

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ганеев Винер Валиахметович
Должность: Директор
Дата подписания: 14.06.2024 14:52:21
Уникальный программный ключ:
fceab25d7092f3bff743e8ad3f8d57fddc1f5e66

ФГБОУ ВО «УФИМСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ»
БИРСКИЙ ФИЛИАЛ УУНиТ
ФАКУЛЬТЕТ ФИЗИКИ И МАТЕМАТИКИ

Утверждено:

на заседании кафедры высшей математики и
физики
протокол № 3 от 10.11.2023 г.
Зав. кафедрой подписано ЭЦП/Чудинов В.В.

Согласовано:

Председатель УМК
факультета физики и математики
подписано ЭЦП/Бигаева Л.А.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
для очной формы обучения**

Электрические и электронные аппараты

Обязательная часть

программа бакалавриата

Направление подготовки (специальность)
13.03.02 *ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА*

Направленность (профиль) подготовки
Электроэнергетические сети и электрооборудование производственных и жилых объектов

Квалификация
Бакалавр

| | |
|--|---|
| Разработчик (составитель) Старший преподаватель (должность, ученая степень, ученое звание) | <u>подписано ЭЦП/Красильников В.А.</u> (подпись, Фамилия И.О.) |
|--|---|

Для приема: 2024-2025 г.

Бирск 2023 г.

Составитель / составители: Красильников В.А.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры высшей математики и физики протокол № ____ от « ____ » _____ 20__ г.

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры _____, протокол № ____ от « ____ » _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой _____ / _____ Ф.И.О/

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры _____, протокол № ____ от « ____ » _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой _____ / _____ Ф.И.О/

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры _____, протокол № ____ от « ____ » _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой _____ / _____ Ф.И.О/

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры _____, протокол № ____ от « ____ » _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой _____ / _____ Ф.И.О/

Список документов и материалов

| | |
|---|----|
| 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций..... | 4 |
| 2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы..... | 5 |
| 3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)..... | 5 |
| 4. Фонд оценочных средств по дисциплине | 10 |
| 4.1. Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине | 10 |
| 4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине | 11 |
| 4.3. Рейтинг-план дисциплины | 22 |
| 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины | 22 |
| 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины | 22 |
| 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины | 23 |
| 6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине..... | 23 |

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций

По итогам освоения дисциплины обучающийся должен достичь следующих результатов обучения:

| Категория (группа) компетенций (при наличии ОПК) | Формируемая компетенция (с указанием кода) | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Результаты обучения по дисциплине |
|--|---|---|---|
| | Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин (ОПК-4); | ОПК-4.1. Использует методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока, методы расчёта переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока | Знает, как использовать методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока, методы расчёта переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока |
| | | ОПК-4.2. Демонстрирует понимание принципа действия электронных устройств, основ теории электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами | Умеет демонстрировать понимание принципа действия электронных устройств, основ теории электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами |
| | | ОПК-4.3. Анализирует установившиеся режимы работы двигателей, генераторов и трансформаторов, использует знание их режимов работы и характеристик | Владеет анализом установившихся режимов работы двигателей, генераторов и трансформаторов, использует знание их режимов работы и характеристик |

2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Электрические и электронные аппараты» относится к обязательной части.

Дисциплина изучается на 3 курсе в 5 семестре.

Цель изучения дисциплины: изучение студентами устройства, принципа действия и практическое применение аппаратов в системах управления режимами работы, защиты и регулирования параметров электротехнических и электроэнергетических систем.

3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)

ФГБОУ ВО «УФИМСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ»
БИРСКИЙ ФИЛИАЛ УУНиТ
ФАКУЛЬТЕТ ФИЗИКИ И МАТЕМАТИКИ

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины «Электрические и электронные аппараты» на 5 семестр
очная
форма обучения

| Вид работы | Объем дисциплины |
|---|-------------------------|
| Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов) | 4/144 |
| Учебных часов на контактную работу с преподавателем: | 71.2 |
| лекций | 26 |
| практических/ семинарских | 26 |
| лабораторных | 18 |
| контроль самостоятельной работы (КСР) | 0 |
| других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) ФКР | 1.2 |
| Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СРС) | 38 |
| Учебных часов на подготовку к экзамену (Контроль) | 34.8 |

Форма контроля:

