Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце: ФИО: Руководитель Аналитического отдела
Должность: Директор
Дата подписания: 27.12.2021 15:16:57
Уникальный программный ключ:
f45eb7c44954caac05ea7d4f32eb8d7d6b3cb96ae6d9b4bda094afddaffb705f

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«СЕВЕРО-ВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.К. АММОСОВА»
Технический институт (филиал) ФГАОУ ВО «СВФУ» в г. Нерюнгри

Кафедра электропривода и автоматизации производственных процессов

Рабочая программа дисциплины

**Б1.О.22 Электрические и электронные аппараты**
для программы бакалавриата
Направление подготовки: 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»
(профиль «Электрооборудование и электрохозяйство предприятий организаций и учреждений»)
Форма обучения – заочная
З-БП-ЭО-21(5)

Автор: Дейс Д.А., к.т.н., доцент, доцент кафедры ЭПиАПП, e-mail: sinistermail@mail.ru

| | | |
|---|---|---|
| РЕКОМЕНДОВАНО<br>Представитель кафедры «ЭПиАПП»_____<br>/ Н.В. Дик /<br>Заведующий кафедрой «ЭПиАПП» _____<br>_____/ А.В. Рукович /<br>протокол № 8<br>от «18» 05 2021 г. | ОДОБРЕНО<br>Представитель кафедры «ЭПиАПП»_____<br>/ Н.В. Дик /<br>Заведующий кафедрой «ЭПиАПП» _____<br>_____/А.В. Рукович/<br>протокол № 8<br>от «18» 05 2021 г. | ПРОВЕРЕНО<br>Нормоконтроль в составе ОПОП пройден<br>Специалист УМО<br>_____/С.Р. Санникова<br>«24» августа 2021 г. |
| Рекомендовано к утверждению в составе ОПОП<br>Председатель УМС _____/ Л.А. Яковлева<br>протокол УМС № 01 от «30» августа 2021 г. | | Зав. библиотекой<br>_____/ Н.С. Булгатова<br>«30» 08 2021 г. |

Нерюнгри 2021

# 1. АННОТАЦИЯ
## к рабочей программе дисциплины
## Б1.О.22 Электрические и электронные аппараты

Трудоемкость 4 з.е.

### 1.1. Цель освоения и краткое содержание дисциплины

Целью изучения дисциплины является формирование у студентов знаний об электрических и электронных аппаратах, как технических средствах управления режимами работы, защиты и регулирования параметров электротехнических и электроэнергетических систем.

Задачей изучения дисциплины является ознакомление студентов с классификацией электрических и электронных аппаратов, элементной базой электронной техники, параметрами и характеристиками электрических аппаратов.

**Краткое содержание дисциплины**

Общие сведения об электрических и электронных аппаратах. Основные понятия и термины, относящиеся к контактным соединениям. Физические процессы, определяющие переходное сопротивление контактных поверхностей. Коммутационный и механический износ контактов. Активные потери энергии в токоведущих, ферромагнитных и изоляционных частях электрических аппаратов. Теплоотдача от нагретых частей электроаппаратов путем теплопроводности, конвекции и теплового излучения. Процессы срабатывания и отпускания электромагнитов. Способы ускорения и замедления этих процессов. Основные элементы конструкции автоматических выключателей, их функциональное назначение.

### 1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

| Планируемые результаты освоения программы (содержание и коды компетенций) | Планируемые результаты обучения по дисциплине |
|---|---|
| ОПК-3.1 Использует методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока;<br>ОПК-3.2 Использует методы расчета переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока;<br>ОПК-3.3 Применяет знания основ теории электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами;<br>ОПК-3.4 Демонстрирует понимание принципа действия электронных устройств;<br>ОПК-3.5 Анализирует установившиеся режимы работы трансформаторов и вращающихся электрических машин различных типов, | Знать:<br>– основные характеристики электрических и электронных аппаратов;<br>– общие принципы работы электрических и электронных аппаратов;<br>– физические явления в электрических аппаратах и основы теории электрических аппаратов;<br>– элементную базу электрооборудования и установок, их функциональное назначение и устройство применительно к объектам электроэнергетики и электротехники<br>– электрические аппараты, как средства управления режимами работы, защиты и регулирования параметров электротехнических и электроэнергетических систем;<br>– назначение электромагнитных реле тока и напряжения, их устройство, принцип действия;<br>– способы правильного подключения реле тока и напряжения в электрические цепи;<br>Уметь:<br>– использовать методы анализа, моделирования и расчета режимов сложных систем, изделий, устройств и установок лектроэнергетического и электротехнического назначения;<br>– рассчитывать и проектировать основные детали и |

| | |
|---|---|
| использует знание их режимов работы и характеристик;<br>ОПК-3.6 Применяет знания функций и основных характеристик электрических и электронных аппаратов | узлы электрических аппаратов, их компоновку и схемы электронных аппаратов;<br>– обеспечить соблюдение заданных параметров технологического процесса<br>– - провести испытания, контроль и управление работой электрооборудования и электрохозяйства.<br>– правильно выбрать и включить в работу различные виды реле, произвести настройку и отладку их в электрических цепях;<br>Владеть:<br>– методами решения практических задач применительно к своей профессиональной деятельности.<br>– методами расчета тепловых процессов, электродинамической стойкости, магнитных систем, контактных соединений лектрических и электронных аппаратов.<br>– навыками экспериментальных исследований режимов работы технических устройств и объектов электроэнергетики и электротехники;<br>– навыками анализа режимов работы электроэнергетического и электротехнического оборудования и систем;<br>– навыками работы и знаниями элементной базы современных электротехнических устройств перспективных направлений |

**1.3. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

| Индекс | Наименование дисциплины | Семестр изуче-ния | Индексы и наименования учебных дисциплин (модулей), практик | |
|---|---|---|---|---|
| | | | на которые опирается содержание данной дисциплины (модуля) | для которых содержание данной дисциплины (модуля) выступает опорой |
| Б1.О.22 | Электрические и электронные аппараты | 8 | Б1.О.15 Физика<br>Б1.О.18 Теоретические основы электротехники<br>Б1.О.19 Электротехническое и конструкционное материаловедение | Б1.О.26 Промышленная электроника |

**1.4. Язык преподавания:** русский.

**2. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Выписка из учебного плана (гр. З-БП-ЭО-20(5)):

| | | |
|---|---|---|
| Код и название дисциплины по учебному плану | Б1.О.22 Электрические и электронные аппараты. | |
| Курс изучения | 4 | |
| Семестр(ы) изучения | 8 | |
| Форма промежуточной аттестации (зачет/экзамен) | Экзамен | |
| Реферат, семестр выполнения | | |
| Трудоемкость (в ЗЕТ) | 4 ЗЕТ | |
| **Трудоемкость (в часах)** (сумма строк №1,2,3), в т.ч.: | 144 | |
| **№1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (КР), в часах:** | Объем аудиторной работы, в часах | В т.ч. с применением ДОТ или ЭО[1], в часах |
| Объем работы (в часах) (1.1.+1.2.+1.3.): | | - |
| 1.1. Занятия лекционного типа (лекции) | 6 | - |
| 1.2. Занятия семинарского типа, всего, в т.ч.: | - | - |
| - семинары (практические занятия, коллоквиумы и т.п.) | 10 | - |
| - лабораторные работы | 6 | - |
| - практикумы | - | - |
| 1.3. КСР (контроль самостоятельной работы, консультации) | 5 | - |
| **№2. Самостоятельная работа обучающихся (СРС) (в часах)** | 108 | |
| **№3. Количество часов на экзамен** (при наличии экзамена в учебном плане) | 9 | |

[1]Указывается, если в аннотации образовательной программы по позиции «Сведения о применении дистанционных технологий и электронного обучения» указан ответ «да».

