

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 16.11.2023 17:13:54

Уникальный идентификатор:

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

## Рабочая программа дисциплины (модуля)

# Электротехнические комплексы и системы

Закреплена за подразделением Кафедра энергетики и энергоэффективности горной промышленности

Направление подготовки 00.06.00 Аспирантура

Профиль

Квалификация	<b>Исследователь. Преподаватель-исследователь</b>		
Форма обучения	<b>очная</b>		
Общая трудоемкость	<b>3 ЗЕТ</b>		
Часов по учебному плану	108	Формы контроля в семестрах:	
в том числе:		экзамен 7	
аудиторные занятия	34		
самостоятельная работа	38		
часов на контроль	36		

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	7 (4.1)		Итого	
	Неделя 20			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	17	17	17	17
Практические	17	17	17	17
Итого ауд.	34	34	34	34
Контактная работа	34	34	34	34
Сам. работа	38	38	38	38
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):

*к.т.н., доц., Пичуев Александр Вадимович*

Рабочая программа

### **Электротехнические комплексы и системы**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов) (приказ от 17.03.2022 г. № 2-22)

Составлена на основании учебного плана:

- 1.3.8 Физика конденсированного состояния
- 1.3.11 Физика полупроводников
- 1.4.2 Аналитическая химия
- 2.2.3 Технология и оборудование для производства материалов и приборов электронной техники
- 2.4.2 Электротехнические комплексы и системы
- 2.5.7 Технологии и машины обработки давлением
- 2.6.1 Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов
- 2.6.2 Металлургия черных, цветных и редких металлов
- 2.6.3 Литейное производство
- 2.6.4 Обработка металлов давлением
- 2.6.5 Порошковая металлургия и композиционные материалы
- 2.6.6 Нанотехнологии и наноматериалы
- 2.6.9 Технология электрохимических процессов и защита от коррозии
- 2.6.12 Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ
- 2.6.17 Металловедение
- 2.8.3 Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр
- 2.8.6 Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика
- 2.8.7 Теоретические основы проектирования горнотехнических систем
- 2.8.8 Геотехнология, горные машины
- 2.8.9 Обогащение полезных ископаемых, АСП-22-4.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.09.2022, протокол № 8-22

Утверждена в составе ОПОП ВО:

- 1.3.8 Физика конденсированного состояния
- 1.3.11 Физика полупроводников
- 1.4.2 Аналитическая химия
- 2.2.3 Технология и оборудование для производства материалов и приборов электронной техники
- 2.4.2 Электротехнические комплексы и системы
- 2.5.7 Технологии и машины обработки давлением
- 2.6.1 Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов
- 2.6.2 Металлургия черных, цветных и редких металлов
- 2.6.3 Литейное производство
- 2.6.4 Обработка металлов давлением
- 2.6.5 Порошковая металлургия и композиционные материалы
- 2.6.6 Нанотехнологии и наноматериалы
- 2.6.9 Технология электрохимических процессов и защита от коррозии
- 2.6.12 Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ
- 2.6.17 Металловедение
- 2.8.3 Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр
- 2.8.6 Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика
- 2.8.7 Теоретические основы проектирования горнотехнических систем
- 2.8.8 Геотехнология, горные машины
- 2.8.9 Обогащение полезных ископаемых, , утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.09.2022, протокол № 8-22

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра энергетики и энергоэффективности горной промышленности**

Протокол от 22.06.2022 г., №11

Руководитель подразделения д.т.н., проф. Ляхомский А.В.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	Цель освоения дисциплины: формирование и развитие у аспирантов компетенций, позволяющих осуществлять планирование и проведение научных исследований в области электротехнических комплексов и систем на основе углубленного изучения теории системных исследований по общим закономерностям преобразования, накопления, передачи и использования электрической энергии и электротехнической информации.
-----	---