Экзамен 5 семестр

| № п/п | Тема и содержание | Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах) | | | | | Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка) | Задания по самостоятельной работе студентов | Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.) |
|--------------------|---|--|-----|---|----|---------|--|---|---|
| | | Лек | Лаб | П | Эк | СР С | | | |
| 3 курс / 5 семестр | | | | | | | | | |
| 1 | Раздел 1. Общие сведения. Электрические контакты. Электрическая дуга. | | | | | | | | |
| 1.1 | Общие сведения. Общие сведения об электрических и электронных аппаратах. Классификация электрических аппаратов. Защитные оболочки электрических аппаратов. Категории размещения электрических аппаратов. Требования к электрическим аппаратам. | 4 | 4 | 4 | | 4 | Осн. лит-ра №№ 1,2 Доп. лит-ра № 1 | Конспект | Групповой опрос, Практическое задание, Лабораторная работа, Тестирование |
| 1.2 | Электрические контакты. Электрическая дуга. Режимы работы электрических контактов. Дуга постоянного и переменного токов. Способы гашения электрической дуги. | 4 | 2 | 4 | | 6 | Осн. лит-ра № 1 | Конспект | Лабораторная работа, Тестирование, Групповой опрос, Практическое задание |
| 2 | Раздел 2. Контактторы. Пускатели. Реле. Тепловые реле. Позисторная защита. Предохранители. Автоматические вы- | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | |
|-----|---|---|---|---|--|---|---------------------------------------|----------|--|
| | ключатели. | | | | | | | | |
| 2.1 | Контакторы. Пускатели. Контакторы постоянного и переменного тока. Назначение, устройство, принцип действия, схемы включения. Выбор контакторов. Магнитные пускатели | 2 | 2 | 2 | | 6 | Осн. лит-ра №№ 1,2 Доп. лит-ра № 1 | Конспект | Практическое задание, Тестирование, Групповой опрос, Лабораторная работа |
| 2.2 | Реле. Электромагнитные реле. Классификация реле. Основные характеристики и требования. Устройство и принцип действия электромагнитного реле. Поляризованные реле. Герконовые реле. Общие сведения о тепловых реле. Принцип действия. Конструкция теплового реле. Позисторная защита двигателя. | 2 | 2 | 2 | | 4 | Осн. лит-ра №№ 1,2 Доп. лит-ра № 1 | Конспект | Тестирование, Лабораторная работа, Практическое задание, Групповой опрос |
| 2.3 | Предохранители. Автоматические выключатели. Нагрев плавкой вставки. Выбор предохранителей по условиям длительной эксплуатации и пуска, по условиям селективности. Автоматические выключатели. Выбор автоматического выключателя для защиты двигателя. | 4 | | 4 | | 4 | Осн. лит-ра №№ 1,2 Доп. лит-ра № 1 | Конспект | Лабораторная работа, Тестирование, Групповой опрос |
| 3 | Аппараты высокого напряжения. Электронные аппараты. | | | | | | | | |
| 3.1 | Аппараты высокого напряжения. | 4 | | 6 | | 6 | Осн. лит-ра № 1 | Конспект | Практическое задание |

| | | | | | | | | | |
|-----------------------------|---|----|----|----|---|----|-----------------|----------|--|
| | Выключатели переменного тока напряжением выше 1000 В. Назначение, основные параметры, номинальные токи включения и отключения. Требования к выключателям. Разъединители. Отделители и короткозамыкатели. Трансформаторы тока и напряжения. Реакторы. Разрядники. Ограничители перенапряжений. Комплектные распределительные устройства напряжением выше 1000 В. | | | | | | | | ние, Тестирование, Групповой опрос |
| 3.2 | Электронные аппараты. Электронные ключи. ВАХ идеального ключа. Режимы работы электронного ключа. Область безопасной работы и защита электронных ключей. Силовые диоды, транзисторы, тиристоры. Модули силовых электронных ключей. Полупроводниковые реле на транзисторах. Операционные усилители в электронных реле. Функциональные электронные реле. | 6 | 8 | 4 | | 8 | Осн. лит-ра № 1 | Конспект | Лабораторная работа, Тестирование, Групповой опрос, Практическое задание |
| 4 | Экзамен | | | | 1 | 36 | | | |
| Итого по 3 курсу 5 семестру | | 26 | 18 | 26 | 1 | 74 | | | |
| Итого по дисциплине | | 26 | 18 | 26 | 1 | 74 | | | |

4. Фонд оценочных средств по дисциплине

4.1. Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине.

Код и формулировка компетенции: Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин (ОПК-4);

| Код и наименование индикатора достижения компетенции | Результаты обучения по дисциплине | Критерии оценивания результатов обучения (Экзамен) | | | |
|---|---|--|--|--|-------------------------------|
| | | 2 (Неудовлетворительно) | 3 (Удовлетворительно) | 4 (Хорошо) | 5 (Отлично) |
| ОПК-4.1. Использует методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока, методы расчёта переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока | Знает, как использовать методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока, методы расчёта переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока | Знания не сформированы | Знания недостаточно сформированы, несистемны | Знания сформированы, но имеют отдельные пробелы и неточности | Знания полностью сформированы |
| ОПК-4.2. Демонстрирует понимание принципа действия электронных устройств, основ теории электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами | Умеет демонстрировать понимание принципа действия электронных устройств, основ теории электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами | Умения не сформированы | Умения не полностью сформированы | Умения в основном сформированы | Умения полностью сформированы |
| ОПК-4.3. Анализирует установившиеся режимы работы двигателей, генераторов и трансформаторов, использует знание их | Владеет анализом установившихся режимов работы двигателей, генераторов и трансформаторов, использует знание их | Владение навыками не сформировано | Владение навыками неуверенное | Владение навыками в основном сформировано | Владение навыками уверенное |

| | | | | | |
|--|--------------------------------|--|--|--|--|
| трансформаторов, использует знание их режимов работы и характеристик | режимов работы и характеристик | | | | |
|--|--------------------------------|--|--|--|--|

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины. Баллы, выставляемые за конкретные виды деятельности представлены ниже.

4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине.

| Код и наименование индикатора достижения компетенции | Результаты обучения по дисциплине | Оценочные средства |
|---|---|--|
| ОПК-4.1. Использует методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока, методы расчёта переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока | Знает, как использовать методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока, методы расчёта переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока | Лабораторная работа, Тестирование, Конспект, Групповой опрос, Практическое задание |
| ОПК-4.2. Демонстрирует понимание принципа действия электронных устройств, основ теории электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами | Умеет демонстрировать понимание принципа действия электронных устройств, основ теории электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами | Групповой опрос, Практическое задание, Тестирование, Лабораторная работа |
| ОПК-4.3. Анализирует установленные режимы работы двигателей, генераторов и трансформаторов, использует знание их режимов работы и характеристик | Владеет анализом установленных режимов работы двигателей, генераторов и трансформаторов, использует знание их режимов работы и характеристик | Лабораторная работа, Практическое задание |

Критериями оценивания при модульно-рейтинговой системе являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины

для экзамена: текущий контроль – максимум 40 баллов; рубежный контроль – максимум 30 баллов, поощрительные баллы – максимум 10;

Шкалы оценивания:

для экзамена:

от 45 до 59 баллов – «удовлетворительно»;

от 60 до 79 баллов – «хорошо»;

от 80 баллов – «отлично».

