ \text{ В};$$

$$\dot{E}_{22} = \dot{E}_2 = 126,572 = 126,57 \angle 0^\circ \text{ В}.$$

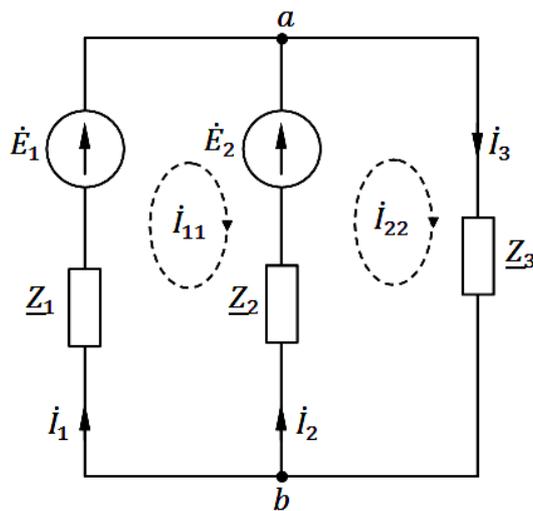


Рис. 2.3

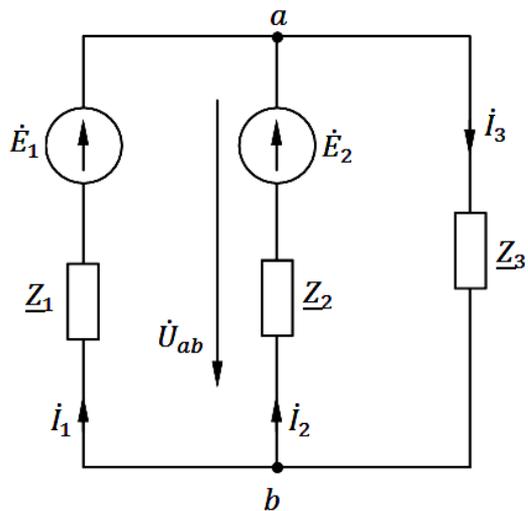


Рис. 2.4

Рассчитаем определители.

$$\Delta = \begin{vmatrix} 10,01 \angle -90^\circ & 20,03 \angle -90^\circ \\ 20,03 \angle -90^\circ & 22,39 \angle 63,47^\circ \end{vmatrix} = 609,976 \angle -9,44^\circ;$$

$$\Delta_1 = \begin{vmatrix} 65,34 \angle 158,5^\circ & 20,03 \angle -90^\circ \\ 126,57 \angle 0^\circ & 22,39 \angle 63,47^\circ \end{vmatrix} = 1899,195 \angle 124,93^\circ;$$

$$\Delta_2 = \begin{vmatrix} 10,01 \angle -90^\circ & 65,34 \angle 158,5^\circ \\ 20,03 \angle -90^\circ & 126,57 \angle 0^\circ \end{vmatrix} = 2530,47 \angle 259,08^\circ.$$

Контурные токи:

$$\dot{I}_{11} = \frac{\Delta_1}{\Delta} = \frac{1899,195 \angle 124,93^\circ}{609,976 \angle -9,44^\circ} = 3,114 \angle 134,38^\circ = -2,178 + j2,226 \text{ А};$$

$$\dot{I}_{22} = \frac{\Delta_2}{\Delta} = \frac{2530,47 \angle 259,08^\circ}{609,976 \angle -9,44^\circ} = 4,148 \angle 268,52^\circ = -0,107 - j4,147 \text{ A.}$$

$$\dot{I}_1 = \dot{I}_{11} = 3,114 \angle 134,38^\circ \text{ A}; \dot{I}_2 = -\dot{I}_{11} + \dot{I}_{22} = 2,178 - j2,226 - 0,107 - j4,147 = 2,071 - j6,372 = 6,700 \angle -71,995^\circ \text{ A}; \dot{I}_3 = \dot{I}_{22} = 4,148 \angle 268,52^\circ \text{ A.}$$

Рассчитаем баланс комплексных мощностей.

$$\underline{S}_{\text{ист}} = \dot{E}_1 \dot{I}_1^* + \dot{E}_2 \dot{I}_2^* = 70,014 e^{j20^\circ} \cdot 3,114 e^{-j134,38^\circ} + 126,591 e^{j0^\circ} \cdot 6,7 e^{j72^\circ} = 631,951 \angle 74,197^\circ \text{ ВА.}$$

$$\underline{S}_{\text{потр}} = I_1^2 Z_1 + I_2^2 Z_2 + I_3^2 Z_3 = 3,114^2 \cdot 30,04 e^{-j90^\circ} + 6,7^2 \cdot 20,03 e^{j90^\circ} + 4,148^2 \cdot 10 e^{j0^\circ} = 631,732 \angle 74,195^\circ \text{ ВА.}$$

Баланс мощностей выполняется.

4. Рассчитаем токи ветвей методом узлового напряжения (см. рис. 2.4).

Определим проводимости ветвей.

$$\underline{Y}_1 = \frac{1}{Z_1} = \frac{1}{-j30,04} = j0,033 \text{ См}; \underline{Y}_2 = \frac{1}{Z_2} = \frac{1}{j20,03} = -j0,0499 \text{ См}; \underline{Y}_3 = \frac{1}{Z_3} = \frac{1}{10} = 0,1 \text{ См.}$$

Суммарная проводимость ветвей:

$$\sum_{k=1}^n \underline{Y}_k = \underline{Y}_1 + \underline{Y}_2 + \underline{Y}_3 = 0,1 + j0,033 - j0,0499 = 0,1 - j0,0169 = 0,10142 \angle -9,59^\circ \text{ См.}$$

Сумма узловых токов для точки  $a$ :

$$\sum_{k=1}^n \dot{E}_k \underline{Y}_k = \dot{E}_1 \underline{Y}_1 + \dot{E}_2 \underline{Y}_2 = 70,014 e^{j20^\circ} \cdot 0,033 e^{j90^\circ} + 126,572 e^{j0^\circ} \cdot 0,0499 e^{-j90^\circ} = 4,2195 \angle 259,209^\circ \text{ А.}$$

Узловое напряжение:

$$\dot{U}_{ab} = \frac{\sum_{k=1}^n \dot{E}_k \underline{Y}_k}{\sum_{k=1}^n \underline{Y}_k} = \frac{4,2195 \angle 259,209^\circ}{0,10142 \angle -9,59^\circ} = 43,576 \angle 268,801^\circ = -0,912 - j43,566 \text{ В.}$$

Токи ветвей:

$$\dot{I}_1 = (\dot{E}_1 - \dot{U}_{ab}) \cdot \underline{Y}_1 = (65,782 + j23,943 + 0,912 + j43,566) \cdot j0,033 = 3,114 \angle 134,38^\circ \text{ А};$$

$$\dot{I}_2 = (\dot{E}_2 - \dot{U}_{ab}) \cdot \underline{Y}_2 = (126,572 + 0,912 + j43,566) \cdot (-j0,0499) = 6,7 \angle -72^\circ \text{ А};$$

$$\dot{I}_3 = \dot{U}_{ab} \cdot \underline{Y}_3 = 43,576 e^{j268,801^\circ} \cdot 0,1 e^{j0^\circ} = 4,36 \angle 268,801^\circ \text{ А.}$$

5. Определим токи ветвей методом узловых потенциалов ( $\dot{\phi}_b = 0$ ).

$$\dot{\phi}_a \cdot \underline{Y}_{11} = \dot{I}_{ya}; \underline{Y}_{11} = \sum_{k=1}^n \underline{Y}_k = 0,10142 \angle -9,59^\circ \text{ См};$$

$$\dot{I}_{ya} = \sum_{k=1}^n \dot{E}_k \underline{Y}_k = 4,2195 \angle 259,209^\circ \text{ А.}$$

$$\dot{\phi}_a = \frac{\dot{I}_{ya}}{\underline{Y}_{11}} = \dot{U}_{ab} = 43,576 \angle 268,801^\circ = -0,912 - j43,566 \text{ В. (п.4).}$$

$$\dot{I}_1 = \frac{\dot{\phi}_b - \dot{\phi}_a + \dot{E}_1}{Z_1} = \frac{0,912 + j43,566 + 65,782 + j23,943}{-j30,04} = 3,114 \angle 134,38^\circ \text{ А};$$

$$\dot{I}_2 = \frac{\dot{\phi}_b - \dot{\phi}_a + \dot{E}_2}{Z_2} = \frac{0,912 + j43,566 + 126,572}{j20,03} = 6,7 \angle -72^\circ \text{ А};$$

$$\dot{I}_3 = \frac{\dot{\phi}_a - \dot{\phi}_b}{Z_3} = \frac{-0,912 - j43,566}{10} = 4,36 \angle 268,801^\circ \text{ А.}$$

6. Рассчитаем токи ветвей методом наложения.