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		2.1.3
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	3D-моделирование машин, агрегатов и процессов	
2.1.2	Биоматериаловедение	
2.1.3	Высокотемпературные и сверхтвердые материалы	
2.1.4	Геолого-маркшейдерское обеспечение горных работ	
2.1.5	Геотехнологии освоения месторождений полезных ископаемых	
2.1.6	Диагностика, экспертиза и коррозионный мониторинг состояния металлических материалов	
2.1.7	Инновационные конструкционные материалы	
2.1.8	Инновационные литейные технологии	
2.1.9	Инновационные технологии и конструкции оборудования для производства труб, деталей и специальных изделий	
2.1.10	Композиционные наноматериалы	
2.1.11	Компьютерное моделирование в задачах геомеханики, геоконтроля и разрушения горных пород	
2.1.12	Компьютерное моделирование в задачах геомеханики, геоконтроля и разрушения горных пород	
2.1.13	Логистика и экодизайн технологий черной металлургии	
2.1.14	Материаловедение и технологии материалов электроники	
2.1.15	Материаловедение функциональных материалов	
2.1.16	Металловедение и технологии легких сплавов	
2.1.17	Методология проектирования горных предприятий	
2.1.18	Механика подземных сооружений	
2.1.19	Обеспечение безопасного применения электроэнергии на предприятиях минерально-сырьевого комплекса	
2.1.20	Оптика и физика лазеров	
2.1.21	Организация и обеспечение качества аналитического контроля	
2.1.22	Порошковые, композиционные, аддитивные материалы и покрытия	
2.1.23	Приборы твердотельной электроники и микроэлектроники	
2.1.24	Проблемы надежности горных машин и оборудования	
2.1.25	Процессы и технологии обогащения и глубокой переработки минерального сырья	
2.1.26	Ресурсосбережение и комплексное использование сырья в металлургии цветных, редких и благородных металлов	
2.1.27	Строительная геотехнология	
2.1.28	Теоретические исследования и моделирование перспективных сталеплавильных и ферросплавных процессов	
2.1.29	Теоретические основы и средства компьютерного моделирования процессов ОМД	
2.1.30	Теория и практика решения металловедческих задач	
2.1.31	Термохимия материалов и термодинамическое моделирование	
2.1.32	Технологические основы получения материалов макро-, микро- и наноэлектроники	
2.1.33	Физика конденсированного состояния	
2.1.34	Физика конденсированного состояния и квантовые технологии	
2.1.35	Физика конденсированного состояния функциональных материалов	
2.1.36	Физика наноразмерных материалов и структур	
2.1.37	Физика полупроводников и диэлектриков	
2.1.38	Физико-технологические основы получения материалов и элементов макро-, микро- и наноэлектроники	
2.1.39	Физико-химия наноматериалов	
2.1.40	Физико-химия процессов и материалов	
2.1.41	Химия и технология переработки твердых горючих ископаемых	
2.1.42	Академическое письмо	
2.1.43	Иностранный язык	
2.1.44	История и философия науки	

2.1.45	Физико-химические и химические процессы обогащения и переработки полезных ископаемых и техногенного сырья
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>
2.2.1	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.2	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.3	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.4	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.5	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.6	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.7	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.8	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.9	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.10	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.11	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.12	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.13	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.14	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.15	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.16	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.17	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.18	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.19	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.20	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.21	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.22	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.23	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.24	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.25	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.26	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.27	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.28	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.29	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.30	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.31	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.32	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.33	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.34	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.35	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.36	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.37	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.38	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.39	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.40	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.41	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.42	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук

### 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

**А-3: Способность проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по заданной тематике и оформлять их результаты**

**Знать:**

А-3-31 Принципы научного руководства исследованиями в электротехнических комплексах и системах.

Способы проведения анализа и синтеза процессов в электротехнических комплексах и системах энерготехнологических

процессов
<b>А-2: Способность проводить научный эксперимент и анализ его результата</b>
<b>Знать:</b>
А-2-31 Организацию научного руководства исследованиями в электротехнических комплексах и системах
<b>А-1: Способность к научному поиску и применению результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при самостоятельных исследованиях</b>
<b>Знать:</b>
А-1-31 Алгоритм ведения патентного поиска по избранному научному направлению, анализировать научно-техническую информацию, формулировать выводы
<b>А-3: Способность проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по заданной тематике и оформлять их результаты</b>
<b>Уметь:</b>
А-3-У1 Формировать новые направления в области исследований электротехнических процессов Генерировать новые идеи в области моделирования электротехнических комплексов и систем
<b>А-2: Способность проводить научный эксперимент и анализ его результата</b>
<b>Уметь:</b>
А-2-У1 Проводить анализ и синтез процессов в электротехнических комплексах и системах энерготехнологических процессов Координировать деятельность соисполнителей, участвующих в выполнении работ с другими организациями
<b>А-1: Способность к научному поиску и применению результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при самостоятельных исследованиях</b>
<b>Уметь:</b>
А-1-У1 Осуществлять патентный поиск по избранному научному направлению, анализировать научно-техническую информацию, формулировать выводы Выполнять оценки рисков при разработке и создании наукоемких и энергоэффективных комплексов и систем; Анализировать сферы применения результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ
<b>А-3: Способность проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по заданной тематике и оформлять их результаты</b>
<b>Владеть:</b>
А-3-В1 Способностями к формированию новых направлений в области исследований электротехнических процессов
<b>А-2: Способность проводить научный эксперимент и анализ его результата</b>
<b>Владеть:</b>
А-2-В1 Методикой проведения анализа и синтеза процессов в электротехнических комплексах и системах энерготехнологических процессов
<b>А-1: Способность к научному поиску и применению результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при самостоятельных исследованиях</b>
<b>Владеть:</b>
А-1-В1 Опытном координации деятельности соисполнителей, участвующих в выполнении работ с другими организациями