Тестовые задания

Описание тестовых заданий: тестовые задания включают тесты закрытого типа (с одним правильным ответом), тесты на установлении последовательности и на установление соответствия. Оценка за выполнение тестовых заданий выставляется на основании процента заданий, выполненных студентами в процессе прохождения промежуточного и рубежного контроля знаний

Элемент, в котором происходит необратимый процесс преобразования электрической энергии в тепловую, называется ...

- + : сопротивлением
- : емкостью
- : индуктивностью
- : нелинейным элементом

Элемент, в котором происходит накопление электрической энергии в виде электрического поля, называется ...

- + : емкостью
- : сопротивлением
- : индуктивностью
- : источником энергии

Элемент, в котором происходит накопление электрической энергии в виде магнитного поля называется ...

- + : индуктивностью
- : сопротивлением
- : емкостью
- : магнитопроводом

Элементы цепи, в которых происходит необратимый процесс преобразования электрической энергии в тепло, называются ...

- + : активными
- : реактивными
- : линейными
- : нелинейными

Зависимость напряжения (или тока) от величины протекающего тока (или приложенного напряжения) называется ... характеристикой.

- + : вольт-амперной
- : амплитудно-частотной
- : фазо-частотной
- : амплитудной

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания выполнения тестовых заданий

Описание методики оценивания выполнения тестовых заданий: оценка за выполнение тестовых заданий ставится на основании подсчета процента правильно выполненных тестовых заданий.

Критерии оценки (в баллах):

- **9-10** баллов выставляется студенту, если процент правильно выполненных тестовых заданий составляет 81 – 100 %;
- **7-8** баллов выставляется студенту, если процент правильно выполненных тестовых заданий составляет 61 – 80 %;

- 4-6 баллов выставляется студенту, если процент правильно выполненных тестовых заданий составляет 41 – 60 %;
- до 4 баллов выставляется студенту, если процент правильно выполненных тестовых заданий составляет 40 %;

Конспект

1. Классификация электрических аппаратов. Защитные оболочки электрических аппаратов. Регламентация воздействий механических и климатических факторов на электрические аппараты. Категории размещения для эксплуатации электрических аппаратов. Требования к электрическим аппаратам.
2. Электрические контакты. Общие сведения: площадки касания, переходное сопротивление, одноточечные и многоточечные контакты. Процесс нагрева точечного торцевого контакта. Режимы работы электрических контактов: включение электрической цепи, контакты во включенном состоянии, отключение электрической цепи.
3. Материалы контактов. Характеристика свойств материалов, требования к ним. Конструкции твердометаллических контактов, подвижные контакты, неподвижные контакты, разрывные контакты.
4. Отключение электрической цепи. Электрические разряды: тлеющий, дуговой. Дуговой разряд: околочатодная область, область дугового столба, околоанодная область. Энергетический баланс дуги.
5. Дуга постоянного тока: статическая вольтамперная характеристика дуги, условия стабильного горения и гашения дуги, перенапряжения при отключении дуги. Дуга переменного тока при отключении активной нагрузки. Способы гашения электрической дуги.
6. Контактторы постоянного и переменного тока. Назначение, устройство, принцип действия, схемы включения. Выбор контакторов.
7. Магнитные пускатели. Назначение, устройство, принцип действия, схемы включения. Выбор магнитных пускателей.
8. Электромагнитные реле. Классификация реле. Основные характеристики и требования. Устройство и принцип действия электромагнитного реле.
9. Электромагнитные реле тока и напряжения. Согласование тяговых и противодействующих характеристик электромагнитного реле.
10. Тепловые реле. Общие сведения. Принцип действия. Конструкция теплового реле.
11. Позисторная защита двигателя. Общие сведения. Устройство и принцип действия.
12. Герконовые реле. Устройство и принцип действия герконового реле. Конструкции герконов. Тяговые и противодействующие силы в герконовом реле. Основные соотношения параметров и время срабатывания герконового реле. Достоинства и недостатки герконовых реле.
13. Предохранители. Общие сведения. Нагрев плавкой вставки. Выбор предохранителей по условиям длительной эксплуатации и пуска, по условиям селективности.
14. Автоматические выключатели. Общие сведения. Устройство и принцип действия. Токовая цепь и дугогасительная система. Расцепители. Выбор автоматического выключателя для защиты двигателя.
15. Выключатели переменного тока напряжением выше 1000 В. Назначение, основные параметры, номинальные тока включения и отключения. Требования к выключателям. Баковые масляные выключатели. Устройство и принцип действия. Выбор выключателей. Элегазовые и вакуумные выключатели. Устройство и принцип действия. Выбор выключателей.
16. Разъединители. Назначение и область применения. Устройство и принцип действия. Требования к разъединителям. Выбор разъединителей.
17. Отделители и короткозамыкатели. Назначение, принцип действия, конструкции. Выбор отделителей и короткозамыкателей.
18. Трансформаторы тока. Назначение, принцип действия, конструкции. Схемы включения и замещения. Конструкции трансформаторов тока. Требования к трансформаторам тока. Выбор трансформатора тока.