Определим частичные токи в схеме рис. 2.5.

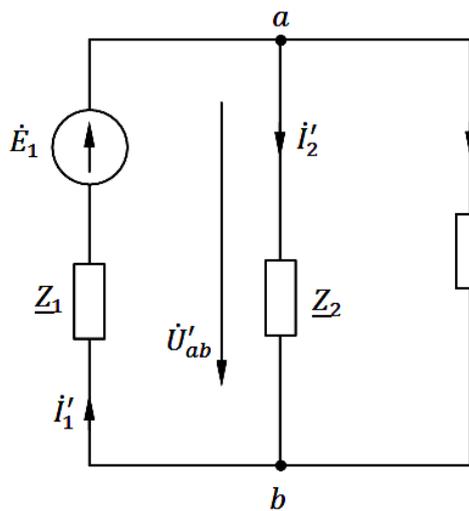


Рис. 2.5

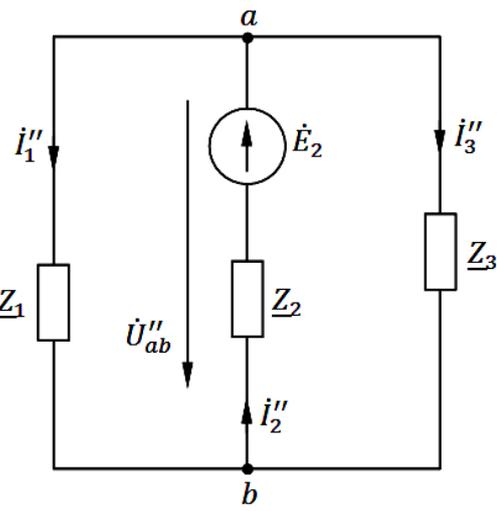


Рис. 2.6

$$\underline{Z}_{23} = \frac{\underline{Z}_2 \underline{Z}_3}{\underline{Z}_2 + \underline{Z}_3} = \frac{j20,03 \cdot 10}{j20,03 + 10} = 8,947 \angle 26,531^\circ = 8,005 + j3,996 \text{ Ом.}$$

$$\underline{Z}_3' = \underline{Z}_1 + \underline{Z}_{23} = -j30,04 + 8,005 + j3,996 = 27,246 \angle -72,91^\circ \text{ Ом.}$$

$$\dot{i}_1' = \frac{E_1}{\underline{Z}_3'} = \frac{70 \angle 20^\circ}{27,246 \angle -72,91^\circ} = 2,569 \angle 92,91^\circ = -0,1304 + j2,566 \text{ А.}$$

$$\dot{U}_{ab}' = \dot{i}_1' \underline{Z}_{23} = 2,569 e^{j92,91^\circ} \cdot 8,947 e^{j26,531^\circ} = 22,985 \angle 119,441^\circ \text{ В.}$$

$$\dot{i}_2' = \frac{\dot{U}_{ab}'}{\underline{Z}_2} = \frac{22,985 \angle 119,441^\circ}{20,03 \angle 90^\circ} = 1,1475 \angle 29,241^\circ = 0,9993 + j0,564 \text{ А.}$$

$$\dot{i}_3' = \frac{\dot{U}_{ab}'}{\underline{Z}_3} = \frac{22,985 \angle 119,441^\circ}{10 \angle 0^\circ} = 2,2985 \angle 119,441^\circ = -1,1298 + j2,0017 \text{ А.}$$

Определим частичные токи в схеме рис. 2.6.

$$\underline{Z}_{13} = \frac{\underline{Z}_1 \underline{Z}_3}{\underline{Z}_1 + \underline{Z}_3} = \frac{-j30,04 \cdot 10}{-j30,04 + 10} = 9,488 \angle -18,412^\circ = 9,002 - j2,9968 \text{ Ом.}$$

$$\underline{Z}_3'' = \underline{Z}_2 + \underline{Z}_{13} = j20,03 + 9,002 - j2,9968 = 19,2657 \angle 62,142^\circ \text{ Ом.}$$

$$\dot{i}_2'' = \frac{E_2}{\underline{Z}_3''} = \frac{126,572 \angle 0^\circ}{19,2657 \angle 62,142^\circ} = 6,5698 \angle -62,142^\circ = 3,06995 - j5,8084 \text{ А.}$$

$$\dot{U}_{ab}'' = \dot{E}_2 - \dot{i}_2'' \underline{Z}_2 = 126,572 - 6,5698 e^{-j62,142^\circ} \cdot 20,03 e^{j90^\circ} = 62,336 \angle -80,554^\circ \text{ В.}$$

$$\dot{i}_1'' = \frac{\dot{U}_{ab}''}{\underline{Z}_1} = \frac{62,336 \angle -80,554^\circ}{30,04 \angle -90^\circ} = 2,075 \angle 9,446^\circ = 2,047 + j0,341 \text{ А.}$$

$$\dot{i}_3'' = \frac{\dot{U}_{ab}''}{\underline{Z}_3} = \frac{62,336 \angle -80,554^\circ}{10 \angle 0^\circ} = 6,2336 \angle -80,554^\circ = 1,023 - j6,149 \text{ А.}$$

Токи ветвей:

$$\dot{i}_1 = \dot{i}_1' - \dot{i}_1'' = -0,1304 + j2,566 - 2,047 - j0,341 = 3,113 \angle 134,38^\circ \text{ А.}$$

$$\dot{i}_2 = -\dot{i}_2' + \dot{i}_2'' = -0,9993 - j0,564 + 3,06995 - j5,8084 = 6,7 \angle -72^\circ \text{ А.}$$

$$\dot{i}_3 = \dot{i}_3' + \dot{i}_3'' = -1,1298 + j2,0017 + 1,023 - j6,149 = 4,149 \angle 268,52^\circ \text{ А.}$$

7. Рассчитаем ток второй ветви методом эквивалентного источника ЭДС.

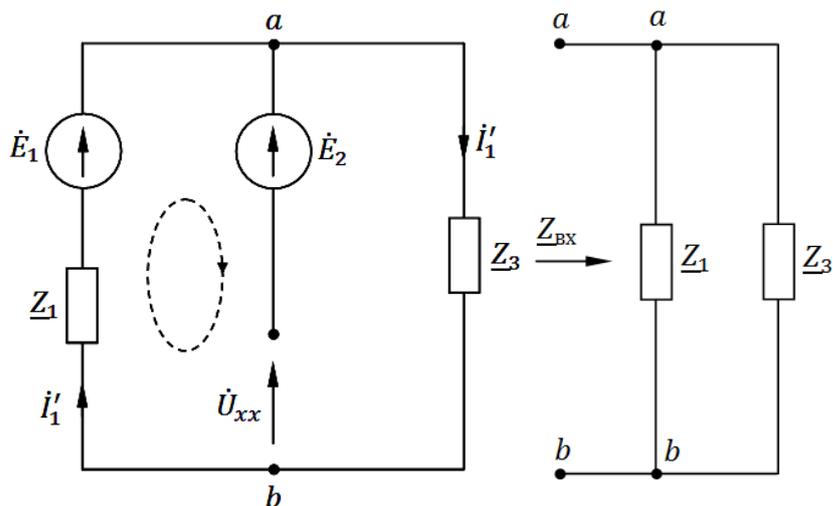


Рис. 2.7

Рис. 2.8

$$\underline{Z}_{\text{вх}} = \underline{Z}_{13} = 9,488 \angle -18,412^\circ \text{ Ом}; \underline{Z}_{\text{вх}} + \underline{Z}_2 = 19,27 \angle 62,14^\circ \text{ Ом (п. 6)}.$$

$$\text{По 2-му закону Кирхгофа: } \dot{E}_1 - \dot{E}_2 = \dot{i}'_1 \underline{Z}_1 - \dot{U}_{\text{xx}}; \dot{U}_{\text{xx}} = \dot{E}_1 - \dot{E}_2 - \dot{i}'_1 \underline{Z}_1.$$

$$\dot{i}'_1 = \frac{\dot{E}_1}{\underline{Z}_1 + \underline{Z}_3} = \frac{70 \angle 20^\circ}{31,661 \angle -71,59^\circ} = 2,21 \angle 91,59^\circ \text{ А}; \dot{U}_{\text{xx}} = 126,572 - 65,782 - j23,943 + 2,21 e^{91,59^\circ} \cdot 30,046 e^{-j90^\circ} = 127,152 - j22,101 = 129,421 \angle -9,83^\circ \text{ В}.$$

$$\dot{i}_2 = \frac{\dot{U}_{\text{xx}}}{\underline{Z}_{\text{вх}} + \underline{Z}_2} = \frac{129,421 \angle -9,83^\circ}{19,27 \angle 62,14^\circ} = 6,72 \angle -71,97^\circ \text{ А}.$$

8. Определим ток третьей ветви методом эквивалентного источника тока.