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	<b>Раздел 1. ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ</b>							

1.1	Классификация источников, приемников и преобразователей электрической энергии. Электрические нагрузки и закономерности изменения их во времени. Использование теории случайных процессов для представления основных параметров нагрузки. Основы теории прогнозирования и динамики потребления электрической энергии /Лек/	7	4	A-1-31 A-2-31 A-3-31	Л1.1 Л1.1 Л1.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	Занятия проводятся в специализированном помещении в соответствии с разделом МТО. Дополнительная учебная и методическая литература приведена в разделе МУ	КМ1,К М2	
1.2	Расчет электрических нагрузок и определение мощности силовых трансформаторов, определение потерь мощности и энергии в основных элементах системы электроснабжения /Пр/	7	2	A-1-У1 A-1-В1 A-2-У1 A-2-В1 A-3-У1 A-3-В1	Л1.1 Л1.3 Л1.4Л2.4 Э2 Э3		КМ7	Р1
1.3	Моделирование и анализ графиков электрической нагрузки. Статистический анализ энергетических показателей технологических процессов. /Пр/	7	2	A-1-У1 A-1-В1 A-2-У1 A-2-В1 A-3-У1 A-3-В1	Л1.1 Л1.1 Л1.1Л2.6 Э1 Э2 Э3		КМ8	Р2
1.4	Способы проведения анализа и синтеза процессов в электротехнических комплексах и системах энерготехнологических процессов /Ср/	7	4	A-1-31 A-1-В1 A-2-31 A-2-В1 A-3-31 A-3-В1	Л1.5 Л1.1Л2.6 Э1 Э2 Э3		КМ1,К М2	
	<b>Раздел 2. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ И СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ</b>							
2.1	Принципы расчета электрических сетей и систем электрооборудования. Выбор систем и схем электроснабжения. Характерные схемы электроснабжения. Выбор напряжения в системах электроснабжения. Сокращение числа трансформации и выбор числа трансформации. Определение токов короткого замыкания и выбор электрических аппаратов защиты. Принципы автоматического повторного включения. /Лек/	7	5	A-1-31 A-2-31 A-3-31	Л1.1Л1.1 Э1 Э2 Э3	Занятия проводятся в специализированном помещении в соответствии с разделом МТО. Дополнительная учебная и методическая литература приведена в разделе МУ	КМ6	