19. Трансформаторы напряжения. Назначение, принцип действия, конструкции. Схемы включения и замещения. Требования к трансформаторам напряжения. Выбор трансформатора напряжения.
20. Реакторы. Назначение, принцип действия, конструкции. Разрядники. Общие сведения. Назначение, принцип действия, конструкции. Ограничители напряжения.
21. Комплектные распределительные устройства напряжением выше 1000 В. Общие сведения.
22. Электронный ключ. ВАХ идеального ключа. Режимы работы электронного ключа. Область безопасной работы и защита электронных ключей.
23. Силовые диоды. Принцип действия. Особенности работы. Статические и динамические характеристики. Защита силовых диодов.
24. Основные классы силовых транзисторов. Статические и динамические характеристики. Защита силовых транзисторов.
25. Силовые тиристоры: запираемые и незапираемые. Статические и динамические характеристики. Защита силовых транзисторов.
26. Модули силовых электронных ключей. Последовательное и параллельное соединение ключевых элементов. Типовые схемы модулей ключей и их ВАХ.
27. Релейный режим полупроводникового усилителя. Однокаскадный усилитель на транзисторе. Основные характеристики.
28. Релейный режим полупроводникового усилителя. Двухкаскадный транзисторный усилитель с положительной обратной связью.
29. Операционные усилители. Общие сведения. Применение операционных усилителей. Инвертирующий и неинвертирующий усилитель. Функциональные преобразователи на операционных усилителях. Компаратор на операционном усилителе.
30. Компаратор в релейном режиме с опорным напряжением.
31. Полупроводниковые реле. Общие сведения. Реле тока с выдержкой времени, зависящей от тока.
32. Полупроводниковые реле защиты от замыканий на землю. Полупроводниковые реле защиты асинхронных двигателей.

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания выполнения конспекта

Критерии оценки:

- оптимальный объем текста (не более одной трети оригинала);
- логическое построение и связность текста;
- полнота/ глубина изложения материала (наличие ключевых положений, мыслей);
- визуализация информации как результат ее обработки (таблицы, схемы, рисунки);
- оформление (аккуратность, соблюдение структуры оригинала).

1- выставляется, если текст конспекта оформлен аккуратно, выбрано главное и второстепенное, выделены ключевые слова и понятия, конспект написан лаконично с применением системы условных сокращений.

Групповой опрос

1. Классификация электрических аппаратов. Защитные оболочки электрических аппаратов. Регламентация воздействий механических и климатических факторов на электрические аппараты. Категории размещения для эксплуатации электрических аппаратов. Требования к электрическим аппаратам.
2. Электрические контакты. Общие сведения: площадки касания, переходное сопротивление, одноточечные и многоточечные контакты. Процесс нагрева точечного торцевого контакта. Режимы работы электрических контактов: включение электрической цепи, контакты во включенном состоянии, отключение электрической цепи.
3. Материалы контактов. Характеристика свойств материалов, требования к ним. Конструкции твердометаллических контактов, подвижные контакты, неподвижные контакты, разрывные контакты.

4. Отключение электрической цепи. Электрические разряды: тлеющий, дуговой. Дуговой разряд: околокатодная область, область дугового столба, околоанодная область. Энергетический баланс дуги.
5. Дуга постоянного тока: статическая вольтамперная характеристика дуги, условия стабильного горения и гашения дуги, перенапряжения при отключении дуги. Дуга переменного тока при отключении активной нагрузки. Способы гашения электрической дуги.
6. Контактторы постоянного и переменного тока. Назначение, устройство, принцип действия, схемы включения. Выбор контакторов.
7. Магнитные пускатели. Назначение, устройство, принцип действия, схемы включения. Выбор магнитных пускателей.
8. Электромагнитные реле. Классификация реле. Основные характеристики и требования. Устройство и принцип действия электромагнитного реле.
9. Электромагнитные реле тока и напряжения. Согласование тяговых и противодействующих характеристик электромагнитного реле.
10. Тепловые реле. Общие сведения. Принцип действия. Конструкция теплового реле.
11. Позисторная защита двигателя. Общие сведения. Устройство и принцип действия.
12. Герконовые реле. Устройство и принцип действия герконового реле. Конструкции герконов. Тяговые и противодействующие силы в герконовом реле. Основные соотношения параметров и время срабатывания герконового реле. Достоинства и недостатки герконовых реле.
13. Предохранители. Общие сведения. Нагрев плавкой вставки. Выбор предохранителей по условиям длительной эксплуатации и пуска, по условиям селективности.
14. Автоматические выключатели. Общие сведения. Устройство и принцип действия. Токоведущая цепь и дугогасительная система. Расцепители. Выбор автоматического выключателя для защиты двигателя.
15. Выключатели переменного тока напряжением выше 1000 В. Назначение, основные параметры, номинальные тока включения и отключения. Требования к выключателям. Баковые масляные выключатели. Устройство и принцип действия. Выбор выключателей. Элегазовые и вакуумные выключатели. Устройство и принцип действия. Выбор выключателей.
16. Разъединители. Назначение и область применения. Устройство и принцип действия. Требования к разъединителям. Выбор разъединителей.
17. Отделители и короткозамыкатели. Назначение, принцип действия, конструкции. Выбор отделителей и короткозамыкателей.
18. Трансформаторы тока. Назначение, принцип действия, конструкции. Схемы включения и замещения. Конструкции трансформаторов тока. Требования к трансформаторам тока. Выбор трансформатора тока.
19. Трансформаторы напряжения. Назначение, принцип действия, конструкции. Схемы включения и замещения. Требования к трансформаторам напряжения. Выбор трансформатора напряжения.
20. Реакторы. Назначение, принцип действия, конструкции. Разрядники. Общие сведения. Назначение, принцип действия, конструкции. Ограничители напряжения.
21. Комплектные распределительные устройства напряжением выше 1000 В. Общие сведения.
22. Электронный ключ. ВАХ идеального ключа. Режимы работы электронного ключа. Область безопасной работы и защита электронных ключей.
23. Силовые диоды. Принцип действия. Особенности работы. Статические и динамические характеристики. Защита силовых диодов.
24. Основные классы силовых транзисторов. Статические и динамические характеристики. Защита силовых транзисторов.
25. Силовые тиристоры: запираемые и незапираемые. Статические и динамические характеристики. Защита силовых транзисторов.
26. Модули силовых электронных ключей. Последовательное и параллельное соединение ключевых элементов. Типовые схемы модулей ключей и их ВАХ.