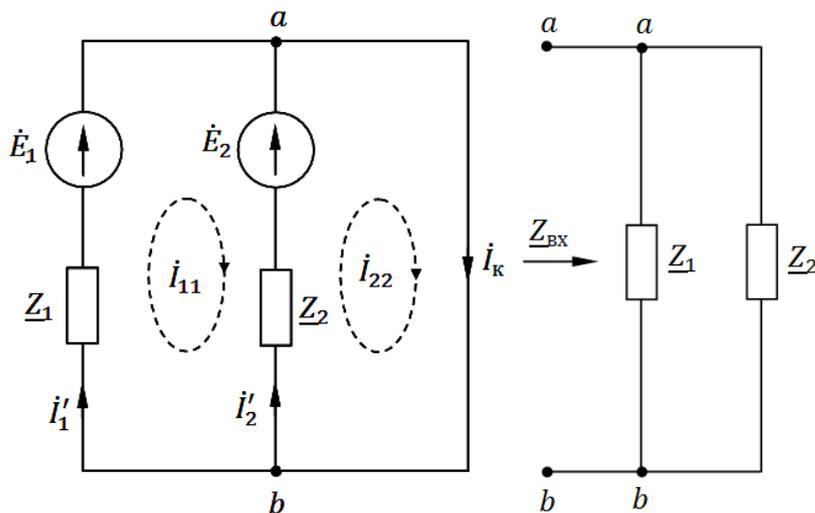


Рис. 2.9

Рис. 2.10

$$\underline{Z}_{\text{вх}} = \underline{Z}_{12} = \frac{\underline{Z}_1 \underline{Z}_2}{\underline{Z}_1 + \underline{Z}_2} = \frac{-j30,04 \cdot j20,03}{-j30,04 + j20,03} = j60,11 = 60,11 \angle 90^\circ \text{ Ом}.$$

$$\underline{Z}_{\text{вх}} + \underline{Z}_3 = j60,11 + 10 = 60,936 \angle 80,55^\circ \text{ Ом}.$$

Ток  $\dot{i}_k$  рассчитаем методом контурных токов.

$$1. \dot{i}_{11} \underline{Z}_{11} - \dot{i}_{22} \underline{Z}_{12} = \dot{E}_{11};$$

$$2. -\dot{i}_{11} \underline{Z}_{21} + \dot{i}_{22} \underline{Z}_{22} = \dot{E}_{22}.$$

$$\underline{Z}_{11} = \underline{Z}_1 + \underline{Z}_2 = -j30,04 + j20,03 = -j10,01 = 10,01 \angle -90^\circ \text{ Ом};$$

$$-\underline{Z}_{12} = -\underline{Z}_{21} = -\underline{Z}_2 = -j20,03 = 20,03 \angle -90^\circ \text{ Ом};$$

$$\underline{Z}_{22} = \underline{Z}_2 = j20,03 = 20,03 \angle 90^\circ \text{ Ом}.$$

$$\dot{E}_{11} = \dot{E}_1 - \dot{E}_2 = 65,782 + j23,943 - 126,572 = -60,79 + j23,943 = 65,34 \angle 158,5^\circ \text{ В};$$

$$\dot{E}_{22} = \dot{E}_2 = 126,572 = 126,57 \angle 0^\circ \text{ В.}$$

$$\Delta = \begin{vmatrix} 10,01 \angle -90^\circ & 20,03 \angle -90^\circ \\ 20,03 \angle -90^\circ & 20,03 \angle 90^\circ \end{vmatrix} = 601,701 \angle 0^\circ;$$

$$\Delta_2 = \begin{vmatrix} 10,01 \angle -90^\circ & 65,34 \angle 158,5^\circ \\ 20,03 \angle -90^\circ & 126,57 \angle 0^\circ \end{vmatrix} = 2530,47 \angle 259,08^\circ.$$

$$\dot{I}_{22} = \dot{I}_K = \frac{\Delta_2}{\Delta} = \frac{2530,47 \angle 259,08^\circ}{601,701 \angle 0^\circ} = 4,206 \angle 259,075^\circ \text{ А.}$$

$$\dot{I}_3 = \frac{\dot{I}_K Z_{BX}}{Z_{BX} + Z_3} = \frac{(4,206 \angle 259,075^\circ) \cdot (60,11 \angle 90^\circ)}{60,936 \angle 80,55^\circ} = 4,149 \angle 268,52^\circ \text{ А.}$$

9. Определим токи ветвей измерением в программе EWB 5.0 (рис. 2.11).

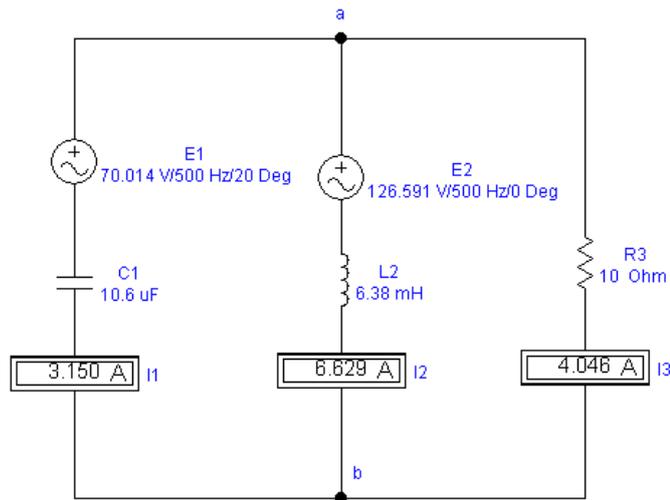


Рис. 2.11

10. Составим сравнительную таблицу результатов расчета и измерения токов.

Результаты расчета и измерения токов

Методы	Токи ветвей		
	$I_1, \text{ А}$	$I_2, \text{ А}$	$I_3, \text{ А}$
Метод контурных токов	3,114	6,70	4,148
Метод узлового напряжения	3,114	6,70	4,36
Метод узловых потенциалов	3,114	6,70	4,36
Метод наложения	3,113	6,70	4,149
Метод эквивалентного источника ЭДС	-	6,72	-
Метод эквивалентного источника тока	-	-	4,149
EWB 5.0	3,150	6,629	4,046

11. Определим показание ваттметра.

$$P_w = \text{Re}[S_w] = \text{Re}[\dot{U}_w \dot{I}_w^*] = \text{Re}[43,576 e^{j268,801^\circ} \cdot 4,148 e^{-j268,52^\circ}] = \text{Re}[180,75 e^{j0,281^\circ}] =$$

$$= 180,75 \cdot \cos 0,281^\circ \cong 180,75 \text{ Вт.}$$

12. Для построения топографической диаграммы определим комплексные потенциалы точек цепи (см. рис. 2.2) по закону Ома.

$$\dot{\varphi}_a = 0; \dot{\varphi}_b = -\dot{I}_3 R_3 = -(4,148 e^{j268,52^\circ} \cdot 10 e^{j0^\circ}) = -(41,48 \angle 268,52^\circ) = 41,48 \angle 88,52^\circ =$$

$$= 1,071 + j41,466 \text{ В}; \dot{\varphi}_d = -\dot{E}_1'' = 13,437 \angle 200^\circ = -12,627 - j4,596 \text{ В};$$

$$\dot{\varphi}_g = \dot{I}_2 jX_{L2} = 6,7 e^{-j72^\circ} \cdot 20,03 e^{j90^\circ} = 134,201 \angle 18^\circ = 127,633 + j41,47 \text{ В};$$

$$\dot{\varphi}_c = \dot{\varphi}_b + \dot{E}'_1 = 1,071 + j41,466 + 53,165 + j19,350 = 54,24 + j60,82 = 81,49 \angle 48,27 \text{ В.}$$

Выберем масштабы потенциалов и токов:  $m_\varphi = 20 \frac{\text{В}}{\text{см}}$ ;  $m_I = 1 \frac{\text{А}}{\text{см}}$ .

Построим в масштабе топографическую диаграмму, совмещенную с векторной диаграммой токов.