2.2	Расчет электрических сетей по нагреву, по потерям напряжения в нормальном и пусковом режимах работы электрооборудования, по экономической плотности тока, ВЛ на механическую прочность, а КЛ - на термическую стойкость /Пр/	7	3	A-1-У1 A-1-B1 A-2-У1 A-2-B1 A-3-У1 A-3-B1	Л1.1Л1.1Л3. 1 Э2 Э3		КМ9	Р3
2.3	Расчет токов короткого замыкания. Выбор силового электрооборудования, устройств контроля и защиты. /Пр/	7	2	A-1-У1 A-1-B1 A-2-У1 A-2-B1 A-3-У1 A-3-B1	Л1.1 Л1.5Л1.1 Э2 Э3		КМ10	Р4
2.4	Современные методы оптимизации систем электроснабжения, критерии оптимизации /Ср/	7	8	A-1-31 A-1-B1 A-2-31 A-2-B1 A-3-31 A-3-B1	Л1.1Л1.1 Э2 Э3		КМ6	
<b>Раздел 3. КАЧЕСТВО ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ</b>								
3.1	Качество электрической энергии. Влияние качества электроэнергии на потребление электроэнергии и на производительность механизмов и агрегатов. Электромагнитная совместимость приемников электрической энергии с питающей сетью. Средства улучшения показателей качества электроэнергии. Компенсация реактивной мощности в электроприводах и системах электроснабжения /Лек/	7	2	A-1-31 A-2-31 A-3-31	Л1.1Л1.5 Э1 Э2 Э3	Занятия проводятся в специализированном помещении в соответствии с разделом МТО. Дополнительная учебная и методическая литература приведена в разделе МУ	КМ5	
3.2	Определение показателей качества электроэнергии в сетях с нелинейной нагрузкой. Расчет и выбор места положения компенсирующих и фильтрокомпенсирующих устройств /Пр/	7	4	A-1-У1 A-1-B1 A-2-У1 A-2-B1 A-3-У1 A-3-B1	Л1.1 Л1.1Л3.1 Э2 Э3		КМ11	Р5
3.3	Способы регулирования напряжения. Улучшение качества напряжения. Источники и приемники реактивной мощности. Способы уменьшения потребления реактивной мощности. Использование синхронных электродвигателей для компенсации РМ. /Ср/	7	6	A-1-31 A-1-B1 A-2-31 A-2-B1 A-3-31 A-3-B1	Л1.1Л1.1 Э1 Э2 Э3		КМ5	
<b>Раздел 4. ЗАЩИТА ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК В СИСТЕМЕ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ</b>								



4.1	Требования, предъявляемые к релейной защите. Перенапряжения в системах электроснабжения. Заземляющие устройства. /Лек/	7	4	A-1-31 A-2-31 A-3-31	Л1.1Л2.4 Э1 Э2 Э3	Занятия проводятся в специализированном помещении в соответствии с разделом МТО. Дополнительная учебная и методическая литература приведена в разделе МУ	КМ3,К М4	
4.2	Расчет защиты от перенапряжений. Выбор системы релейной защиты. /Пр/	7	2	A-1-У1 A-1-В1 A-2-У1 A-2-В1 A-3-У1 A-3-В1	Л1.2Л1.5 Э2 Э3		КМ12	Р6
4.3	Расчет сети защитного заземления /Пр/	7	2	A-1-У1 A-1-В1 A-2-У1 A-2-В1 A-3-У1 A-3-В1	Л1.2Л3.1 Э2 Э3		КМ12	Р6
4.4	Обоснование схем защиты от перенапряжений и выбор места установки элементов защиты. Испытание заземляющих устройств и оценка результатов измерений. Основные научные направления в области повышения эффективности релейной защиты /Ср/	7	10	A-1-31 A-1-В1 A-2-31 A-2-В1 A-3-31 A-3-В1	Л1.2Л1.1 Э1 Э2 Э3		КМ1,К М4	
	<b>Раздел 5. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ</b>							
5.1	Технико-экономические расчеты в системах электроснабжения и использование для этих целей современных компьютерных технологий. /Лек/	7	2	A-1-31 A-2-31 A-3-31	Л1.1Л1.5 Э1 Э2 Э3	Занятия проводятся в специализированном помещении в соответствии с разделом МТО. Дополнительная учебная и методическая литература приведена в разделе МУ	КМ1,К М6	
5.2	Теория интерполяции и аппроксимации; методы приближения функций в расчетах по электротехническим комплексам и системам. Теория надежности и техническая диагностика в электроснабжении и преобразовании электрической энергии. Теория малых выборок, и ее использование в практике расчетов. /Ср/	7	10	A-1-У1 A-1-В1 A-2-У1 A-2-В1 A-3-У1 A-3-В1	Л1.1Л1.1 Э2		КМ1,К М6	