## 3. Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

### 3.1. Распределение часов по разделам и видам учебных занятий

| Раздел | Всего часов | Контактная работа, в часах | | | | | | | | | Часы СРС |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Лекции | из них с применением ЭО и ДОТ | Семинары (практические занятия, коллоквиумы) | из них с применением ЭО и ДОТ | Лабораторные работы | из них с применением ЭО и ДОТ | Практикумы | из них с применением ЭО и ДОТ | КСР (консультации) | |
| Общие сведения о параметрах и характеристиках электрических аппаратов, предопределяющие их выбор и применение. Номинальные параметры и режимы работы. | 12 | 1 | | 1 | | | | | | | 10(ЛР) |
| Коммутационная и механическая износостойкость. Электрическая прочность изоляции электрических аппаратов. | 17 | 1 | | 1 | | 2 | | | | 1 | 12(ЛР) |
| Допустимые температуры нагрева контактных, токоведущих и изоляционных частей. Параметры, характеризующие работу аппарата во времени (быстродействие). | 57 | 1 | | 1 | | 2 | | | | 1 | 12(ЛР)<br>40(РГР) |
| Параметры и характеристики контактных соединений. Виды контактных соединений. | 17 | 1 | | 1 | | 2 | | | | 1 | 12(ЛР) |
| Коммутационный и механический износ контактов реле. Причины, влияющие на износ контактов при включении и отключении тока. Дребезг (вибрация) контактов и способы борьбы с ним. | 17 | 1 | | 1 | | 2 | | | | 1 | 12(ЛР) |
| Активные потери энергии в токоведущих, ферромагнитных и изоляционных частях электрических аппаратов. | 15 | 1 | | 1 | | 2 | | | | 1 | 10(ЛР) |

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Отдача теплоты от нагретых частей аппарата путем теплопроводности, конвекции и теплового излучения | | | | | | | | | | | |
| **Экзамен** | 9 | | | | | | | | | | |
| **Всего часов за семестр** | 144 | 6 | | 10 | | 6 | | | | 5 | 108 |

Примечание: ПР-подготовка к практическим работам. РГР – расчено-графическая работа

### 3.2. Содержание тем программы дисциплины

**Тема 1.** Плавкие предохранители. Назначение и требования, предъявляемые к предохранителям. Основные параметры и характеристики. Время-токовая защитная характеристика предохранителя и её согласование с характеристикой защищаемого объекта. Работа предохранителя при длительной нагрузке и при коротком замыкании. Конструкции современных предохранителей. Быстродействующие предохранители, эффект токоограничения. Режимы работы и начальная установка.

**Тема 2.** Параметры, характеризующие надежность работы аппаратов. Коммутационная и механическая износостойкость. Коммутационная способность. Стойкость аппарата к сквозным токам перегрузки и короткого замыкания. Электрическая прочность изоляции электрических аппаратов. Допустимые температуры нагрева контактных, токоведущих и изоляционных частей. Параметры, характеризующие работу аппарата во времени.

**Тема 3**. Электромагнитное реле времени. Принцип действия, устройство, способы регулирования выдержки времени при втягивании и отпускании якоря реле. Применение реле для схем пуска электродвигателей в функции времени, для схем автоматизации технологических процессов и т. п. Выбор реле времени в соответствии с требуемыми временными интервалами и параметрами коммутируемой цепи. Поляризованные реле. Устройство, принцип действия, основные параметры и характеристики. Применение в схемах автоматики. Тепловые реле. Принцип действия, устройство, время-токовая характеристика. Применение для защиты энергетического оборудования от токовых перегрузок, в составе магнитных пускателей и т. п. Согласование время-токовых характеристик реле и защищаемого объекта. Выбор тепловых реле в соответствии с параметрами защищаемого объекта.

**Тема 4.** Автоматические выключатели. Назначение, основные понятия, принцип действия. Время-токовые защитные характеристики основных классов B, C, D. Требования, предъявляемые к автоматическим выключателям. Основные элементы конструкции автоматических выключателей, их функциональное назначение. Выбор автоматических выключателей в соответствии с номинальными параметрами защищаемого электрооборудования, с допустимыми (по величине и времени) токами перегрузки, с предельно возможными токами короткого замыкания.

**Тема 5**. Классификация реле. Общие для реле всех видов параметры и характеристики. Требования, предъявляемые к реле. Электромагнитные реле тока и напряжения, их устройство, принцип действия. Схемы включения реле напряжения для защиты электродвигателей горнодобывающих механизмов.

**Тема 6.** Командоаппараты и контроллеры. Основные понятия, определения. Конструктивное исполнение и области применения. Схемы пуска и регулирования скоростей вращения электродвигателей горнодобывающих механизмов.

### 3.3. Формы и методы проведения занятий, применяемые учебные технологии

В процессе преподавания дисциплины используются традиционные технологии наряду с активными и интерактивными технологиями.

*Учебные технологии, используемые в образовательном процессе*

## 4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы[2] обучающихся по дисциплине

**Содержание СРС**

| № | Наименование раздела (темы) дисциплины | Вид СРС | Трудо-емкость (в часах) | Формы и методы контроля |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Общие сведения об электрических и электронных аппаратах. | Выполнение ЛР | 10(ЛР) | Подготовка к лабораторной работе Анализ теоретического материала, выполнение конспекта (внеауд.СРС) |
| 2 | Электрическая прочность изоляции электрических аппаратов.<br>Плавкие предохранители. Основные параметры и характеристики. | Выполнение ЛР | 12(ЛР) | Подготовка к лабораторной работе Анализ теоретического материала, выполнение конспекта (внеауд.СРС) |
| 3 | Герконовые реле. Принцип действия. Способы управления Конструкции герконовых реле. Герконы с большой коммутационной способностью (силовые герконы). Преимущества и недостатки герконовых реле. Области применения. | Выполнение ЛР | 12(ЛР)<br>40(РГР) | Подготовка к лабораторной работе Анализ теоретического материала, выполнение конспекта (внеауд.СРС) |
| 4 | Позисторы. Принцип действия, характеристики, области применения. Установка позисторов для защиты электродвигателей. Аппараты позисторной защиты. | Выполнение ЛР | 12(ЛР) | Подготовка к лабораторной работе Анализ теоретического материала, выполнение конспекта (внеауд.СРС) |
| 5 | Нагрев аппаратов при номинальном режиме работы и при коротком замыкании. Допустимые температуры нагрева для различных частей аппаратов. Термическая стойкость электрического аппарата, величины, ее определяющие. Понятие о выборе электрического аппарата, исходя из требуемой термической стойкости. | Выполнение ЛР | 12(ЛР) | Подготовка к лабораторной работе Анализ теоретического материала, выполнение конспекта (внеауд.СРС)<br><br>Выполнение РГР |
| 6 | Аварийные режимы работы электроустановок. Основные термины и определения. Параметры, характеризующие аварийные режимы. Защита электроустановок от аварийных режимов работы. | Выполнение ЛР | 10(ЛР) | Подготовка к лабораторной работе Анализ теоретического материала, выполнение конспекта (внеауд.СРС) |
| | Всего часов | | 108 | |

[2] Самостоятельная работа студента может быть внеаудиторной (выполняется студентом самостоятельно без участия преподавателя – например, подготовка конспектов, выполнение письменных работ и др.) и аудиторной (выполняется студентом в аудитории самостоятельно под руководством преподавателя – например, лабораторная или практическая работа).

**Темы лабораторных и практических занятий**

1. Проверка электрической прочности изоляции электрических аппаратов.
2. Выбор и обоснование применения тепловых реле.
3. Параметры и характеристики контактных соединений. Виды контактных соединений.
4. Коммутационный и механический износ контактов. Причины, влияющие на износ контактов при включении и отключении тока.
5. Электромагниты. Сила тяги электромагнитов постоянного и переменного токов
6. Автоматические выключатели общепромышленного применения (универсальные и специализированные). Особенности конструкции, основные параметры и характеристики.

| **Компетенции** | **Характеристика выполненной работы** | **Количество набранных баллов** |
|---|---|---|
| ОПК-3.1;<br>ОПК-3.2;<br>ОПК-3.3;<br>ОПК-3.4;<br>ОПК-3.5;<br>ОПК-3.6 | за самостоятельно написанную работу по теме; умение излагать материал последовательно и грамотно, делать необходимые обобщения и выводы; сформированность компетенций по разделам дисциплины; проявлено умение применять методы и средства познания для интеллектуального развития, повышения культурного уровня, профессиональной компетентности; применять понятийно-категориальный аппарат, основные законы разнонаправленных наук в профессиональной деятельности; навыки целостного подхода к анализу | 6 баллов |
| | ответ удовлетворяет в основном требованиям на оценку «5», но при этом имеет один из недостатков: в изложении допущены небольшие пробелы, не исказившие содержание работы; допущены один – два недочета при освещении основного содержания темы, исправленные по замечанию преподавателя; допущены ошибка или более двух недочетов при освещении второстепенных вопросов, которые легко исправляются по замечанию преподавателя. В работе может быть недостаточно полно развернута аргументация. | 5 баллов |
| | неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала; имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, исправленные после замечаний преподавателя; при неполном знании теоретического материала выявлена недостаточная сформированность компетенций, умений и навыков, студент не может применить теорию в новой ситуации. | 4 баллов |
| | не раскрыто основное содержание учебного материала; обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала; допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, которые не исправлены после нескольких замечаний преподавателя; нарушена логика в изложении материала, нет необходимых обобщений и выводов; недостаточно сформированы навыки письменной речи; не сформированы умения и компетенции. | 0 баллов |