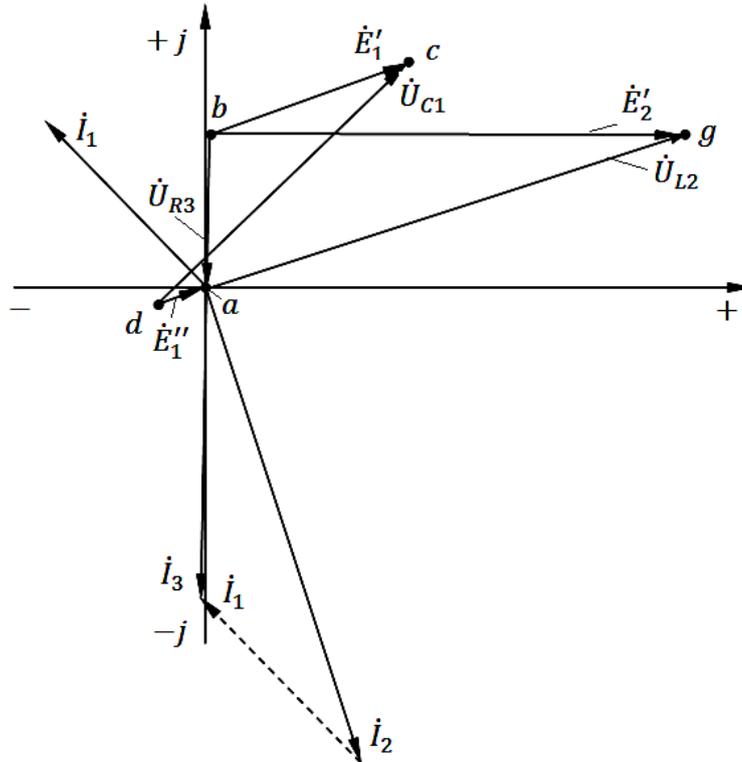


Рис. 2.12

13. Построим график зависимости  $i_1 = f(\omega t)$ .  
 $i_1 = 4,4 \sin(\omega t + 134,4^\circ) \text{ А.}$

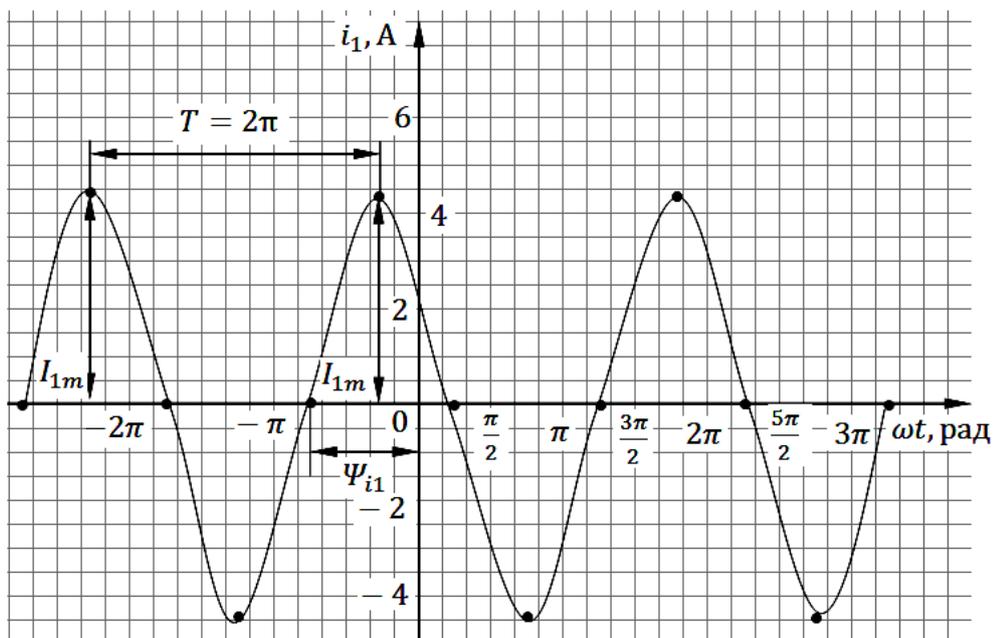


Рис. 2.13

### Задача 3

Дано: рис. 2.2;  $E_A = 100$  В;  $T = 0,015$  с;  $L = 22,32$  мГн;  $C_1 = 276$  мкФ;  $R_1 = 4,33$  Ом;  $R_2 = 8,66$  Ом;  $u_{bc}$  - ?

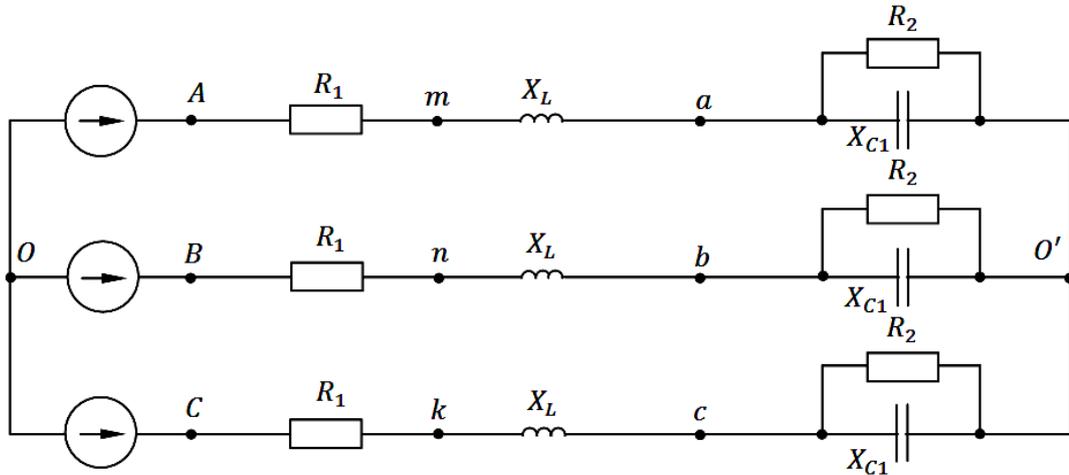


Рис. 3.1

Решение.

1. Определим параметры электрической цепи.

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2 \cdot \frac{3,14}{0,015} = 418,67 \text{ рад/с}; f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,015} = 66,67 \text{ Гц};$$

$$X_L = \omega L = 418,67 \cdot 22,32 \cdot 10^{-3} = 9,34 \text{ Ом}; X_{C1} = \frac{1}{\omega C_1} = \frac{10^6}{418,67 \cdot 276} = 8,65 \text{ Ом};$$

$$\underline{Z}_{mp} = R_1 + jX_L = 4,33 + j9,34 = 10,29 \angle 65,127^\circ \text{ Ом};$$

$$\underline{Z}_\phi = \frac{R_2(-jX_{C1})}{R_2 - jX_{C1}} = \frac{8,66 \cdot (-j8,65)}{8,66 - j8,65} = 6,12 \angle -45,03^\circ = 4,325 - j4,33 \text{ Ом};$$

$$\underline{Z} = \underline{Z}_{mp} + \underline{Z}_\phi = 4,33 + j9,34 = 8,67 - j5 + 4,325 - j4,33 = 10 \angle -30^\circ \text{ Ом};$$

$$\dot{E}_A = 100 \angle 0^\circ = 100 \text{ В}; \dot{E}_B = 100 \angle -120^\circ = -50 - j86,6 \text{ В};$$

$$\dot{E}_C = 100 \angle 120^\circ = -50 + j86,6 \text{ В}.$$

Расчетная схема цепи изображена на рис. 3.2.

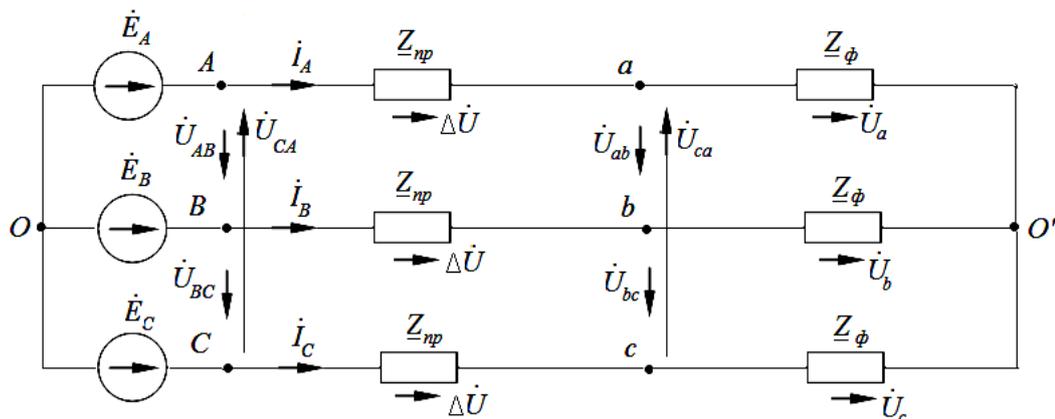


Рис. 3.2

2. Определим напряжения и токи на участках цепи.