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

### 5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
КМ1	Вопросы, используемые при подготовке к экзамену, а также для устных и письменных опросах обучающихся	A-3-31;A-2-31;A-1-31	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.Как осуществляется устройство воздушных линий электропередачи?</li> <li>2.Кабельные линии, устройство кабелей, их маркировка и область их применения.</li> <li>3.Как выбираются проводники для продолжительного режима работы?</li> <li>4.В чем особенность выбора проводника для аварийного режима.</li> <li>5.Как определяется электродинамическое усилие между проводниками?</li> <li>6.Как определяется потеря напряжения в трансформаторах и линиях?</li> <li>7.Как классифицируются условия работы электрооборудования?</li> <li>8.Каковы основные требования к построению системы электроснабжения?</li> <li>9.Каковы характерные системы питающих и распределительных линий?</li> <li>10.Каковы технические условия на присоединение к энергосистеме?</li> </ol>
КМ2	Вопросы, используемые при подготовке к экзамену, а также для устных и письменных опросах обучающихся	A-3-31;A-2-31;A-1-31	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.Что такое график нагрузки, его виды, характерные режимы работы, и основные показатели?</li> <li>2.Каковы основные показатели графика нагрузки?</li> <li>3.В чем заключается суть методов расчета электрических нагрузок?</li> <li>4.Как определяются потери мощности и энергии в основных элементах СЭС?</li> <li>5.Как определяется заявленная потребителем активная мощность?</li> <li>6.Какова особенность различных видов и от чего зависит процесс протекания КЗ?</li> <li>7.В каких случаях определяют составляющие тока КЗ по расчетным кривым?</li> <li>8.По каким критериям объединяются источники питания?</li> </ol>
КМ3	Вопросы, используемые при подготовке к экзамену, а также для устных и письменных опросах обучающихся	A-3-31;A-2-31;A-1-31	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.Что такое электрическая сеть и ее классификационные признаки?</li> <li>2.Какие режимы нейтрали определяют ПУЭ?</li> <li>3.В чем заключается назначение максимально токовой защиты и ее расчет?</li> <li>4.В чем заключается назначение и принцип действия дифференциальной защиты?</li> <li>5.В чем заключается назначение и принцип действия токовой отсечки?</li> <li>6.Какие защиты обязательны для силовых трансформаторов? Какие защиты обязательны для электродвигателей?</li> </ol>
КМ4	Вопросы, используемые при подготовке к экзамену, а также для устных и письменных опросах обучающихся	A-3-31;A-2-31;A-1-31	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.Какова особенность различных видов КЗ?</li> <li>2.От чего зависит процесс протекания КЗ?</li> <li>3.Что определяет собой ударный коэффициент?</li> <li>4. Почему возникла необходимость расчета токов КЗ в относительных единицах?</li> <li>5.В каких случаях определяют составляющие тока КЗ по расчетным кривым?</li> <li>6.Каким образом учитывается подпитка точки КЗ электродвигателями?</li> <li>7.Как определяется сопротивление реактора для ограничения токов КЗ?</li> <li>8.Критерии объединения источников питания.</li> </ol>

КМ5	Вопросы, используемые при подготовке к экзамену, а также для устных и письменных опросах обучающихся	А-3-31;А-2-31;А-1-31	Какие потери возникают при передаче активной и реактивной мощности? Что относится к основным показателям качества напряжения? В чем отличие колебания напряжения от отклонения? Чем вызвана несимметрия напряжения и как определяется коэффициент несимметрии? Чем объясняется несинусоидальность кривой напряжения? Каковы способы регулирования напряжения? В чем отличие ФКУ от батареи конденсаторов?
КМ6	Вопросы, используемые при подготовке к экзамену, а также для устных и письменных опросах обучающихся	А-3-31;А-2-31;А-1-31	1.Какие способы питания подземных потребителей Вы знаете? 2.В чем заключается устройство, назначение и выбор приключательных пунктов для машин ОГР? 3.Как устроены карьерные ТП? 4.В чем особенность построения схем электроснабжения объектов ГПС? 5.В чем отличие электроснабжения объектов ГПС по комбинированной схеме?Устройство заземляющей сети на предприятиях горного профиля. 6.Какие типы систем заземления, применяемые в электрических сетях напряжением до 1 кВ горных предприятий Вы знаете? 7.Что представляет собой защитное отключение в электрических сетях напряжением до 1 кВ с глухозаземленной нейтралью? 8.Что представляет собой устройство защитного отключения в электрических сетях горных предприятий с подземной разработкой?
КМ7	Контрольные вопросы для защиты практической работы №1 "Расчет электрических нагрузок и определение мощности силовых трансформаторов, определение потерь мощности и энергии в основных элементах системы электроснабжения"	А-3-У1;А-3-В1;А-2-У1;А-2-В1;А-1-У1;А-1-В1	1.От чего зависит выбор схем электроснабжения. 2.Каковы характерные схемы соединения подстанций. 3.В каких случаях подстанции проектируют с открытыми и закрытыми распредустройствами. 4.Как выбираются измерительные трансформаторы тока и трансформаторы напряжения? 5.В чем отличие шкафов КСО от КРУ? 6.Каково назначение нулевого провода в схеме "полная звезда"? 7.Что такое коэффициент схемы и почему его надо учитывать при определении тока срабатывания реле?
КМ8	Контрольные вопросы для защиты практической работы №2 "Моделирование и анализ графиков электрической нагрузки. Статистический анализ энергетических показателей технологических процессов"	А-3-У1;А-3-В1;А-2-У1;А-2-В1;А-1-У1;А-1-В1	1.Каковы основные показатели графика нагрузки? 2.В чем заключается суть методов расчета электрических нагрузок? 3.Как определяются потери мощности и энергии в основных элементах СЭС? 4.Как определяется заявленная потребителем активная мощность?