**Расчетно-графические работы**

Расчетно-графические работы предусмотрены учебным планом подготовки и имеет следующие цели:

а) закрепление и углубление теоретических знаний, полученных на предусмотренных учебным планом видах занятий;

б) формирование умений самостоятельно решать задачи по расчету показателей объекта изучения дисциплины с обоснованием применяемых при этом теоретических положений и анализом полученных результатов;

в) формирование инженерного мышления, необходимого для исследования существующих и перспективных систем электроэнергетики и электротехники.

**Пример расчетно-графических работ**

**Задача: Расчет намагничивающих обмоток.**

Рассчитать параметры намагничивающих обмоток для сушки автотрансформатора типа АОДЦТГ-250000/500. Кожух автотрансформатора утеплен асбестовым полотном. Суммарная поверхность бака 105 м$^2$. Периметр бака 17,8 м. Высота намотки 4 м. Температура окружающего воздуха – 15 $^0$С. Значения которых приведены в таблице 1. Расчет произвести для однофазной и трехфазной обмоток. Сделать соответствующие выводы.

Исходные данные Таблица 1

| № варианта | $F$, м$^2$ | $l$, м | $h$, м | $t_{откр}$, $^0$С | $U$, В | № варианта | $F$, м$^2$ | $l$, м | $h$, м | $t_{откр}$, $^0$С | $U$, В |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 105 | 17,8 | 4 | 15 | 400 | 11 | 110 | 18,2 | 6 | 16 | 400 |
| 2 | 110 | 18,0 | 5 | 16 | 380 | 12 | 115 | 18,0 | 5 | 14 | 380 |
| 3 | 100 | 17,6 | 3 | 18 | 220 | 13 | 105 | 17,6 | 4 | 17 | 400 |
| 4 | 105 | 17,4 | 6 | 14 | 380 | 14 | 120 | 17,8 | 3 | 15 | 220 |
| 5 | 115 | 18,2 | 4 | 15 | 220 | 15 | 100 | 18,2 | 6 | 14 | 380 |
| 6 | 110 | 17,8 | 3 | 17 | 400 | 16 | 120 | 17,6 | 5 | 16 | 400 |
| 7 | 115 | 17,6 | 3 | 14 | 220 | 17 | 110 | 17,4 | 4 | 17 | 220 |
| 8 | 100 | 17,8 | 6 | 16 | 380 | 18 | 105 | 18,0 | 3 | 15 | 380 |
| 9 | 105 | 18,2 | 5 | 18 | 400 | 19 | 115 | 17,8 | 6 | 18 | 220 |
| 10 | 120 | 18,0 | 4 | 15 | 220 | 20 | 100 | 17,4 | 5 | 17 | 400 |

| **Компе-тенции** | **Характеристика ответа на теоретический вопрос / выполнения практического задания** | **Количество набранных баллов** |
|---|---|---|
| ОПК-3.1;<br>ОПК-3.2;<br>ОПК-3.3;<br>ОПК-3.4;<br>ОПК-3.5;<br>ОПК-3.6 | - практические работы работа сданы в срок,<br>- оформление соответствует требованиям ГОСТ,<br>- имеется список использованной литературы, содержащей справочный материал и источники профессиональных баз данных,<br>- практическое задание решено правильно, с обоснованием применяемых теоретических положений и сопровождено необходимым анализом и интерпретацией полученных результатов;<br>- теоретическая взаимосвязь с практической частью освещена в полном объеме, глубоко, с использованием различных источников научно-технической информации.<br>- при защите указывается взаимосвязь выполненных расчетов с последующими, четко обосновывается выполненный расчет;<br>- при защите прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых поня- | 34 баллов |

| | | |
|---|---|---|
| | тий, теорий, явлений<br>- на вопросы даются полные исчерпывающие обоснованные ответы | |
| | - практические работы сданы в срок,<br>- оформление соответствует требованиям ГОСТ,<br>- имеется список использованной литературы, содержащей справочный материал и источники профессиональных баз данных,- в практической части задания имеются отдельные недостатки, не влияющие на окончательный результат исследования;<br>- при освещении теоретической взаимосвязи с практической частью был использован только один источник научной информации, но вопрос освещен в целом правильно;<br>- четко обосновывается выполненный расчет;<br>- при защите прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений<br>- на вопросы даются обоснованные ответы, допускаются незначительные недочеты | 27 балла |
| | - практические работы сданы в срок,<br>- оформление соответствует требованиям,<br>- имеется список использованной литературы, содержащей справочный материал,<br>- практическое задание выполнено со значительными ошибками<br>- не в полном объеме освещена теоретическая взаимосвязь с практической частью, поверхностное обоснование без примеров и необходимых обобщений;<br>- при защите прослеживается не четкая последовательность, не совсем верно с затруднениями обосновывается выполненный расчет;<br>- допускаются неточности в формулировках, исправленные студентом, с помощью преподавателя<br>- ответы на дополнительные вопросы даны в полном объеме, могут содержать небольшие неточности<br>- в схемах допущены неточности | 20 баллов |
| | - оформление не соответствует требованиям,<br>- список литературы содержит справочный материал,<br>- неуверенность в применении справочной литературы,<br>- не выполнены требования на оценку «удовлетворительно»<br>-отсутствует выполнение большей части задания или неверность решения.<br>- при защите допущены неточности в изложении, грубые ошибки,<br>- не верно обосновывается выполненный расчет;<br>- изложение основных аспектов несвязно,<br>- отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения,<br>- структура расчетов не соответствует содержанию,<br>- на большую часть дополнительных вопросов даны неправильные ответы,<br>- в схемах допущены неточности, чертежи выполнены не верно<br>- ответы на наводящие вопросы не верные. | 0 баллов |

## 5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Методические указания для помощи обучающимся в успешном освоении дисциплины в соответствии с запланированными видами учебной и самостоятельной работы обучающихся:

| № п/п | Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной литературы, вид и характеристика иных информационных ресурсов | Наличие грифа, вид грифа | Количество экземпляров в библиотеке СВФУ |
|---|---|---|---|
| 1 | Чепайкина Т.А. Методические указания к выполнению курсовой работы по курсу «Электрические и электронные аппараты», ТИ(ф) СВФУ, 2010 | | 20 |
| 2 | Шадрин Г.А. Датчики тока и напряжения. Учебное пособие. ТИ (ф) ЯГУ, 2006г. | | |

Методические указания размещены в СДО Moodle:

**Рейтинговый регламент по дисциплине:**

| № | Вид выполняемой учебной работы (контролирующие материалы) | | Количество баллов (min) | Количество баллов (max) | *Примечание* |
|---|---|---|---|---|---|
| | *Испытания / Формы СРС/КСРС* | *Время, час* | | | |
| 1 | Лабораторные занятия | 68 | 25 | 36 | знание теории; выполнение лабораторной работы |
| 2 | Расчетно-графическая работа | 40 | 20 | 34 | Выполнение и защита РГР |
| 3 | Экзамен | 9 | | 30 | |
| | **Итого:** | **108 (9)** | **45** | **100** | |