Линейные (фазные) токи:

$$\dot{I}_A = \frac{\dot{E}_A}{\underline{Z}} = \frac{100 \angle 0^\circ}{10 \angle -30^\circ} = 10 \angle -30^\circ \text{ А}; \dot{I}_B = \frac{\dot{E}_B}{\underline{Z}} = \frac{100 \angle -120^\circ}{10 \angle -30^\circ} = 10 \angle -150^\circ \text{ А};$$

$$i_C = \frac{E_C}{Z} = \frac{100 \angle 120^\circ}{10 \angle 30^\circ} = 8,016 \angle 90^\circ \text{ A.}$$

Линейные напряжения генератора:

$$\begin{aligned} \dot{U}_{AB} &= \dot{E}_A - \dot{E}_B = 100 + 50 + j86,6 = 150 + j86,6 = 173,2 \angle 30^\circ \text{ В;} \\ \dot{U}_{BC} &= \dot{E}_B - \dot{E}_C = -50 - j86,6 + 50 - j86,6 = -j173,2 = 173,2 \angle -90^\circ \text{ В;} \\ \dot{U}_{CA} &= \dot{E}_C - \dot{E}_A = -50 + j86,6 - 100 = -150 + j86,6 = 173,2 \angle 150^\circ \text{ В.} \end{aligned}$$

Падения напряжения в линейных проводах:

$$\begin{aligned} \Delta \dot{U}_A &= \dot{i}_A Z_{\text{пр}} = 10 e^{-j30^\circ} \cdot 10,29 e^{j65,127^\circ} = 102,9 \angle 35,127^\circ \text{ В;} \\ \Delta \dot{U}_B &= \dot{i}_B Z_{\text{пр}} = 10 e^{-j150^\circ} \cdot 10,29 e^{j65,127^\circ} = 102,9 \angle -0,07^\circ \text{ В;} \\ \Delta \dot{U}_C &= \dot{i}_C Z_{\text{пр}} = 10 e^{j90^\circ} \cdot 10,29 e^{j65,127^\circ} = 102,9 \angle 239,93^\circ \text{ В.} \end{aligned}$$

Фазные напряжения потребителя:

$$\begin{aligned} \dot{U}_a &= \dot{i}_a Z_{\phi} = 10 e^{-j30^\circ} \cdot 6,12 e^{-j45,03^\circ} = 61,2 \angle -75,03^\circ = 15,809 - j59,12 \text{ В;} \\ \dot{U}_b &= \dot{i}_b Z_{\phi} = 10 e^{-j150^\circ} \cdot 6,12 e^{-j45,03^\circ} = 61,2 \angle -195,03^\circ = -59,106 + j15,871 \text{ В;} \\ \dot{U}_c &= \dot{i}_c Z_{\phi} = 10 e^{j90^\circ} \cdot 6,12 e^{-j45,03^\circ} = 61,2 \angle 44,97^\circ = 43,298 + j43,252 \text{ В.} \end{aligned}$$

Линейные напряжения потребителя:

$$\begin{aligned} \dot{U}_{ab} &= \dot{U}_a - \dot{U}_b = 15,809 - j59,12 + 59,106 - j15,871 = 106 \angle -45,03^\circ \text{ В;} \\ \dot{U}_{bc} &= \dot{U}_b - \dot{U}_c = -59,106 + j15,871 - 43,298 - j43,252 = 106 \angle 194,97^\circ \text{ В;} \\ \dot{U}_{ca} &= \dot{U}_c - \dot{U}_a = 43,298 + j43,252 - 15,809 + j59,12 = 106 \angle 74,97^\circ \text{ В.} \end{aligned}$$

3. Напряжение между заданными точками:

$$u_{bc} = 106\sqrt{2} \sin(\omega t + 195^\circ) = 150 \sin(\omega t + 195^\circ) \text{ В.}$$

4. Определим активную мощность трехфазной системы.

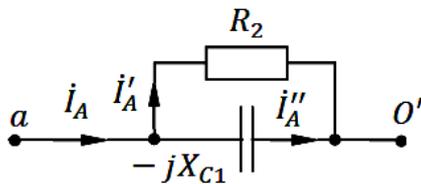


Рис. 3.3

Рассчитаем ток, проходящий через резистор  $R_2$ , по формуле чужого сопротивления:

$$i'_A = i_A \frac{-jX_{c1}}{R_2 - jX_{c1}} = \frac{10 e^{-j30^\circ} \cdot 8,65 e^{-j90^\circ}}{12,24 \angle -44,97^\circ} = 7,07 \angle -75,03^\circ$$

Активная мощность фазы потребителя:  $P_{\phi} = (i'_A)^2 R_2 = (7,07)^2 \cdot 8,66 = 432,86 \text{ Вт.}$

Активная мощность линейного провода:  $P_{\text{пр}} = i_A^2 R_1 = 10^2 \cdot 4,33 = 433 \text{ Вт.}$

Активная мощность трехфазной системы:  $P = 3P_{\phi} + 3P_{\text{пр}} = 3 \cdot 432,86 + 3 \cdot 433 = 2597,58 \text{ Вт.}$

5. Измерим токи и напряжения на участках цепи с помощью EWB 5.0 (рис. 3.4).

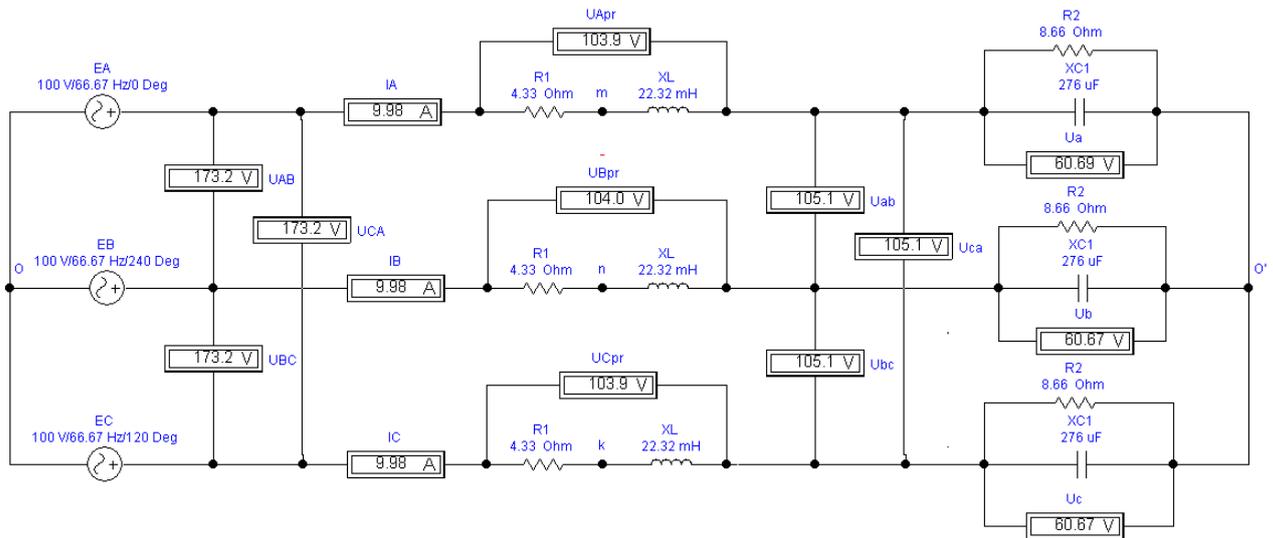


Рис. 3.4

6. Построим векторную диаграмму напряжений и токов:  $m_U = 25 \frac{\text{В}}{\text{см}}$ ;  $m_I = 3 \frac{\text{А}}{\text{см}}$ .

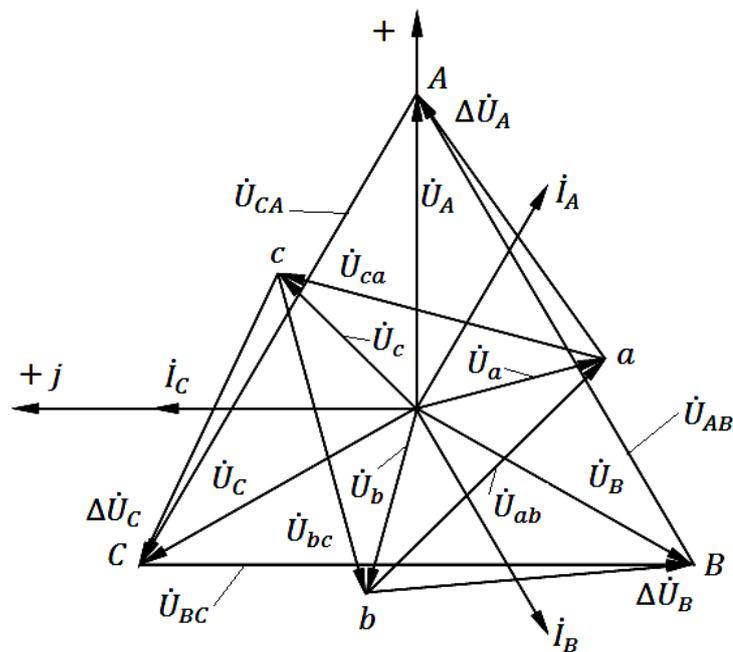


Рис. 3.5

#### Задача 4

Дано:  $E = 100 \text{ В}; L_1 = 1 \text{ мГн}; C_1 = 10 \text{ мкФ}; R_1 = 20 \text{ Ом}; R_2 = 10 \text{ Ом}; R_3 = 0 \text{ Ом}; R_4 = 2 \text{ Ом}; i_L(t) - ?$

рис.