КМ9	Контрольные вопросы для защиты практической работы №3 "Расчет электрических сетей по нагреву, по потерям напряжения в нормальном и пусковом режимах работы электрооборудования, по экономической плотности тока, ВЛ на механическую прочность, а КЛ - на термическую стойкость"	A-3-У1;A-3-В1;A-2-У1;A-2-В1;A-1-У1;A-1-В1	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Назначение расчета электрических сетей.</li> <li>2. Методика расчета электрических сетей по нагреву</li> <li>3. в чем отличительные особенности расчета электрических сетей по потере напряжения в нормальном и пусковом режимах?</li> <li>4. В каком случае осуществляется расчет электрической сети по экономической плотности тока</li> <li>5. В чем особенность расчета проводов ВЛ на механическую прочность</li> <li>6. в чем особенность расчета КЛ на термическую стойкость токам КЗ</li> </ol>
КМ10	Контрольные вопросы для защиты практической работы №4 "Расчет токов короткого замыкания. Выбор силового электрооборудования, устройств контроля и защиты"	A-3-У1;A-3-В1;A-2-У1;A-2-В1;A-1-У1;A-1-В1	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.Требования предъявляемые к релейной защите.</li> <li>2.Источники питания релейной защиты.</li> <li>3.Назначение максимально токовой защиты и ее расчет.</li> <li>4.Назначение и принцип действия дифференциальной защиты.</li> <li>5.Принцип действия токовой отсечки.</li> <li>6.Какие защиты обязательны для силовых трансформаторов?</li> <li>7.Виды защит электродвигателей.</li> <li>8.Как осуществляется защита линий?</li> <li>9.Назначение газовой защиты, защита от перегрузки и ее особенность.</li> </ol>
КМ11	Контрольные вопросы для защиты практической работы №5 "Определение показателей качества электроэнергии в сетях с нелинейной нагрузкой. Расчет и выбор места положения компенсирующих и фильтрокомпенсирующих устройств"	A-3-У1;A-3-В1;A-2-У1;A-2-В1;A-1-У1;A-1-В1	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.Какие средства компенсации реактивной мощности Вы знаете?.</li> <li>2.Как определяется суммарная мощность компенсирующего устройства?</li> <li>3.Где рекомендуется устанавливать компенсирующие устройства?</li> <li>4.как определяется коэффициент мощности в сетях с нелинейной нагрузкой?</li> <li>5.Чем объясняется несинусоидальность кривой напряжения?</li> <li>6.Каковы способы регулирования напряжения?</li> <li>7.В чем отличие ФКУ от батареи конденсаторов?</li> </ol>
КМ12	Контрольные вопросы для защиты практической работы №6 "Расчет защиты от перенапряжений. Выбор системы релейной защиты" и практической работы №7 " Расчет сети защитного заземления"	A-3-У1;A-3-В1;A-2-У1;A-2-В1;A-1-У1;A-1-В1	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.Назначение защитного заземления. В чем отличие защитного и рабочего заземления?</li> <li>2.В чем отличие заземления от зануления?</li> <li>3.Устройство и расчет заземляющей сетм.</li> <li>4.Каковы рекомендации ПУЭ по сопротивлению заземления?</li> <li>5.Какие возможные области разделения защитного нулевого и рабочего проводников?</li> </ol>

**5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)**

Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
------------	-----------------	------------------------------------	-------------------