## 6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

6.1. Показатели, критерии и шкала оценивания

| Коды оцениваемых компетенций | Показатель оценивания (по п.1.2.РПД) | Уровни освоения | Критерии оценивания (дескрипторы) | Оценка |
|---|---|---|---|---|
| ОПК-3.1 Использует методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока; ОПК-3.2 Использует методы расчета переходных процессов в электрических цепях постоянного и | Знать:<br>– основные характеристики электрических и электронных аппаратов;<br>– общие принципы работы электрических и электронных аппаратов;<br>– физические явления в электрических аппаратах и основы теории электрических аппаратов;<br>– элементную базу электрооборудования и установок, их функциональное | Высокий | Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний по дисциплине, доказательно раскрыты основные положения вопросов; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Знание по предмету демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Ответ изложен полностью с использованием современной терминологии. Могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом | отлично |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| переменного тока; ОПК-3.3 Применяет знания основ теории электромагнитн ого поля и цепей с распределенным и параметрами; ОПК-3.4 Демонстрирует понимание принципа действия электронных устройств; ОПК-3.5 Анализирует установившиеся режимы работы трансформаторо в и вращающихся электрических машин различных типов, использует знание их режимов работы и характеристик; ОПК-3.6 Применяет знания функций и основных характеристик электрических и электронных аппаратовч | назначение и устройство применительно к объектам электроэнергетики и электротехники<br>– электрические аппараты, как средства управления режимами работы, защиты и регулирования параметров электротехнических и электроэнергетических систем;<br>– назначение электромагнитных реле тока и напряжения, их устройство, принцип действия;<br>– способы правильного подключения реле тока и напряжения в электрические цепи;<br>Уметь:<br>– использовать методы анализа, моделирования и расчета режимов сложных систем, изделий, устройств и установок лектроэнергетического и электротехнического назначения;<br>– рассчитывать и проектировать основные детали и узлы электрических аппаратов, их компоновку и схемы электронных аппаратов;<br>– обеспечить соблюдение заданных параметров технологического процесса<br>– - провести испытания, контроль и управление работой электрооборудования и электрохозяйства.<br>– правильно выбрать и включить в работу различные виды реле, произвести настройку и отладку их в электрических цепях;<br>Владеть:<br>– методами решения | | самостоятельно в процессе ответа. В лабораторном задании может быть допущена 1 фактическая ошибка. | |
| | | Базовый | Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ четко структурирован, логичен, изложен полностью с использованием современной терминологии. Могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя. В лабораторном задании могут быть допущены 2-3 фактические ошибки. | хорошо |
| | | Мини-мальный | Дан недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. В ответе отсутствуют выводы. Умение раскрыть значение обобщенных знаний не показано. Речевое оформление требует поправок, коррекции. В лабораторном задании могут быть допущены 4-5 фактических ошибок. | удовлетво-рительно |
| | | Не освоены | Ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь обсуждаемого вопроса по билету с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная, терминология не используется. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента. В лабораторном задании допущено более 5 фактических ошибок.<br>*или* Ответ на вопрос полностью отсутствует<br>*или* Отказ от ответа | неудовлетво-рительно |
| | | | | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | практических задач применительно к своей профессиональной деятельности.<br>– методами расчета тепловых процессов, электродинамической стойкости, магнитных систем, контактных соединений лектрических и электронных аппаратов.<br>– навыками экспериментальных исследований режимов работы технических устройств и объектов электроэнергетики и электротехники;<br>– навыками анализа режимов работы электроэнергетического и электротехнического оборудования и систем;<br>– навыками работы и знаниями элементной базы современных электротехнических устройств перспективных направлений | | | |

6.2. Типовые контрольные задания (вопросы) для промежуточной аттестации

Экзамен по электрическим и электронным аппаратам проводится в форме собеседования по экзаменационным билетам. Экзаменационный билет включает три теоретеческих вопроса.

Вопросы на экзамен

1. Классификация электрических аппаратов (ЭА).
2. Основные требования, предъявляемые к электрическим аппаратам.
3. Электродинамические усилия в электрических аппаратах. Усилия между параллельными и взаимноперпендикулярными проводниками. Силы взаимодействия между проводникос с током и ферромагнитной массой.
4. Электродинамические усилия в электрических аппаратах. Усилие в витке, катушке и между катушками.
5. Электродинамические силы в проводниках переменного сечения.
6. Электродинамические усилия на переменном токе. Электродинамическая стойкость аппаратов.
7. Нагрев электрических аппаратов. Источники тепловых потерь. Нагрев при различных режимах работы.
8. Термическая стойкость ЭА.
9. Электрические контакты. Основные понятия. Переходное сопротивление контакта. Основные конструкции контактов.
10. Режимы работы контактов.
11. Материалы для контактных соединений
12. Причины возникновения дуги. Процессы в дуговом промежутки.. Вольт-амперная характеристика дуги.

13. Особенности горения и гашения дуги постоянного тока.
14. Особенности горения и гашения дуги переменного тока.
15. Перенапряжения при отключении дуги постоянного тока. Факторы, определяющие процесс восстановления напряжения.
16. Способы гашения дуги.
17. Отключение цепей с шунтированием дуги.
18. Отключение цепей повышенной частоты.
19. Электромагнитные механизмы. Общие сведения, классификация.
20. Электромагниты постоянного тока. Тяговая характеристика. Динамика срабатывания.
21. Электромагниты переменного тока. Тяговая характеристика. Динамика срабатывания.
22. Время срабатывания электромагнитов.
23. Принцип действия и процессы в магнитных усилителях.
24. Магнитные усилители с самонасыщением.
25. Двухполупериодные схемы магнитных усилителей
26. Реверсивные магнитные усилители.
27. Контроллеры, командоаппараты
28. Реостаты.
29. Контакторы
30. Пускатели
31. Рубильники и переключатели, пакетные выключатели и переключатели.
32. Предохранители.
33. Низковольтные выключатели.
34. Предохранители
35. Разъединители
36. Отделители и короткозамыкатели
37. Реакторы
38. Разрядники
39. Ограничители перенапряжений
40. Трансформаторы тока
41. Трансформаторы напряжения
42. Масляные баковые выключатели. Приводы выключателей.
43. Маломасляные выключатели. Приводы выключателей
44. Воздушные выключатели и их привода.
45. Воздушные выключатели и их привода.
46. Выключатели нагрузки.
47. Электромагнитные выключатели.
48. Вакуумные выключатели.
49. Элегазовые выключатели
50. Низковольтные комплектные устройства.
51. Высоковольтные комплектные устройства
52. Полупроводниковое реле тока
53. Полупроводниковые реле времени
54. Измерительный орган на операционных усилителях
55. Двухкаскадный усилитель с положительной обратной связью
56. Применение микропроцессоров в схемах автоматического управления

**Критерии оценки:**

| Компетенции | Характеристика ответа на теоретический вопрос / выполнения практического задания | Количество набранных баллов |
|---|---|---|
| ОПК-3.1; ОПК-3.2; ОПК-3.3; ОПК-3.4; ОПК-3.5; ОПК-3.6 | Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний по дисциплине, доказательно раскрыты основные положения вопросов; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Знание по предмету демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Могут быть допущены недочеты в определении терминов и понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа. | Максимальный балл по рейтингу 30б. |
| | Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ четко структурирован, логичен, Могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя. | 80% от максимального балла |
| | Дан недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. В ответе отсутствуют выводы. Умение раскрыть значение обобщенных знаний не показано | 60% от максимального балла |
| | Ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь обсуждаемого вопроса по билету с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная, терминология не используется.<br>*или*<br>Ответ на вопрос полностью отсутствует<br>*или*<br>Отказ от ответа | минимальный балл <50% при отказе от ответа ноль баллов |

6.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания

| Характеристики процедуры | |
|---|---|
| Вид процедуры | Экзамен |
| Цель процедуры | выявить степень сформированности компетенций ОПК-3.1; ОПК-3.2; ОПК-3.3; ОПК-3.4; ОПК-3.5; ОПК-3.6 |
| Локальные акты вуза, регламентирующие проведение процедуры | Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся СВФУ, версия 2.0, утверждено ректором СВФУ 15.03.2016 г.<br>Положение о балльно-рейтинговой системе в СВФУ, версия 4.0, утверждено 21.02.2018 г. |
| Субъекты, на которых направлена процедура | студенты 4 курса бакалавриата |
| Период проведения процедуры | Летняя экзаменационная сессия |
| Требования к помещениям и материально-техническим средствам | - |
| Требования к банку оценочных средств | - |
| Описание проведения процедуры | Экзамен принимается в устной форме, с учетом набранных баллов в течении семестра. |
| Шкалы оценивания результатов | Шкала оценивания результатов приведена в п. Рейтинговый регламент по дисциплине. |
| Результаты процедуры | В результате сдачи всех заданий для СРС студенту необходимо набрать 45 баллов, чтобы получить допуск к экзамену. |