27. Релейный режим полупроводникового усилителя. Однокаскадный усилитель на транзисторе. Основные характеристики.
28. Релейный режим полупроводникового усилителя. Двухкаскадный транзисторный усилитель с положительной обратной связью.
29. Операционные усилители. Общие сведения. Применение операционных усилителей. Инвертирующий и неинвертирующий усилитель. Функциональные преобразователи на операционных усилителях. Компаратор на операционном усилителе.
30. Компаратор в релейном режиме с опорным напряжением.
31. Полупроводниковые реле. Общие сведения. Реле тока с выдержкой времени, зависящей от тока.
32. Полупроводниковые реле защиты от замыканий на землю. Полупроводниковые реле защиты асинхронных двигателей.

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания выполнения группового опроса

Описание методики оценивания выполнения группового опроса: оценка за ответы в процессе группового опроса ставится на основании знания теоретического материала по опрашиваемой теме.

Критерии оценки:

- оценка "отлично" выставляется студенту, если студент дал полный, развернутый ответ на все поставленные перед ним теоретические вопросы, продемонстрировал знание терминологии, определений.
- оценка "хорошо" выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности.
- оценка "удовлетворительно" выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос.
- оценка "неудовлетворительно" выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и определений. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

Лабораторная работа

Лабораторная работа №8.

ИЗУЧЕНИЕ РАЗВЕТВЛЕННОЙ ЦЕПИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Цель работы: Опытная проверка законов переменного тока при параллельном соединении активного сопротивления, индуктивности и емкости.

Необходимые приборы и принадлежности: катушка индуктивности, реостат, батарея конденсаторов, автотрансформатор, вольтметр, ваттметр, фазометр и амперметры.

Упражнение. Параллельное соединение приемников электрической энергии.

Если к источнику переменного тока присоединить параллельно соединенные резистор R_1 , катушку индуктивности с активным сопротивлением R_2 , и индуктивным сопротивлением X_2 , конденсатор с емкостным сопротивлением X_C , то все приемники окажутся под одинаковым напряжением U .

Точки и углы сдвига фаз по отношению к напряжению в отдельных приемниках и в неразветвленной цепи будут зависеть как от величины сопротивлений, так и от характера нагрузок отдельных приемников. Такое соединение представлено на схеме рис.1.

Рис.1. Разветвленная цепь приемников переменного тока.

Для расчета разветвленных цепей пользуются методом проводимостей, который заключается в том, что ток каждой цепи условно рассматривается состоящим из активной составляющей тока I_a и реактивной составляющей I_p . Эти токи выражаются через проводимость отдельных участков, Подсчитав проводимость отдельных участков, находят эквивалентную проводимость цепи, по которой далее определяют ток в неразветвленной цепи и угол сдвига фаз между током и напряжением.

Активная составляющая тока I_a совпадает по фазе с напряжением и равна

Реактивная (емкостная индуктивная) составляющая тока имеет сдвиг по фазе относительно напряжения на угол 90° и определяется как .

Обращаясь к схеме находим активные составляющие тока в отдельных ветвях цепи: ; ; ; (т.к.).

где и - активные проводимости отдельных приемников. Реактивные составляющие токов приемников определяются как

$$(т.к. \varphi_1 = 0)$$

; .

где φ_1 , φ_2 и φ_3 - реактивные проводимости приемников.

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания выполнения лабораторных работ

Описание методики оценивания выполнения лабораторных работ: оценка за выполнение лабораторных работ ставится на основании знания теоретического материала по теме лабораторной работы, умений и навыков применения знаний на практике, работы с оборудованием, анализировать результаты лабораторной работы.

Критерии оценки:

- оценка "отлично" выставляется студенту, если демонстрируются знания темы, цели и задач лабораторной работы, хода работы, применяемых методик исследования; демонстрируется полное знание теоретического материала по теме лабораторной работы (в процессе обсуждения, при ответе на контрольные вопросы); демонстрируются умения и навыки работы с оборудованием, применения знания на практике, анализа результатов лабораторной работы и формулирование выводов, владение навыками прикладной деятельности;
- оценка "хорошо" выставляется студенту, если демонстрируются знания темы, цели и задач лабораторной работы, хода работы, имеются пробелы в знании применяемых методик исследования; демонстрируется неполное знание фактического материала по теме лабораторной работы (в процессе обсуждения, при ответе на контрольные вопросы); демонстрируются некоторые недостатки умения работать с оборудованием, применять знания на практике, недостатки владения навыками прикладной деятельности и способности анализировать результаты лабораторной работы, формулировать выводы, прослеживать причинно-следственные связи;
- оценка "удовлетворительно" выставляется студенту, если демонстрируются неполные знания цели и задач лабораторной работы, хода работы, применяемых методик исследования; демонстрируется неполное, несистемное знание теоретического материала по теме лабораторной работы (в процессе обсуждения, при ответе на контрольные вопросы); демонстрируются заметные недостатки в умении работать с оборудованием, применять знания на практике, недостаточно владеет навыками прикладной деятельности, способностью анализировать результаты лабораторной работы и формулировать выводы, прослеживать причинно-следственные связи;
- оценка "неудовлетворительно" выставляется студенту, если демонстрируются полное или почти полное отсутствие знания цели и задач лабораторной работы, хода работы, применяемых методик исследования; демонстрируется полное или почти полное отсутствие знания теоретического материала по теме лабораторной работы (в процессе обсуждения, при ответе на контрольные вопросы); демонстрируются значительные недостатки умения работать с оборудованием, применять знания на практике, владения навыками прикладной деятельности, способности анализировать результаты лабораторной работы и формулировать выводы, прослеживать причинно-следственные связи.