P1	Практические занятия №1	A-3-У1;A-3-В1;A-2-У1;A-2-В1;A-1-У1;A-1-В1	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.От чего зависит выбор схем электроснабжения.</li> <li>2.Каковы характерные схемы соединения подстанций.</li> <li>3.В каких случаях подстанции проектируют с открытыми и закрытыми распределительными устройствами.</li> <li>4.Как выбираются измерительные трансформаторы тока и трансформаторы напряжения?</li> <li>5.В чем отличие шкафов КСО от КРУ?</li> <li>6.Каково назначение нулевого провода в схеме "полная звезда"?</li> <li>7.Что такое коэффициент схемы и почему его надо учитывать при определении тока срабатывания реле?</li> </ol>
P2	Практические занятия №2	A-3-У1;A-3-В1;A-2-В1;A-2-У1;A-1-У1;A-1-В1	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.Каковы основные показатели графика нагрузки?</li> <li>2.В чем заключается суть методов расчета электрических нагрузок?</li> <li>3.Как определяются потери мощности и энергии в основных элементах СЭС?</li> <li>4.Как определяется заявленная потребителем активная мощность?</li> </ol>
P3	Практические занятия №3	A-3-У1;A-3-В1;A-2-У1;A-2-В1;A-1-У1;A-1-В1	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Назначение расчета электрических сетей.</li> <li>2. Методика расчета электрических сетей по нагреву</li> <li>3. в чем отличительные особенности расчета электрических сетей по потере напряжения в нормальном и пусковом режимах?</li> <li>4. В каком случае осуществляется расчет электрической сети по экономической плотности тока</li> <li>5. В чем особенность расчета проводов ВЛ на механическую прочность</li> <li>6. в чем особенность расчета КЛ на термическую стойкость токам КЗ</li> </ol>
P4	Практические занятия №4	A-3-У1;A-3-В1;A-2-У1;A-2-В1;A-1-У1;A-1-В1	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.Требования предъявляемые к релейной защите.</li> <li>2.Источники питания релейной защиты.</li> <li>3.Назначение максимально токовой защиты и ее расчет.</li> <li>4.Назначение и принцип действия дифференциальной защиты.</li> <li>5.Принцип действия токовой отсечки.</li> <li>6.Какие защиты обязательны для силовых трансформаторов?</li> <li>7.Виды защит электродвигателей.</li> <li>8.Как осуществляется защита линий?</li> <li>9.Назначение газовой защиты, защита от перегрузки и ее особенность.</li> </ol>
P5	Практические занятия №5	A-3-У1;A-3-В1;A-2-У1;A-2-В1;A-1-У1;A-1-В1	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.Какие средства компенсации реактивной мощности Вы знаете?.</li> <li>2.Как определяется суммарная мощность компенсирующего устройства?</li> <li>3.Где рекомендуется устанавливать компенсирующие устройства?</li> <li>4.как определяется коэффициент мощности в сетях с нелинейной нагрузкой?</li> <li>5.Чем объясняется несинусоидальность кривой напряжения?</li> <li>6.Каковы способы регулирования напряжения?</li> <li>7.В чем отличие ФКУ от батареи конденсаторов?</li> </ol>
P6	Практические занятия №6 Практические занятия №7	A-3-У1;A-3-В1;A-2-У1;A-2-В1;A-1-У1;A-1-В1	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.Назначение защитного заземления. В чем отличие защитного и рабочего заземления?</li> <li>2.В чем отличие заземления от зануления?</li> <li>3.Устройство и расчет заземляющей сетки.</li> <li>4.Каковы рекомендации ПУЭ по сопротивлению заземления?</li> <li>5.Какие возможные области разделения защитного нулевого и рабочего проводников?</li> </ol>

### 5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

Оценочные материалы, используемые для экзамена, включают экзаменационные билеты в количестве 25 штук; в каждом билете 3 вопроса. К экзамену допускаются студенты, выполнившие и защитившие все лабораторные работы и получившие зачет; получившие допуск к экзамену по результатам практических занятий; Методически практически обеспечены учебным пособием, хранящимся в библиотеке МИСиС (электронное издание №2837).

Вопросы экзаменационного билета (10 семестр):

1. Определите основные показатели графика нагрузки.
2. Какие защиты обязательны для силовых трансформаторов?
3. Средства компенсации реактивной мощности.