3.2;

Решение.

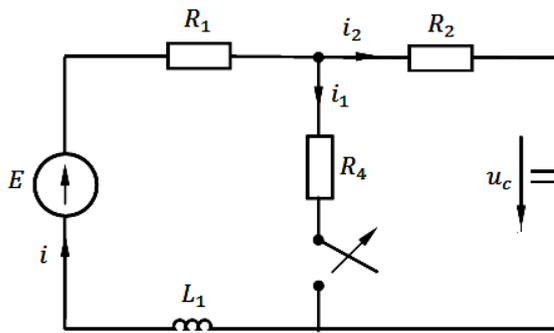


Рис. 4.1

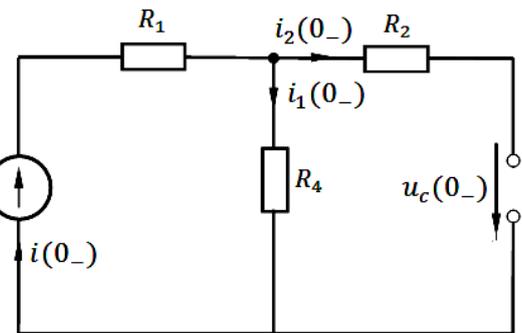


Рис. 4.2

1. Упрощённая схема электрической цепи показана на рис 4.1.

2. Определим функцию тока индуктивности  $i_L(t)$  классическим методом.

Найдём независимые начальные условия в схеме до коммутации (рис. 4.2).

$$i_2(0_-) = 0 \text{ (разрыв на месте } C_1); i(0_-) = i_1(0_-) = \frac{E}{R_1 + R_4} = \frac{100}{20+2} = 4,545 \text{ A.}$$

$$u_c(0_-) = i_1(0_-) \cdot R_4 = 4,545 \cdot 2 = 9,091 \text{ В.}$$

Определим принужденные составляющие в схеме после коммутации (рис. 4.3).

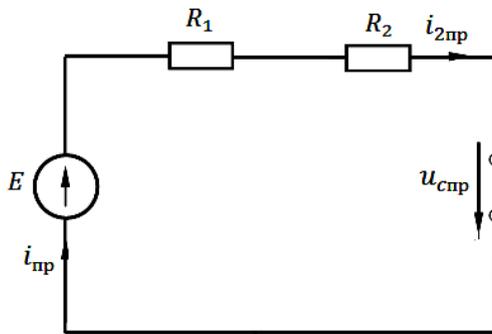


Рис. 4.3

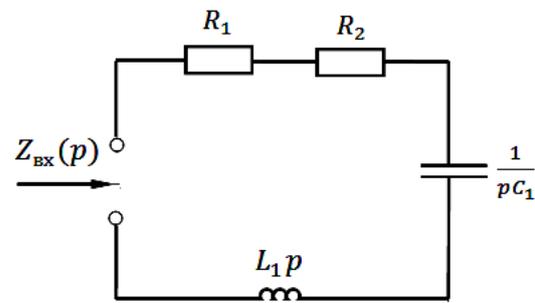


Рис. 4.4

$$i_{\text{пр}}(t) = i_{2\text{пр}} = 0; u_{\text{спр}} = E = 100 \text{ В.}$$

Составим характеристическую схему пассивной цепи после коммутации (рис. 4.4). Определим входное операторное сопротивление.

$$Z_{\text{вх}}(p) = R_1 + R_2 + \frac{1}{pC_1} = L_1 p = 20 + 20 + \frac{1}{10^{-6}p^2} + 10^{-3}p = 40 + 10^{-3}p + \frac{1}{10^{-6}p^2} =$$

$$= 10 \cdot 10^{-9}p^2 + 400 \cdot 10^{-6}p + 1 = 10^{-8}p^2 + 0,4 \cdot 10^{-3}p + 1$$

$$\text{Решим уравнение } Z_{\text{вх}}(p) = 0; 10^{-8}p^2 + 0,4 \cdot 10^{-3}p + 1 = 0;$$

$$D = b^2 - 4ac = (0,4 \cdot 10^{-3})^2 - 4 \cdot 10^{-8} \cdot 1 = 20,16 \cdot 10^{-6} - 0,04 \cdot 10^{-6} = 0,12 \cdot 10^{-6} -$$

— корни действительно различные.

$$p_1 = \frac{-b + \sqrt{D}}{2a} = \frac{-0,4 \cdot 10^{-3} + 0,346 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 10^{-8}} = -2700 \text{ с}^{-1};$$

$$p_2 = \frac{-b - \sqrt{D}}{2a} = \frac{-0,4 \cdot 10^{-3} - 0,346 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 10^{-8}} = -37300 \text{ с}^{-1}.$$

Искомую функцию запишем в виде:

$$i_L(t) = i_{L\text{пр}}(t) + i_{L\text{св}}(t) = i_{L\text{пр}}(t) + A_1 e^{p_1 t} + A_2 e^{p_2 t}.$$

$$i_L(t) = 0 + A_1 e^{-2700t} + A_2 e^{-37300t} = A_1 e^{-2700t} + A_2 e^{-37300t};$$

$$i_L(t) = -2700A_1 e^{-2700t} - 37300e^{-37300t}.$$

Для момента времени  $t = 0$  запишем:

$$\begin{cases} i_L(0) = A_1 + A_2; \\ i_L'(0) = -2700A_1 - 37300A_2. \end{cases}$$

$$i_L(0) = i_L(0_-) = 4,545 \text{ A.}$$

Определим зависимое начальное условие  $i'_L(0)$  из временной схемы для момента коммутации (рис. 4.5).

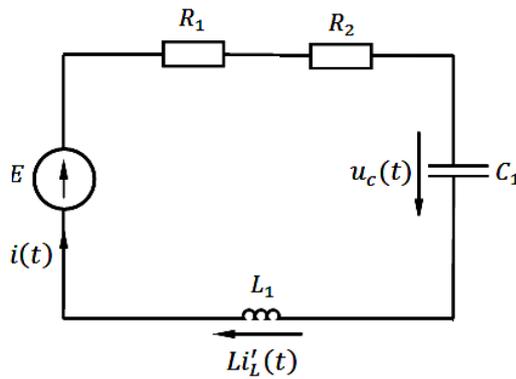


Рис. 4.5

По 2-му закону Кирхгофа:

$$E = i(t) \cdot (R_1 + R_2) + u_c(t) + Li'_L(t). \text{ Для } t = 0: E = i(0) \cdot (R_1 + R_2) + u_c(0) + Li'_L(0).$$

$$100 = 4,545 \cdot (20 + 20) + 9,091 + 10^{-3} \cdot i'_L(0); i'_L(0) = \frac{100 - 4,545 \cdot 40 - 9,91}{10^{-3}} = -91710 \frac{\text{A}}{\text{с}}$$

$$4,545 = A_1 + A_2; A_1 = 40545 - A_2; -91710 = -2700A_1 - 37300A_2;$$

$$-91710 = -2700 \cdot (4,545 - A_2) - 37300A_2 = -12271,5 + 2700A_2 - 37300A_2;$$

$$-79438,5 = 34600A_2; A_2 = \frac{79438,5}{34600} = 2,296; A_1 = 4,545 - 2,296 = 2,249.$$

Функция тока индуктивности запишется в виде:  $i_L(t) = 2,249e^{-2700t} + 2,296e^{-37300t}$ .

3. Определим функцию тока индуктивности  $i_L(t)$  операторным методом.