Практическое задание

Практическое задание № 7

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЗОНАНСА НАПРЯЖЕНИЙ И ТОКОВ.

Сопротивление цепи, содержащей последовательно соединенные емкость, индуктивность и активное сопротивление определяется соотношением :

рис.1

где R - активное сопротивление, $wL=2fL$ индуктивное сопротивление, емкостное сопротивление (рис.1). Ток в цепи определяется по формуле

рис.2

При условии, когда емкостное сопротивление равно индуктивному наступает явление резонанса. При резонансе резко возрастает ток в цепи, т.е. цепь ведет себя так как будто имеет лишь активное сопротивление. Резонансный ток определяется: I . Так как резонансный ток в цепи значительно больше тока, то напряжение на катушке индуктивности и конденсаторе значительно превосходит напряжение источника тока: и или ; . Отношение показывает во сколько раз индуктивное (емкостное) сопротивление больше активного. Это соотношение называется добротностью и обозначается . Отсюда следует, что напряжение при резонансе на конденсаторе в Q раз больше напряжения источника тока. Напряжение на конденсаторе (емкости) и на катушке индуктивности при резонансе равны и противоположны по фазе (рис.2). Резонанс в последовательной цепи (рис.1) можно получить изменяя величину индуктивности или емкости при неизменной частоте.

рис.3

Резонанс в последовательной цепи называется резонансом напряжений. Если включить катушку индуктивности и конденсатор параллельно, то получается схема резонанса токов (рис.3). В схеме резонанса токов, резонанс наступает тоже при условии когда . Ток в контуре (в неразветвленной цепи) достигает максимума, тогда как в разветвленной цепи он наоборот падает до минимума, т.е. контур при резонансе обладает большим сопротивлением.

При резонансе токов контур потребляет из сети минимум энергии. Резонанс токов в параллельном контуре наблюдается лучше, если резонансный контур включить через сопротивление R . Это является условием для наблюдения резонанса токов, т.е. сопротивление источника тока питающего контур должно быть большим. При резонансе напряжений сопротивление источника (сети) тока должно быть минимальным иначе резонанс напряжений не наступит.

Цель работы: изучение явления резонанса напряжений (последовательного резонанса) и резонанса токов (параллельного резонанса) при технической частоте в цепях катушек.

Приборы и материалы: катушка индуктивности, магазин емкостей, постоянное сопротивление, три миллиамперметра, вольтметр, автотрансформатор.

Упражнение 1: Изучение резонанса напряжений (последовательного резонанса) при технической частоте. Собрать схему рис.4.

рис.4

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания выполнения практического задания

Описание методики оценивания: при оценке решения практического задания наибольшее внимание должно быть уделено тому, насколько полно раскрыто содержание материала, верно ли ис-

пользованы научные термины, использованы ли ранее приобретенные знания, раскрыты ли причинно-следственные связи, насколько высок уровень умения оперирования научными категориями, анализа информации, владения навыками лабораторной деятельности.

Задания №1. Ситуационная практическая задача.

Задание №2. Практическое задание на выполнение операций в различных системах счисления.

Критерии оценки:

- оценка "отлично" выставляется студенту, если четко и правильно составлены характеристики, приведен полный и развернутый ответ по всем пунктам; верно использованы научные термины; демонстрируются высокий уровень умения оперировать научными категориями, анализировать информацию, владение навыками практической деятельности; второе задание решено правильно и приведено подробное решение; Уровень знаний, умений, владений – высокий;
- оценка "хорошо" выставляется студенту, если в практическом задании 1 допущены некоторые неточности в описании структуры и характеристик; ответ самостоятельный; допущены незначительные нарушения в последовательности изложения; небольшие недостатки при использовании научных терминов; практическое задание 2 решено верно, но ответ не подкреплен подробным решением. Уровень знаний, умений, владений – средний;
- оценка "удовлетворительно" выставляется студенту, если в практическом задании 1 допущены существенные неточности в определении характеристик, ответ не полный; уровень умения оперировать научными категориями, анализировать информацию, владения навыками практической деятельности невысокий, наблюдаются пробелы и неточности; в решении задания 2 допущена ошибка в ответе и решении; уровень знаний, умений, владений – удовлетворительный;
- оценка "неудовлетворительно" выставляется студенту, если в задании 1 приведен неполный, исчерпывающий ответ по всем пунктам; задание 2 решено неправильно, допущены серьезные ошибки на этапе решения; уровень владения навыками практической деятельности очень низкий; уровень знаний, умений, владений – недостаточный.

Экзаменационные билеты

Экзамен (зачет) является оценочным средством для всех этапов освоения компетенций. Структура экзаменационного билета: в билете указывается кафедра в рамках нагрузки которой реализуется данная дисциплина, форма обучения, направление и профиль подготовки, дата утверждения; билет может включать в себя теоретический(ие) вопрос(ы) и практическое задание (кейс-задание).