## 7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины[3]

| № п/п | Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной литературы, вид и характеристика иных информационных ресурсов | Наличие грифа, вид грифа | Количество экземпляров в библиотеке СВФУ |
|---|---|---|---|
| Основная литература | | | |
| 1 | Электрические и электронные аппараты:[Текст]: учеб. для студ. вузов. В 2-х т. Т.2: Силовые электронные аппараты / А. П. Бурман [и др.]; под ред. Ю. К. Розанова. - Москва: Академия, 2010. - 320 с.: ил. - (Высшее профессиональное образование). - Библиогр.: с. 310-311. - ISBN 978-5-7695-6255-6: 818,40. | | 6 |
| 2 | Электрические и электронные аппараты: учеб. для студ. вузов. В 2-х т. Т.1 : Электромеханические аппараты / Е. Г. Акимов, Г. С. Белкин, А. П.Бурман [и др.]; под ред. А. Г. Годжелло, Ю. К. Розанова. - Москва: Академия, 2010. - 344 с.: ил. - (Высшее профессиональное образование). - Библиогр.: с. 336-338. - ISBN 978-5-7695-6253-2 : 671,00. | | 15 |
| Дополнительная литература | | | |
| 3 | Электрооборудование промышленности: учеб. для студ. вузов / Б. И. Кудрин, А. Р. Минеев. - Москва: Академия, 2008. - 424 с.: ил., табл. - (Высшее профессиональное образование). - Библиогр.: с. 418. - Предм. указ. - ISBN 978-5-7695-4094-3: 529,10. | | 10 |
| 4 | Выбор и применение низковольтных электрических аппаратов распределения, управления и автоматики: справ. пособие / Е. Г. Екимов, Ю. С. Коробков, В. П. Соколов [и др.]; под ред. Е. Г. Акимова, Ю. С. Коробкова. - Москва: Изд. дом МЭИ, 2009. - 343 с. : ил. - Библиогр.: с. 284-285. - ISBN 978-5-383-00313-8: 451,00. | | 10 |
| 5 | Электрические аппараты / Чунихин А.А. – М.: Энергоатомиздат, 1975 – 647с. | | |
| Периодические издания | | | |
| 1 | Электрика | | |
| 2 | Малая энергетика | | |
| 3 | Электричество | | |
| 4 | Электрические станции | | |
| 5 | Промышленная энергетика | | |
| 6 | Энергосбережение | | |
| 7 | Электромеханика | | |
| 8 | Проблемы энергетики | | |
| 9 | Экология и промышленность России | | |
| 10 | Электроника | | |
| 11 | Электротехника | | |
| 12 | Электрооборудование | | |
| 13 | Безопасность труда в промышленности | | |

[3] Для удобства проведения ежегодного обновления перечня основной и дополнительной учебной литературы рекомендуется размещать раздел 7 на отдельном листе,с обязательной отметкой в Учебной библиотеке.

## 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее сеть-Интернет), необходимых для освоения дисциплины

*Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)*

1. Основы электроники для студентов, радиолюбителей, инженеров, http://www.sxemotehnika.ru/o-proekte.html.
2. Электролаборатория, автор Янсюкевич В.А., http://yanviktor.narod.ru/.
3. Электролаборатория, http://yanviktor.narod.ru/index.htm.

*Интернет-ресурсы*

| № | Наименование интернет-ресурса | Автор, разработчики | Формат документа (pdf, Doc, rtf, djvu, zip,rar) | Тип интернет - ресурса | Ссылка (URL) на интернет- ресурс |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | ЭБС Университетская библиотека онлайн | ООО «Современные цифровые технологии" | | электронная библиотека | www.biblioclub.ru |
| 2 | ЭБС IPRbooks | ООО Ай Пи Эр Медиа | | электронная библиотека | www.iprbookshop.ru |
| 3 | ЭБС Лань | Издательство «Лань-Трейд» | | электронная библиотека | http://www.e.lanbook.com |

## 9. Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины (модуля)

- кабинет СРС, оснащенный персональными компьютерами с выходом в интернет (А511);
- учебная аудитория, оснащенная ноутбуком, мультимедийным проектором и экраном (А510);
- стенды учебной лаборатории «Электротехника и электроника» (А508 УАК).

## 10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

- модульная объектно-ориентированная динамическая учебная среда «Moodle».

**ЛИСТ АКТУАЛИЗАЦИИ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**
**Б1.О.22 Электрические и электронные аппараты**

| Учебный год | Внесенные изменения | Преподаватель (ФИО) | Протокол заседания выпускающей кафедры(дата,номер), ФИО зав.кафедрой, подпись |
|---|---|---|---|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

*В таблице указывается только характер изменений (например, изменение темы, списка источников по теме или темам, средств промежуточного контроля) с указанием пунктов рабочей программы. Само содержание изменений оформляется приложением по сквозной нумерации.*

## 1. АННОТАЦИЯ
## к рабочей программе дисциплины
## Б1.О.22 Электрические и электронные аппараты

Трудоемкость 4 з.е.

### 1.1. Цель освоения и краткое содержание дисциплины

Целью изучения дисциплины является формирование у студентов знаний об электрических и электронных аппаратах, как технических средствах управления режимами работы, защиты и регулирования параметров электротехнических и электроэнергетических систем.

Задачей изучения дисциплины является ознакомление студентов с классификацией электрических и электронных аппаратов, элементной базой электронной техники, параметрами и характеристиками электрических аппаратов.

**Краткое содержание дисциплины**

Общие сведения об электрических и электронных аппаратах. Основные понятия и термины, относящиеся к контактным соединениям. Физические процессы, определяющие переходное сопротивление контактных поверхностей. Коммутационный и механический износ контактов. Активные потери энергии в токоведущих, ферромагнитных и изоляционных частях электрических аппаратов. Теплоотдача от нагретых частей электроаппаратов путем теплопроводности, конвекции и теплового излучения. Процессы срабатывания и отпускания электромагнитов. Способы ускорения и замедления этих процессов. Основные элементы конструкции автоматических выключателей, их функциональное назначение.

### 1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

| **Планируемые результаты освоения программы (содержание и коды компетенций)** | **Наименование индикатора достижения компетенций** | **Планируемые результаты обучения по дисциплине** |
|---|---|---|
| ОПК-4<br>Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин | *ОПК-4.1- Использует методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока;*<br>*ОПК-4.2- Использует методы расчета переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока;*<br>*ОПК-4.3- Применяет знания основ теории электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами;*<br>*ОПК-4.5- Анализирует установившиеся режимы работы трансформаторов и вращающихся электрических машин различных типов, использует знание их* | Знать:<br>– основные характеристики электрических и электронных аппаратов;<br>– общие принципы работы электрических и электронных аппаратов;<br>– физические явления в электрических аппаратах и основы теории электрических аппаратов;<br>– элементную базу электрооборудования и установок, их функциональное назначение и устройство применительно к объектам электроэнергетики и электротехники<br>– электрические аппараты, как средства управления режимами работы, защиты и регулирования параметров электротехнических и электроэнергетических систем; |

| | | |
|---|---|---|
| | *режимов работы и характеристик;*<br>*ОПК-4.6- Применяет знания функций и основных характеристик электрических и электронных аппаратов;* | – назначение электромагнитных реле тока и напряжения, их устройство, принцип действия;<br>– способы правильного подключения реле тока и напряжения в электрические цепи;<br>Уметь:<br>– использовать методы анализа, моделирования и расчета режимов сложных систем, изделий, устройств и установок лектроэнергетического и электротехнического назначения;<br>– рассчитывать и проектировать основные детали и узлы электрических аппаратов, их компоновку и схемы электронных аппаратов;<br>– обеспечить соблюдение заданных параметров технологического процесса;<br>провести испытания, контроль и управление работой электрооборудования и электрохозяйства;<br>– правильно выбрать и включить в работу различные виды реле, произвести настройку и отладку их в электрических цепях;<br>Владеть:<br>– методами решения практических задач применительно к своей профессиональной деятельности;<br>– методами расчета тепловых процессов, электродинамической стойкости, магнитных систем, контактных соединений лектрических и электронных аппаратов;<br>– навыками экспериментальных исследований режимов работы технических устройств и объектов электроэнергетики и электротехники;<br>– навыками анализа режимов работы электроэнергетического и электротехнического оборудования и систем;<br>навыками работы и знаниями элементной базы современных электротехнических устройств перспективных направлений. |