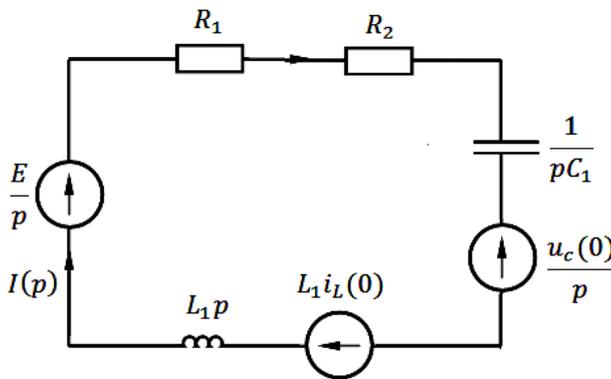


Рис. 4.6

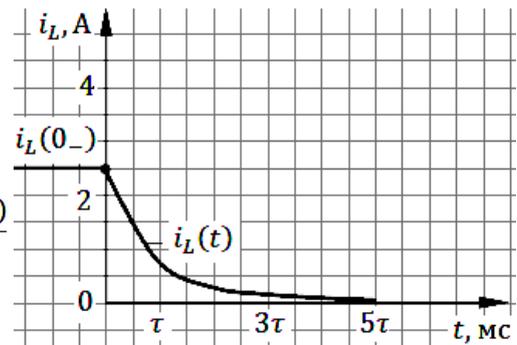


Рис. 4.7

Независимые начальные условия:  $u_c(0_-) = 9,091 \text{ В}; i_L(0_-) = 4,545 \text{ А.}$

$$I(p) = I_L(p) = \frac{\frac{E}{p} \cdot \frac{u_c(0)}{p} + Li_L(0)}{R_1 + R_2 + \frac{1}{pC_1} + L_1p} = \frac{\frac{100}{p} \cdot \frac{9,091}{p} + 10^{-3} \cdot 4,545}{10^{-3}p^2 + 0,4 \cdot 10^{-3}p + 1} = \frac{90,909 + 4,545 \cdot 10^{-3}p}{p \cdot (10^{-3}p^2 + 0,4 \cdot 10^{-3}p + 1)};$$

$$i_L(t) = \frac{F_1(p_1)}{p_1 F'_3(p_1)} e^{p_1 t} + \frac{F_1(p_2)}{p_2 F'_3(p_2)} e^{p_2 t} = \frac{90,909 + 4,545 \cdot (-2700)}{(-2700) \cdot (2 \cdot 10^{-3} \cdot (-2700) + 0,4 \cdot 10^{-3})} e^{-2700t} +$$

$$+ \frac{90,909 + 4,545 \cdot (-37300)}{(-37300) \cdot (2 \cdot 10^{-3} \cdot (-37300) + 0,4 \cdot 10^{-3})} e^{-37300t} = 2,249e^{-2700t} + 2,296e^{-37300t}.$$

4. Построим график зависимости  $i_L = f(t)$  на интервале  $t = 0 \dots 5\tau$ ,

где  $\tau = \frac{1}{|p_{\min}|} = \frac{1}{|-2700|} = 0,37 \text{ мс.}$  График приведен на рис. 4.7.

## 4. Задания для самостоятельного контроля знаний

### Раздел 1. Электрические и магнитные цепи

#### Вопросы для самоконтроля

- l. Предмет изучения дисциплины «Электротехника и электроника». Физические понятия ток, напряжение и ЭДС. Электрическая энергия, способы ее получения и передачи на расстояния.
- m. Понятия электрической, электронной и магнитной цепей. Классификация и примеры цепей. Основные законы электротехники и их применение.
- n. Физическая и математическая модели цепи. Источники, проводники и приемники. Идеализированные двухполюсные элементы и их свойства.
- o. Линейные электрические цепи постоянного тока. Анализ цепи на основе законов Кирхгофа и Ома, расчет токораспределения в цепях с одним источником.
- p. Эквивалентные преобразования участков цепей.
- q. Основные методы анализа линейных цепей: метод контурных токов.
- r. Основные методы анализа линейных цепей: метод узловых потенциалов.
- s. Основные методы анализа линейных цепей: метод эквивалентного источника.
- t. Свойства линейных электрических цепей: свойство линейности, принцип наложения, принцип взаимности.
- u. Теорема компенсации, теорема об эквивалентном генераторе. Понятие входного сопротивления цепи. Режимы работы цепи.
- v. Электрическая мощность и энергия постоянного электрического тока. Закон сохранения энергии в электрической цепи с постоянными токами. Баланс мощностей

#### Тесты

1. Укажите, какие из приведенных признаков:

- a) минимальный ток, потребляемый контуром;
- б) сдвиг фаз между напряжением и током на входе контура равен  $90^\circ$ ;
- в) максимальный ток, потребляемый контуром,
- г) минимальная проводимость контура,
- д) отсутствие активных потерь в контуре,
- e) минимальное сопротивление контура,

**характеризуют:**

1. Резонанс напряжений в электрической цепи;
2. Резонанс токов в электрической цепи.

Эталон: 1 –в, e; 2 –a, г.

2. "Укажите, какой принцип из приведенных:

- a) принцип наложения;
- б) принцип эквивалентного генератора;
- в) принцип компенсации;
- г) принцип взаимности

**полностью применим при расчете нелинейных электрических цепей?"**

Эталон: в.

3. Известны параметры стабилитрона:  $U_{ст.ном} = 30$  В;  $I_{ст.мин} = 10$  мА;  $I_{ст.маx} = 50$  мА;  $I_{ст.ном} = (I_{ст.маx} + I_{ст.мин})/2 = (50 + 10)/2 = 30$  мА. Укажите, чему

равно **динамическое сопротивление стабилитрона** в окрестности рабочей точки (считая рабочий участок ВАХ стабилитрона линейным), если напряжение на стабилитроне на рабочем участке не должно изменяться более 0,1 %?

- 0,3 Ом     0,5 Ом     0,75 Ом     1,0 Ом     1,25 Ом

4. Укажите **выходное напряжение**  $u_{вых}$  инвертирующего ОУ при  $R_1 = 10$  кОм и  $R_{oc} = 500$  кОм, если входное дифференциальное напряжение  $u_{вх} = 4$  мВ.

- + 0,4 В            + 0,2 В            – 0,4 В            – 0,2 В

5. Укажите **число выводов** у шифратора при четырёх информационных входах.

- 16            8            4            2            1

6. Укажите, в **какой момент** 5-разрядный двоичный счетчик возвращается в начальное состояние?

При поступлении на вход 16-го импульса

- При подаче на вход 32-го импульса

При подаче на вход инверсного сигнала

- При переполнении, наступающем при числе импульсов  $N = 2^5 - 1$

7. Укажите, можно ли **свести к нулю** погрешность квантования аналогового сигнала посредством выбора параметров устройства, например, за счёт увеличения разрядности АЦП?

- Да            Нет

## Раздел 2 Электромагнитные устройства и электрические машины

### Вопросы для самоконтроля.

- 1 Понятия магнитной цепи и ее элементов. Законы магнитных цепей. Расчет неразветвленной магнитной цепи с источником постоянной МДС.
- 2 Однофазный трансформатор со стальным сердечником. Отличие от линейного трансформатора. Многообмоточные трансформаторы.
- 3 Трехфазные трансформаторы: назначение, конструкция, принцип действия, основные эксплуатационные параметры.
- 4 Асинхронные двигатели: назначение, конструкция, принцип действия, паспортные данные и эксплуатационные характеристики.
- 5 Способы пуска и регулирования скорости асинхронных двигателей.
- 6 Синхронные генераторы: назначение, конструкция и принцип действия. Внешняя характеристика.
- 7 Синхронные двигатели. Основные характеристики. Механическая характеристика
- 8 Генераторы постоянного тока: назначение, конструкция, способы возбуждения, основные характеристики.
- 9 Двигатели постоянного тока: назначение, конструкция, способы возбуждения, основные характеристики.

## Раздел 3 Основы электроники и электрические измерения

### Вопросы для самоконтроля.

- 1 Свойства и особенности полупроводниковых диодов различных типов.
- 2 Типы, принципы функционирования и маркировка биполярных транзисторов.
- 3 Типы, принципы функционирования и маркировка полевых транзисторов.
- 4 Усилительный и ключевой режим работы транзисторов, линейные схемы замещения транзисторов в этих режимах.
- 5 Назначение и примеры простейших схем выпрямителей и инверторов, принципы их работы.
- 6 Усилители сигналов, виды и основные характеристики.
- 7 Принцип действия однокаскадного усилителя на полевых транзисторах.
- 8 Принцип действия однокаскадных усилителей на биполярных транзисторах.
- 9 Операционные усилители и преобразователи сигналов на их основе.
- 10 Базовые логические элементы, их схемные реализации.
- 11 Триггеры: назначение и классификация, примеры функциональных схем триггеров на универсальных логических элементах.
- 12 Регистры и счетчики импульсов: определение, выполняемые операции, примеры схемной реализации.
- 13 Назначение и принципы построения цифро-аналоговых и аналого-цифровых преобразователей.