Примерные вопросы к экзамену, 3 курс / 5 семестр

1. Классификация электрических аппаратов. Защитные оболочки электрических аппаратов. Регламентация воздействий механических и климатических факторов на электрические аппараты. Категории размещения для эксплуатации электрических аппаратов. Требования к электрическим аппаратам.
2. Электрические контакты. Общие сведения: площадки касания, переходное сопротивление, одноточечные и многоточечные контакты. Процесс нагрева точечного торцевого контакта. Режимы работы электрических контактов: включение электрической цепи, контакты во включенном состоянии, отключение электрической цепи.
3. Материалы контактов. Характеристика свойств материалов, требования к ним. Конструкции твердометаллических контактов, подвижные контакты, неподвижные контакты, разрывные контакты.
4. Отключение электрической цепи. Электрические разряды: тлеющий, дуговой. Дуговой разряд: околокатодная область, область дугового столба, околоанодная область. Энергетический баланс дуги.
5. Дуга постоянного тока: статическая вольтамперная характеристика дуги, условия стабильного горения и гашения дуги, перенапряжения при отключении дуги. Дуга переменного тока при отключении активной нагрузки. Способы гашения электрической дуги.

6. Контакторы постоянного и переменного тока. Назначение, устройство, принцип действия, схемы включения. Выбор контакторов.
7. Магнитные пускатели. Назначение, устройство, принцип действия, схемы включения. Выбор магнитных пускателей.
8. Электромагнитные реле. Классификация реле. Основные характеристики и требования. Устройство и принцип действия электромагнитного реле.
9. Электромагнитные реле тока и напряжения. Согласование тяговых и противодействующих характеристик электромагнитного реле.
10. Тепловые реле. Общие сведения. Принцип действия. Конструкция теплового реле.
11. Позисторная защита двигателя. Общие сведения. Устройство и принцип действия.
12. Герконовые реле. Устройство и принцип действия герконового реле. Конструкции герконов. Тяговые и противодействующие силы в герконовом реле. Основные соотношения параметров и время срабатывания герконового реле. Достоинства и недостатки герконовых реле.
13. Предохранители. Общие сведения. Нагрев плавкой вставки. Выбор предохранителей по условиям длительной эксплуатации и пуска, по условиям селективности.
14. Автоматические выключатели. Общие сведения. Устройство и принцип действия. Токоведущая цепь и дугогасительная система. Расцепители. Выбор автоматического выключателя для защиты двигателя.
15. Выключатели переменного тока напряжением выше 1000 В. Назначение, основные параметры, номинальные тока включения и отключения. Требования к выключателям. Баковые масляные выключатели. Устройство и принцип действия. Выбор выключателей. Элегазовые и вакуумные выключатели. Устройство и принцип действия. Выбор выключателей.
16. Разъединители. Назначение и область применения. Устройство и принцип действия. Требования к разъединителям. Выбор разъединителей.
17. Отделители и короткозамыкатели. Назначение, принцип действия, конструкции. Выбор отделителей и короткозамыкателей.
18. Трансформаторы тока. Назначение, принцип действия, конструкции. Схемы включения и замещения. Конструкции трансформаторов тока. Требования к трансформаторам тока. Выбор трансформатора тока.
19. Трансформаторы напряжения. Назначение, принцип действия, конструкции. Схемы включения и замещения. Требования к трансформаторам напряжения. Выбор трансформатора напряжения.
20. Реакторы. Назначение, принцип действия, конструкции. Разрядники. Общие сведения. Назначение, принцип действия, конструкции. Ограничители напряжения.
21. Комплектные распределительные устройства напряжением выше 1000 В. Общие сведения.
22. Электронный ключ. ВАХ идеального ключа. Режимы работы электронного ключа. Область безопасной работы и защита электронных ключей.
23. Силовые диоды. Принцип действия. Особенности работы. Статические и динамические характеристики. Защита силовых диодов.
24. Основные классы силовых транзисторов. Статические и динамические характеристики. Защита силовых транзисторов.
25. Силовые тиристоры: запираемые и незапираемые. Статические и динамические характеристики. Защита силовых транзисторов.
26. Модули силовых электронных ключей. Последовательное и параллельное соединение ключевых элементов. Типовые схемы модулей ключей и их ВАХ.
27. Релейный режим полупроводникового усилителя. Однокаскадный усилитель на транзисторе. Основные характеристики.
28. Релейный режим полупроводникового усилителя. Двухкаскадный транзисторный усилитель с положительной обратной связью.
29. Операционные усилители. Общие сведения. Применение операционных усилителей. Инвертирующий и неинвертирующий усилитель. Функциональные преобразователи на операционных усилителях. Компаратор на операционном усилителе.

30. Компаратор в релейном режиме с опорным напряжением.
31. Полупроводниковые реле. Общие сведения. Реле тока с выдержкой времени, зависящей от тока.
32. Полупроводниковые реле защиты от замыканий на землю. Полупроводниковые реле защиты асинхронных двигателей.

Образец экзаменационного билета

| | |
|--|---|
| <p>МИНОБРНАУКИ РФ ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «УФИМСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ» БИРСКИЙ ФИЛИАЛ УУНиТ Кафедра высшей математики и физики</p> | |
| Дисциплина: Электрические и электронные аппараты очная форма обучения 3 курс 5 семестр | Курсовые экзамены 20__-20__ г. Направление 13.03.02 13.03.02 ЭЛЕКТРО-ЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА Профиль: |
| <p>Экзаменационный билет № 1</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Электрические контакты. Общие сведения: площадки касания, переходное сопротивление, одноточечные и многоточечные контакты. Процесс нагрева точечного торцевого контакта. Режимы работы электрических контактов: включение электрической цепи, контакты во включенном состоянии, отключение электрической цепи. 2. Трансформаторы тока. Назначение, принцип действия, конструкции. Схемы включения и замещения. Конструкции трансформаторов тока. Требования к трансформаторам тока. Выбор трансформатора тока. 3. Решить задачу | |
| Дата утверждения: __.__._____ | Заведующий кафедрой _____ |

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания ответа на экзамене

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины: текущий контроль – максимум 40 баллов; рубежный контроль – максимум 30 баллов, поощрительные баллы – максимум 10.