**1.3. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

| Индекс | Наименование дисциплины | Семестр изуче-ния | Индексы и наименования учебных дисциплин (модулей), практик | |
|---|---|---|---|---|
| | | | на которые опирается содержание данной дисциплины (модуля) | для которых содержание данной дисциплины (модуля) выступает опорой |
| Б1.О.22 | Электрические и электронные аппараты | 8 | Б1.О.15 Физика<br>Б1.О.18 Теоретические основы электротехники<br>Б1.О.19 Электротехническое и конструкционное материаловедение | Б1.В.05 Теория автоматического управления<br>Б1.В.04 Электрический привод<br>Б1.О.26 Промышленная электроника |

**1.4. Язык преподавания:** русский.

**2. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Выписка из учебного плана (гр. БП-ЭО-21(5))

| | | |
|---|---|---|
| Код и название дисциплины по учебному плану | Б1.О.22 Электрические и электронные аппараты. | |
| Курс изучения | 4 | |
| Семестр(ы) изучения | 8 | |
| Форма промежуточной аттестации (зачет/экзамен) | Экзамен | |
| Трудоемкость (в ЗЕТ) | 4 ЗЕТ | |
| **Трудоемкость (в часах)** (сумма строк №1,2,3), в т.ч.: | 144 | |
| **№1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (КР), в часах:** | Объем аудиторной работы, в часах | В т.ч. с применением ДОТ или ЭО[1], в часах |
| Объем работы (в часах) (1.1.+1.2.+1.3.): | 27 | - |
| 1.1. Занятия лекционного типа (лекции) | 6 | - |
| 1.2. Занятия семинарского типа, всего, в т.ч.: | - | - |
| - семинары (практические занятия, коллоквиумы и т.п.) | 6 | - |
| - лабораторные работы | 10 | - |
| - практикумы | - | - |
| 1.3. КСР (контроль самостоятельной работы, консультации) | 5 | - |
| В т.ч. практическая подготовка 6 ч. | | |
| **№2. Самостоятельная работа обучающихся (СРС) (в часах)** | 108 | |
| **№3. Количество часов на экзамен** (при наличии экзамена в учебном плане) | 9 | |

[1]Указывается, если в аннотации образовательной программы по позиции «Сведения о применении дистанционных технологий и электронного обучения» указан ответ «да».

## 3. Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

### 3.1. Распределение часов по разделам и видам учебных занятий

| Раздел | Всего часов | Контактная работа, в часах | | | | | | | | | Часы СРС |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Лекции | из них с применением ЭО и ДОТ | Семинары (практические занятия, коллоквиумы) | из них с применением ЭО и ДОТ | Лабораторные работы | из них с применением ЭО и ДОТ | Практикумы | из них с применением ЭО и ДОТ | КСР (консультации) | |
| Общие сведения о параметрах и характеристиках электрических аппаратов, предопределяющие их выбор и применение. Номинальные параметры и режимы работы. | 21 | 2 | | - | | - | | | | 1 | 18 (К) |
| Коммутационная и механическая износостойкость. Электрическая прочность изоляции электрических аппаратов. | 23 | - | | 2 | | 2 | | | | 1 | 5 (ПР), 5(ЛР) 8 (К) |
| Допустимые температуры нагрева контактных, токоведущих и изоляционных частей. Параметры, характеризующие работу аппарата во времени (быстродействие). | 23 | 2 | | - | | 2 | | | | 1 | 13 (К) 5(ЛР) |
| Параметры и характеристики контактных соединений. Виды контактных соединений. | 23 | - | | 2 | | 2 | | | | 1 | 5 (ПР), 5(ЛР) 8 (К) |
| Коммутационный и механический износ контактов реле. Причины, влияющие на износ контактов при включении и отключении тока. Дребезг (вибрация) контактов и способы борьбы с ним. | 23 | - | | 2 | | 2 | | | | 1 | 5 (ПР), 5(ЛР) 8(К) |
| Активные потери энергии в токоведущих, ферромагнитных и изоляционных частях электрических аппаратов. Отдача теплоты от нагретых частей аппарата путем | 22 | 2 | | - | | 2 | | | | - | 10 (ЛР) 8 (К) |

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| теплопроводности, конвекции и теплового излучения | | | | | | | | | | | |
| **Экзамен** | 9 | | | | | | | | | | 9 |
| **Всего часов за семестр** | 144 | 6 | | 6 | | 10 | | | | 5 | 108(9) |

Примечание: ПР-подготовка к практическим работам. К – написание конспекта по теме самостоятельного исследования

### 3.2. Содержание тем программы дисциплины

**Тема 1.** Плавкие предохранители. Назначение и требования, предъявляемые к предохранителям. Основные параметры и характеристики. Время-токовая защитная характеристика предохранителя и её согласование с характеристикой защищаемого объекта. Работа предохранителя при длительной нагрузке и при коротком замыкании. Конструкции современных предохранителей. Быстродействующие предохранители, эффект токоограничения. Режимы работы и начальная установка.

**Тема 2.** Параметры, характеризующие надежность работы аппаратов. Коммутационная и механическая износостойкость. Коммутационная способность. Стойкость аппарата к сквозным токам перегрузки и короткого замыкания. Электрическая прочность изоляции электрических аппаратов. Допустимые температуры нагрева контактных, токоведущих и изоляционных частей. Параметры, характеризующие работу аппарата во времени.

**Тема 3**. Электромагнитное реле времени. Принцип действия, устройство, способы регулирования выдержки времени при втягивании и отпускании якоря реле. Применение реле для схем пуска электродвигателей в функции времени, для схем автоматизации технологических процессов и т. п. Выбор реле времени в соответствии с требуемыми временными интервалами и параметрами коммутируемой цепи. Поляризованные реле. Устройство, принцип действия, основные параметры и характеристики. Применение в схемах автоматики. Тепловые реле. Принцип действия, устройство, время-токовая характеристика. Применение для защиты энергетического оборудования от токовых перегрузок, в составе магнитных пускателей и т. п. Согласование время-токовых характеристик реле и защищаемого объекта. Выбор тепловых реле в соответствии с параметрами защищаемого объекта.

**Тема 4.** Автоматические выключатели. Назначение, основные понятия, принцип действия. Время-токовые защитные характеристики основных классов B, C, D. Требования, предъявляемые к автоматическим выключателям. Основные элементы конструкции автоматических выключателей, их функциональное назначение. Выбор автоматических выключателей в соответствии с номинальными параметрами защищаемого электрооборудования, с допустимыми (по величине и времени) токами перегрузки, с предельно возможными токами короткого замыкания.

**Тема 5**. Классификация реле. Общие для реле всех видов параметры и характеристики. Требования, предъявляемые к реле. Электромагнитные реле тока и напряжения, их устройство, принцип действия. Схемы включения реле напряжения для защиты электродвигателей горнодобывающих механизмов.

**Тема 6.** Командоаппараты и контроллеры. Основные понятия, определения. Конструктивное исполнение и области применения. Схемы пуска и регулирования скоростей вращения электродвигателей горнодобывающих механизмов.

### 3.3. Формы и методы проведения занятий, применяемые учебные технологии

В процессе преподавания дисциплины используются традиционные технологии наряду с активными и интерактивными технологиями.