## 5. Список рекомендуемых источников

№ п/п	Наименование	Автор (ы)	Год и место издания, кол-во стр.	Используется при изучении разделов
1.	Общая электротехника. Учебное пособие для бакалавров.	И.А. Данилов	2014г. Москва: Юрайт, - 673 с.	1, 2, 3
2.	Общая электротехника	А.А. Усольцев	2012г., Спб: СПбГУ ИТМО -301с.	1, 2, 3
1.	Электротехника. Учебное пособие для неэлектротехнических специальностей вузов, 4-е изд., перераб.	И. И. Иванов, В. С. Равдонник, Г. И. Соловьев	2009г., Спб: Лань, - 496с.	1, 2, 3
2.	Сборник задач и упражнений по электротехнике и основам электроники: Учеб. Пос.	Г. Г. Рекус, А. И. Белоусов	2001г., Москва: Высшая школа, - 416с.	1, 2, 3
3	Электротехника и электроника: методические указания к лабораторным работам для студентов электрических и не электрических специальностей	Составили: М.Ю. Михайлова, Д.А. Прасол	2012 г., Белгород: БГТУ, -50 с.	1, 2, 3,

### Программное обеспечение и Интернет-ресурсы

Компьютерные пакеты программ для математических вычислений (*MathCAD*), для моделирования и исследования электрических цепей и устройств при проведении практических и лабораторных занятий (*Electronics Workbench* или *MathLab*).

Интернет-ресурсы:

[http://fn.bmstu.ru/electro/new\\_site/lectures/lec%201/konspect.htm](http://fn.bmstu.ru/electro/new_site/lectures/lec%201/konspect.htm) (Электротехника и промышленная электроника: конспекты лекций, МГТУ им. Н. Э. Баумана);

<http://www.shat.ru> (Электронные учебные материалы по электротехнике, МАНиГ);

[http://toe.stf.mrsu.ru/demo\\_verzia/](http://toe.stf.mrsu.ru/demo_verzia/) (Электротехника и электроника: электронный учебник, Мордовский государственный университет);

[http://window.edu.ru/window/library?p\\_rid=45110](http://window.edu.ru/window/library?p_rid=45110) (Тесты и контрольные вопросы по электротехнике и электронике, ДВГТУ);

<http://electro.hotmail.ru/> (Интернет-коллоквиум по электротехнике);

[http://window.edu.ru/window/library?p\\_rid=19575](http://window.edu.ru/window/library?p_rid=19575) (Методические указания к выполнению расчётно-графического задания по электротехнике, ОГУ);

[http://window.edu.ru/window/library?p\\_rid=24979](http://window.edu.ru/window/library?p_rid=24979) (Электротехника и электроника. Трёхфазные электрические цепи: учебное пособие);

[http://window.edu.ru/window/library?p\\_rid=40524](http://window.edu.ru/window/library?p_rid=40524) (Электрические машины: лекции и примеры решения задач);

[http://window.edu.ru/window/library?p\\_rid=58854](http://window.edu.ru/window/library?p_rid=58854) (Электроника: сборник лабораторных работ, УлГТУ);

[http://window.edu.ru/window/library?p\\_rid=40470](http://window.edu.ru/window/library?p_rid=40470) (Электротехника и электроника: учебное пособие);

[http://window.edu.ru/window/library?p\\_rid=57103](http://window.edu.ru/window/library?p_rid=57103) (Руководство к лабораторным работам по электрическим машинам);

<http://www.kodges.ru/> (тексты книг по электротехническим дисциплинам, в основном, в формате .pdf для бесплатного скачивания)

<http://www.electrolibrary.info> (электронная электротехническая библиотека).

### МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение обучающихся с ограниченными возможностями здоровья при необходимости осуществляется в ФГБОУ ВО Чувашский ГАУ (далее – Университет) с использованием специальных методов обучения и дидактических материалов, составленных с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся (обучающегося).

В целях освоения учебной программы дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья Университет обеспечивает:

*для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению:*

- размещение в доступных для обучающихся, являющихся слепыми или слабовидящими, местах и в адаптированной форме справочной информации о расписании учебных занятий;

- присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь (в случае необходимости);

- выпуск альтернативных форматов методических материалов (крупный шрифт или аудиофайлы);

- наличие в библиотеке и читальном зале Университета Брайлевской компьютерной техники, электронных луп, видеоувеличителей, программ не визуального доступа к информации;

*для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху:*

- надлежащими звуковыми средствами воспроизведение информации;

- наличие мультимедийной системы;

*для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата:*

- возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, туалетные комнаты и другие помещения Университета, а также пребывание в указанных помещениях.

Образование обучающихся с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, в отдельных группах и удаленно с применением дистанционных технологий.

#### **Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.**

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Категории студентов	Формы
С нарушением слуха	- в печатной форме - в форме электронного документа
С нарушением зрения	- в печатной форме увеличенным шрифтом - в форме электронного документа - в форме аудиофайла
С нарушением опорно-двигательного аппарата	- в печатной форме - в форме электронного документа; - в форме аудиофайла

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

**Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.**

Для студентов с ограниченными возможностями здоровья предусмотрены следующие оценочные средства:

Категории студентов	Виды оценочных средств	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушением слуха	тест	преимущественно письменная проверка
С нарушением зрения	собеседование	преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушением опорно-двигательного аппарата	решение дистанционных тестов, контрольные вопросы	организация контроля с помощью электронной оболочки MOODLE, письменная проверка

Студентам с ограниченными возможностями здоровья увеличивается время на подготовку ответов к зачёту, разрешается готовить ответы с использованием дистанционных образовательных технологий.

**Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций.**

При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями. Эти средства могут быть предоставлены Университетом или могут использоваться собственные технические средства.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

*Для лиц с нарушениями зрения:*

- в печатной форме увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- в форме аудиофайла.

*Для лиц с нарушениями слуха:*

- в печатной форме;
- в форме электронного документа.

*Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:*

- в печатной форме;
- в форме электронного документа;
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) обеспечивается выполнение следующих дополнительных требований в зависимости от индивидуальных особенностей обучающихся:

- инструкция по порядку проведения процедуры оценивания предоставляется в доступной форме (устно, в письменной форме, устно с использованием услуг сурдопереводчика);

- доступная форма предоставления заданий оценочных средств (в печатной форме, в печатной форме увеличенным шрифтом, в форме электронного документа, задания зачитываются ассистентом, задания предоставляются с использованием сурдоперевода);

- доступная форма предоставления ответов на задания (письменно на бумаге, набор ответов на компьютере, с использованием услуг ассистента, устно). При необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю) может проводиться в несколько этапов.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

### **Перечень основной и дополнительной учебной литературы,**

### **необходимой для освоения дисциплины.**

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья предоставляются основная и дополнительная учебная литература в виде электронного документа в фонде библиотеки и / или в электронно-библиотечных системах. А также предоставляются бесплатно специальные учебники и учебные пособия, иная учебная литература и специальные технические средства обучения коллективного и индивидуального пользования, а также услуги сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

### **Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.**

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная работа. Под индивидуальной работой подразумевается две формы взаимодействия с преподавателем: индивидуальная учебная работа (консультации), т.е. дополнительное разъяснение учебного материала и углубленное изучение материала с теми обучающимися, которые в этом заинтересованы, и индивидуальная воспитательная работа. Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или обучающимся с ограниченными возможностями здоровья.

### **Наличие специальных средств обучения инвалидов и лиц с ОВЗ.**

Освоение дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

*Для обучающихся с нарушениями слуха* предусмотрена компьютерная техника, аудиотехника (акустический усилитель звука и колонки), видеотехника (мультимедийный проектор, телевизор), используются видеоматериалы, наушники для прослушивания, звуковое сопровождение учебной литературы в электронной библиотечной системе «Консультант студента».

*Для обучающихся с нарушениями зрения* предусмотрена возможность просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для удаленного просмотра. В библиотеке на каждом компьютере предусмотрена возможность увеличения шрифта, предоставляется бесплатная литература на русском и иностранных языках, изданная рельефно-точечным шрифтом (по Брайлю).

*Для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата* предусмотрено использование альтернативных устройств ввода информации (операционная система Windows), такие как экранная клавиатура, с помощью которой можно вводить текст. Учебные аудитории 101/2, 101/3, 101/4, 101/5,

110, 112, 113, 114, 116, 118, 119, 121, 123, 126, 1-100, 1-104, 1-106, 1-107 имеют беспрепятственный доступ для обучающихся инвалидов и обучающихся с ограниченными возможностями здоровья. В библиотеке специально оборудованы рабочие места, соответствующим стандартам и требованиям. Обучающиеся в удаленном доступе имеют возможность воспользоваться электронной базой данных научно-технической библиотеки Чувашской ГСХА, по необходимости получать виртуальную консультацию библиотекаря по использованию электронного контента.