При оценке ответа на экзамене максимальное внимание должно уделяться тому, насколько полно раскрыто содержание материала, четко и правильно даны определения, раскрыто содержание понятий, верно ли использованы научные термины, насколько ответ самостоятельный, использованы ли ранее приобретенные знания, раскрыты ли раскрыты причинно-следственные связи, насколько высокий уровень умения оперирования научными категориями, анализа информации, владения навыками практической деятельности.

Критерии оценки (в баллах):

- **25-30 баллов** выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок;

- **17-24 баллов** выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные

вопросы допущены небольшие неточности. При выполнении практической части работы допущены несущественные ошибки;

- **10-16** баллов выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Студент не решил задачу или при решении допущены грубые ошибки;

- **1-10** баллов выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

Перевод оценки из 100-балльной в четырехбалльную производится следующим образом:

- отлично – от 80 до 110 баллов (включая 10 поощрительных баллов);
- хорошо – от 60 до 79 баллов;
- удовлетворительно – от 45 до 59 баллов;
- неудовлетворительно – менее 45 баллов.

4.3. Рейтинг-план дисциплины

Таблица перевода баллов текущего контроля в баллы рейтинга

| | | | | | | | | | | |
|-----------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 5 | 3 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 2 | | 5 | 4 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 |
| 3 | | | 5 | 4 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 |
| 4 | | | | 5 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 2 |
| 5 | | | | | 5 | 5 | 4 | 4 | 3 | 3 |
| 6 | | | | | | 5 | 5 | 4 | 4 | 3 |
| 7 | | | | | | | 5 | 5 | 4 | 4 |
| 8 | | | | | | | | 5 | 5 | 4 |
| 9 | | | | | | | | | 5 | 5 |
| 10 | | | | | | | | | | 5 |

Рейтинг-план дисциплины представлен в Приложении 1.

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература

1. . Электротехника и электроника : учеб. для академ. бакалавриата, по направл. подготовки "Конструкторско-технолог.обеспеч. машиностроит. производств", "Автоматизац. технолог. процессов и производств" / В. А. Кузовкин, В. В. Филатов ; Московский гос. технолог. ун-т .— Москва : Юрайт, 2014 .— 431 с. : ил. — (Бакалавр. Академический курс) .— Книга доступна в электронной библиотечной системе biblio-online.ru .— Библиогр.: с. 431 .— ISBN 978-5-9916-3855-5 : 420 р. 00 к.
2. Электротехника и электроника. В 2-х томах. Том 1. Электрические, электронные и магнитные цепи. Учебник для вузов [Электронный ресурс] / Бабичев Ю. Е. — М. : Мир горной книги, 2007 .— 599 с. — Доступ к тексту электронного издания возможен через Электрон-

но-библиотечную систему «Университетская библиотека online .— ISBN 978-5-91003-015-6 .— <URL:<http://www.biblioclub.ru/book/79262/>>.

Дополнительная литература

1. Материаловедение. Технология конструкционных материалов : учеб. пособ. для студ. вузов, обуч.по напр. "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" / Под ред. В. С. Чердниченко .— 4-е изд., стер. — М. : ОМЕГА-Л, 2008 .— 751с. : ил. — (Высшее технологическое образование) .— ISBN 5-370-00906-6 : 278 р. 00 к.

5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/>.
2. Электронная библиотечная система «Лань» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/>.
3. Университетская библиотека онлайн biblioclub.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/>.
4. Электронная библиотека УУНиТ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://elib.bashedu.ru/>.
5. Российская государственная библиотека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.rsl.ru/>.
6. Национальная электронная библиотека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://xn--90ax2c.xn--plai/viewers/>.
7. Национальная платформа открытого образования proed.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://npoed.ru/>.
8. Электронное образование Республики Башкортостан [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://edu.bashkortostan.ru/>.
9. Информационно-правовой портал Гарант.ру [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.garant.ru/>.

Программное обеспечение

1. Браузер Google Chrome - Бесплатная лицензия
https://www.google.com/intl/ru_ALL/chrome/privacy/eula_text.html
2. Office Professional Plus - Договор №0301100003620000022 от 29.06.2020, Договор № 2159-ПО/2021 от 15.06.2021, Договор №32110448500 от 30.07.2021
3. Windows - Договор №0301100003620000022 от 29.06.2020, Договор № 2159- ПО/2021 от 15.06.2021, Договор №32110448500 от 30.07.2021

6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

| Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий | Вид занятий | Наименование оборудования, программного обеспечения |
|---|---------------------------|--|
| Аудитория 108(ФМ) | Лекционная, Семинарская | трансформатор, учебная мебель, учебно-методические пособия |
| Аудитория 201(ФМ) | Для хранения оборудования | блок питания, блок питания, |

| | | |
|---|---|---|
| | | микровольтметр, осциллограф, осциллограф цифровой, принтер, процессор, системный блок, системный блок |
| Аудитория 224(ФМ) | Лекционная, Для консультаций, Для контроля и аттестации | ноутбук, проектор, учебная мебель, экран |
| Аудитория 301 Читальный зал (электронный каталог)(ФМ) | Для самостоятельной работы | Компьютеры в сборе, учебная мебель |
| Аудитория 222(ФМ) | Для самостоятельной работы | компьютеры в сборе, проектор, учебная мебель, экран для проекторов |