*Учебные технологии, используемые в образовательном процессе*

| Раздел дисциплины | Семестр | Используемые активные/интерактивные образовательные технологии | Количество часов |
|---|---|---|---|
| По всем разделам | 8 | Видео материалы, демонстрационные плакаты, использовании интерактивной доски | 32 |
| Итого: | | | 32 |

### 4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы[2] обучающихся по дисциплине

**Содержание СРС**

| № | Наименование раздела (темы) дисциплины | Вид СРС | Трудоемкость (в часах) | Формы и методы контроля |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Общие сведения об электрических и электронных аппаратах. | Выполнение конспекта | 18 (К) | Анализ теоретического материала, выполнение конспекта (внеауд.СРС) |
| 2 | Электрическая прочность изоляции электрических аппаратов.<br>Плавкие предохранители. Основные параметры и характеристики. | Решение задач<br>Выполнение лабораторной работы<br>Выполнение конспекта | 5 (ПР)<br>5(ЛР)<br>8 (К) | Подготовка к практической работе<br>Оформление лабораторной работы<br>Анализ теоретического материала, выполнение конспекта (внеауд.СРС) |
| 3 | Герконовые реле. Принцип действия. Способы управления Конструкции герконовых реле. Герконы с большой коммутационной способностью (силовые герконы). Преимущества и недостатки герконовых реле. Области применения. | Решение задач<br>Выполнение конспекта | 5(ЛР)<br>13 (К) | Оформление лабораторной работы<br>Анализ теоретического материала, выполнение конспекта (внеауд.СРС) |
| 4 | Позисторы. Принцип действия, характеристики, области применения. Установка позисторов для защиты электродвигателей. Аппараты позисторной защиты. | Решение задач<br>Выполнение лабораторной работы<br>Выполнение конспекта | 5 (ПР)<br>5(ЛР)<br>8 (К) | Подготовка к практической работе<br>Оформление лабораторной работы<br>Анализ теоретического материала, выполнение конспекта (внеауд.СРС) |
| 5 | Нагрев аппаратов при номинальном режиме работы и при коротком замыкании. Допустимые температуры нагрева для различных частей аппаратов. Термическая стойкость электрического аппарата, величины, ее определяющие. Понятие о выборе электрического аппарата, исходя из | Решение задач<br>Выполнение лабораторной работы<br>Выполнение конспекта | 5 (ПР)<br>5(ЛР)<br>8 (К) | Подготовка к практической работе<br>Оформление лабораторной работы<br>Анализ теоретического материала, выполнение конспекта (внеауд.СРС) |

[2] Самостоятельная работа студента может быть внеаудиторной (выполняется студентом самостоятельно без участия преподавателя – например, подготовка конспектов, выполнение письменных работ и др.) и аудиторной (выполняется студентом в аудитории самостоятельно под руководством преподавателя – например, лабораторная или практическая работа).

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | требуемой термической стойкости. | | | |
| 6 | Аварийные режимы работы электроустановок. Основные термины и определения. Параметры, характеризующие аварийные режимы. Защита электроустановок от аварийных режимов работы. | Выполнение лабораторной работы<br><br>Выполнение конспекта | 5(ЛР)<br><br>8 (К) | Оформление лабораторной работы<br><br>Анализ теоретического материала, выполнение конспекта (внеауд.СРС) |
| | Всего часов | | 108 | |

**Темы лабораторных и практических занятий**

1. Проверка электрической прочности изоляции электрических аппаратов.
2. Выбор и обоснование применения тепловых реле.
3. Параметры и характеристики контактных соединений. Виды контактных соединений.
4. Коммутационный и механический износ контактов. Причины, влияющие на износ контактов при включении и отключении тока.
5. Электромагниты. Сила тяги электромагнитов постоянного и переменного токов
6. Автоматические выключатели общепромышленного применения (универсальные и специализированные). Особенности конструкции, основные параметры и характеристики.

| **Компетенции** | **Характеристика выполненной работы** | **Количество набранных баллов** |
|---|---|---|
| ОПК-4.1;<br>ОПК-4.2;<br>ОПК-4.3;<br>ОПК-4.5;<br>ОПК-4.6 | за самостоятельно написанную работу по теме; умение излагать материал последовательно и грамотно, делать необходимые обобщения и выводы; сформированность компетенций по разделам дисциплины; проявлено умение применять методы и средства познания для интеллектуального развития, повышения культурного уровня, профессиональной компетентности; применять понятийно-категориальный аппарат, основные законы разнонаправленных наук в профессиональной деятельности; навыки целостного подхода к анализу | 8 баллов |
| | ответ удовлетворяет в основном требованиям на оценку «5», но при этом имеет один из недостатков: в изложении допущены небольшие пробелы, не исказившие содержание работы; допущены один – два недочета при освещении основного содержания темы, исправленные по замечанию преподавателя; допущены ошибка или более двух недочетов при освещении второстепенных вопросов, которые легко исправляются по замечанию преподавателя. В работе может быть недостаточно полно развернута аргументация. | 7 баллов |
| | неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала; имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, исправленные после замечаний преподавателя; при неполном знании теоретического материала выявлена недостаточная сформированность компетенций, умений и навыков, студент не может применить теорию в новой ситуации. | 6 баллов |
| | не раскрыто основное содержание учебного материала; обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала; допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, которые | 0 баллов |

| | | |
|---|---|---|
| | не исправлены после нескольких замечаний преподавателя; нарушена логика в изложении материала, нет необходимых обобщений и выводов; недостаточно сформированы навыки письменной речи; не сформированы умения и компетенции. | |

| **Компетенции** | **Характеристика ответа на теоретический вопрос / выполнения практического задания** | **Количество набранных баллов** |
|---|---|---|
| ОПК-4.1;<br>ОПК-4.2;<br>ОПК-4.3;<br>ОПК-4.5;<br>ОПК-4.6 | - практические работы работа сданы в срок,<br>- оформление соответствует требованиям ГОСТ,<br>- имеется список использованной литературы, содержащей справочный материал и источники профессиональных баз данных,<br>- практическое задание решено правильно, с обоснованием применяемых теоретических положений и сопровождено необходимым анализом и интерпретацией полученных результатов;<br>- теоретическая взаимосвязь с практической частью освещена в полном объеме, глубоко, с использованием различных источников научно-технической информации.<br>- при защите указывается взаимосвязь выполненных расчетов с последующими, четко обосновывается выполненный расчет;<br>- при защите прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений<br>- на вопросы даются полные исчерпывающие обоснованные ответы | 10 баллов |
| | - практические работы сданы в срок,<br>- оформление соответствует требованиям ГОСТ,<br>- имеется список использованной литературы, содержащей справочный материал и источники профессиональных баз данных,- в практической части задания имеются отдельные недостатки, не влияющие на окончательный результат исследования;<br>- при освещении теоретической взаимосвязи с практической частью был использован только один источник научной информации, но вопрос освещен в целом правильно;<br>- четко обосновывается выполненный расчет;<br>- при защите прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений<br>- на вопросы даются обоснованные ответы, допускаются незначительные недочеты | 9 балла |
| | - практические работы сданы в срок,<br>- оформление соответствует требованиям,<br>- имеется список использованной литературы, содержащей справочный материал,<br>- практическое задание выполнено со значительными ошибками<br>- не в полном объеме освещена теоретическая взаимосвязь с практической частью, поверхностное обоснование без примеров и необходимых обобщений;<br>- при защите прослеживается не четкая последовательность, не совсем верно с затруднениями обосновывается выполненный расчет;<br>- допускаются неточности в формулировках, исправленные сту- | 8 баллов |

| | | |
|---|---|---|
| | дентом, с помощью преподавателя<br>- ответы на дополнительные вопросы даны в полном объеме, могут содержать небольшие неточности<br>- в схемах допущены неточности | |
| | - оформление не соответствует требованиям,<br>- список литературы содержит справочный материал,<br>- неуверенность в применении справочной литературы,<br>- не выполнены требования на оценку «удовлетворительно»<br>-отсутствует выполнение большей части задания или неверность решения.<br>- при защите допущены неточности в изложении, грубые ошибки,<br>- не верно обосновывается выполненный расчет;<br>- изложение основных аспектов несвязно,<br>- отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения,<br>- структура расчетов не соответствует содержанию,<br>- на большую часть дополнительных вопросов даны неправильные ответы,<br>- в схемах допущены неточности, чертежи выполнены не верно<br>- ответы на наводящие вопросы не верные. | 0 баллов |

## 5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Методические указания для помощи обучающимся в успешном освоении дисциплины в соответствии с запланированными видами учебной и самостоятельной работы обучающихся:

| № п/п | Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной литературы, вид и характеристика иных информационных ресурсов | Наличие грифа, вид грифа | Количество экземпляров в библиотеке СВФУ |
|---|---|---|---|
| 1 | | | |

Ссылка на moodle: http://moodle.nfygu.ru/course/view.php?id=11801

**Рейтинговый регламент по дисциплине:**

| № | Вид выполняемой учебной работы (контролирующие материалы) | | Количество баллов (min) | Количество баллов (max) | *Примечание* |
|---|---|---|---|---|---|
| | *Испытания / Формы СРС/КСРС* | *Время, час* | | | |
| 1 | Практические занятия | 15 | 18 | 30 | знание теории; выполнение практической работы |
| 2 | Лабораторные занятия | 30 | 18 | 40 | знание теории; выполнение лабораторной работы |
| 2 | Работа по теме СРС | 63 | 24 | 30 | Устный опрос |
| | **Итого:** | **108** | **60** | **100** | |

## 6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

6.1. Показатели, критерии и шкала оценивания

| Коды оцениваемых компетенций | Показатель оценивания (по п.1.2.РПД) | Уровни освоения | Критерии оценивания (дескрипторы) | Оценка |
|---|---|---|---|---|
| ОПК-4.1; ОПК- | Знать: | Высокий | Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана | отлично |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 4.2; ОПК-4.3; ОПК-4.5; ОПК-4.6 | – основные характеристики электрических и электронных аппаратов;<br>– общие принципы работы электрических и электронных аппаратов;<br>Уметь:<br>– использовать методы анализа, моделирования и расчета режимов сложных систем, изделий, устройств и установок лектроэнергетического и электротехнического назначения;<br>Владеть:<br>– методами решения практических задач применительно к своей профессиональной деятельности. | | совокупность осознанных знаний по дисциплине, доказательно раскрыты основные положения вопросов; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Знание по предмету демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Ответ изложен полностью с использованием современной терминологии. Могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа. В лабораторном задании может быть допущена 1 фактическая ошибка. | |
| | | Базовый | Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ четко структурирован, логичен, изложен полностью с использованием современной терминологии. Могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя. В лабораторном задании могут быть допущены 2-3 фактические ошибки. | хорошо |
| | | Мини-мальный | Дан недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. В ответе отсутствуют выводы. Умение раскрыть значение обобщенных знаний не показано. Речевое оформление требует поправок, коррекции. В лабораторном задании могут быть допущены 4-5 фактических ошибок. | удовлетво-рительно |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Не освоены | Ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь обсуждаемого вопроса по билету с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная, терминология не используется. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента. В лабораторном задании допущено более 5 фактических ошибок.<br>*или* Ответ на вопрос полностью отсутствует<br>*или* Отказ от ответа | неудовлетворительно |

6.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания

| **Характеристики процедуры** | |
|---|---|
| Вид процедуры | Экзамен |
| Цель процедуры | выявить степень сформированности компетенций ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3; ОПК-4.5; ОПК-4.6 |
| Локальные акты вуза, регламентирующие проведение процедуры | Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся СВФУ, версия 3.0, утверждено ректором СВФУ 19.02.2019 г.<br>Положение о балльно-рейтинговой системе в СВФУ, версия 4.0, утверждено 21.02.2018 г. |
| Субъекты, на которых направлена процедура | студенты 4 курса бакалавриата |
| Период проведения процедуры | 4 курс 8 сессия |
| Требования к помещениям и материально-техническим средствам | - |
| Требования к банку оценочных средств | - |
| Описание проведения процедуры | Экзамен принимается в устной форме, с учетом набранных баллов в течении семестра. |
| Шкалы оценивания результатов | Шкала оценивания результатов приведена в п. Рейтинговый регламент по дисциплине. |
| Результаты процедуры | В результате сдачи всех заданий для СРС студенту необходимо набрать 45 баллов, чтобы получить допуск к экзамену. |

## 7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины[3]

| № п/п | Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной литературы, вид и характеристика иных информационных ресурсов | Наличие грифа, вид грифа | Количество экземпляров в библиотеке СВФУ |
|---|---|---|---|
| Основная литература | | | |
| 1 | Электрические и электронные аппараты :[Текст] : учеб. для студ. вузов. В 2-х т. Т. 2 : Силовые электронные аппараты / А. П. Бурман [и др.]; под ред. Ю. К. Розанова. - Москва: Академия, 2010. - 320 с. : ил. - (Высшее профессиональное образование). - Библиогр. : с. 310-311. - ISBN 978-5-7695-6255-6 : 818,40. | | 6 |
| 2 | Электрические и электронные аппараты: учеб. для студ. вузов. В 2-х т. Т. 1 : Электромеханические аппараты / Е. Г. Акимов, Г. С. Белкин, А. П.Бурман [и др.]; под ред. А. Г. Годжелло, Ю. К. Розанова. - Москва: Академия, 2010. - 344 с. : ил. - (Высшее профессиональное образование). - Библиогр. : с. 336-338. - ISBN 978-5-7695-6253-2 : 671,00. | | 15 |
| Дополнительная литература | | | |
| 3 | Электрооборудование промышленности: учеб. для студ. вузов / Б. И. Кудрин, А. Р. Минеев. - Москва: Академия, 2008. - 424 с. : ил., табл. - (Высшее профессиональное образование). - Библиогр. : с. 418. - Предм. указ. - ISBN 978-5-7695-4094-3 : 529,10. | | 10 |
| 4 | Выбор и применение низковольтных электрических аппаратов распределения, управления и автоматики: справ. пособие / Е. Г. Екимов, Ю. С. Коробков, В. П. Соколов [и др.]; под ред. Е. Г. Акимова, Ю. С. Коробкова. - Москва: Изд. дом МЭИ, 2009. - 343 с. : ил. - Библиогр. : с. 284-285. - ISBN 978-5-383-00313-8 : 451,00. | | 10 |
| 5 | Электрические аппараты / Чунихин А.А. – М.: Энергоатомиздат, 1975 – 647с. | | |
| Периодические издания | | | |
| 1 | Электрика | | |
| 2 | Малая энергетика | | |
| 3 | Электричество | | |
| 4 | Электрические станции | | |
| 5 | Промышленная энергетика | | |
| 6 | Энергосбережение | | |
| 7 | Электромеханика | | |
| 8 | Проблемы энергетики | | |
| 9 | Экология и промышленность России | | |

[3] Для удобства проведения ежегодного обновления перечня основной и дополнительной учебной литературы рекомендуется размещать раздел 7 на отдельном листе,с обязательной отметкой в Учебной библиотеке.

| | | |
|---|---|---|
| 10 | Электроника | |
| 11 | Электротехника | |
| 12 | Электрооборудование | |
| 13 | Безопасность труда в промышленности | |

## 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее сеть-Интернет), необходимых для освоения дисциплины

*Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)*

1. Основы электроники для студентов, радиолюбителей, инженеров, http://www.sxemotehnika.ru/o-proekte.html.
2. Электролаборатория, автор Янсюкевич В.А., http://yanviktor.narod.ru/.
3. Электролаборатория, http://yanviktor.narod.ru/index.htm.

*Интернет-ресурсы*

| № | Наименование интернет-ресурса | Автор, разработчики | Формат документа (pdf, Doc, rtf, djvu, zip,rar) | Тип интернет - ресурса | Ссылка (URL) на интернет- ресурс |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | ЭБС Университетская библиотека онлайн | ООО «Современные цифровые технологии" | | электронная библиотека | www.biblioclub.ru |
| 2 | ЭБС IPRbooks | ООО Ай Пи Эр Медиа | | электронная библиотека | www.iprbookshop.ru |
| 3 | ЭБС Лань | Издательство «Лань-Трейд» | | электронная библиотека | http://www.e.lanbook.com |

## 9. Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины (модуля)

- кабинет курсового и дипломного проектирования, оснащенный персональными компьютерами с выходом в интернет (А511);
- учебная аудитория, оснащенная ноутбуком, мультимедийным проектором и экраном (А510);
- стенды учебной лаборатории «Электротехника и электроника» (А508 УАК).

## 10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

- модульная объектно-ориентированная динамическая учебная среда «Moodle».

## ЛИСТ АКТУАЛИЗАЦИИ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

### Б1.О.22 Электрические и электронные аппараты

| Учебный год | Внесенные изменения | Преподаватель (ФИО) | Протокол заседания выпускающей кафедры(дата,номер), ФИО зав.кафедрой, подпись |
|---|---|---|---|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

*В таблице указывается только характер изменений (например, изменение темы, списка источников по теме или темам, средств промежуточного контроля) с указанием пунктов рабочей программы. Само содержание изменений оформляется приложением по сквозной нумерации.*