#### 5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

Методика оценки и освоения дисциплины включает показатели оценивания и соответственно шкалу оценивания:

1. Неспособность демонстрировать глубокое знание и понимание фундаментальных наук, а также знаний в междисциплинарных областях профессиональной деятельности; разрабатывать необходимую техническую и нормативную документацию в составе творческих коллективов и самостоятельно, контролировать соответствие проектов требованиям стандартов, техническим условиям и документам промышленной безопасности, разрабатывать, согласовывать и утверждать в установленном порядке технические, методические и иные документы, регламентирующие порядок, качество и безопасность выполнения горных, горно-строительных, электротехнических и взрывных работ; неспособность создавать и эксплуатировать электротехнические системы горных предприятий, включающие в себя комплектное электрооборудование закрытого и рудничного исполнения, электрические сети горных и горно-строительных работ, в том числе в условиях чрезвычайных ситуаций; создавать и эксплуатировать системы защиты и автоматики с искробезопасными цепями управления - допороговый уровень (оценка "неудовлетворительно");
2. Выборочные знания в понимании фундаментальных наук, а также знаний в междисциплинарных областях профессиональной деятельности; при разработке необходимой технической и нормативной документации в составе творческих коллективов и самостоятельно, при контроле соответствия проектов требованиям стандартов, техническим условиям и документам промышленной безопасности, при разработке, согласовывании и утверждении в установленном порядке технических, методических и иных документов регламентирующих порядок, качество и безопасность выполнения горных, горно-строительных, электротехнических и взрывных работ; при создании и эксплуатации электротехнических систем горных предприятий, включающих в себя комплектное электрооборудование закрытого и рудничного исполнения, электрические сети горных и горно-строительных работ, в том числе в условиях чрезвычайных ситуаций; при создании и эксплуатации систем защиты и автоматики с искробезопасными цепями управления - пороговый уровень (оценка "удовлетворительно");
3. Знание базовых принципов и понимания фундаментальных наук, а также знаний в междисциплинарных областях профессиональной деятельности; при разработке необходимой технической и нормативной документации в составе творческих коллективов и самостоятельно, при контроле соответствия проектов требованиям стандартов, техническим условиям и документам промышленной безопасности, при разработке, согласовывании и утверждении в установленном порядке технических, методических и иных документов, регламентирующих порядок, качество и безопасность выполнения горных, горно-строительных, электротехнических и взрывных работ; создания и эксплуатации электротехнических систем горных предприятий, включающих в себя комплектное электрооборудование закрытого и рудничного исполнения, электрические сети горных и горно-строительных работ, в том числе в условиях чрезвычайных ситуаций; создания и эксплуатации систем защиты и автоматики с искробезопасными цепями управления - продвинутый уровень (оценка "хорошо");
4. Исчерпывающие знания и понимание фундаментальных наук, включая междисциплинарные области профессиональной деятельности. при разработке необходимой технической и нормативной документации в составе творческих коллективов и самостоятельно, при контроле соответствия проектов требованиям стандартов, техническим условиям и документам промышленной безопасности, при разработке, согласовании и утверждении в установленном порядке технических, методических и иных документов, регламентирующих порядок, качество и безопасность выполнения горных, горно-строительных, электротехнических и взрывных работ; при создании и эксплуатации электротехнических систем горных предприятий, включающих в себя комплектное электрооборудование закрытого и рудничного исполнения, электрические сети горных и горно-строительных работ, в том числе в условиях чрезвычайных ситуаций; создания и эксплуатации систем защиты и автоматики с искробезопасными цепями управления - высокий уровень (оценка "отлично").

### 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

#### 6.1. Рекомендуемая литература

##### 6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Плащанский Л. А.	Основы электроснабжения горных предприятий: учебник для вузов: учебник	Электронная библиотека	Москва: Московский государственный горный университет, 2006
Л1.2	Плащанский Л. А.	Основы электроснабжения: раздел «Релейная защита электроустановок»: учебное пособие	Электронная библиотека	Москва: Московский государственный горный университет, 2008
Л1.3	Плащанский Л. А.	Основы электроснабжения горных предприятий: учебник для студ. вузов, обуч. по спец. "Электропривод и автоматика промышленных установок и технологических комплексов"	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МГГУ, 2006
Л1.4	Плащанский Леонид Александрович	Электроснабжение горного производства (N 2837): учеб. пособие	Библиотека МИСиС	М.: [МИСиС], 2017

<b>6.1.2. Дополнительная литература</b>				
	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Чеботаев Н. И., Плащанский Л. А.	Электрификация горного производства: учебное пособие	Электронная библиотека	Москва: Горная книга, 2010
Л2.2	Ляхомский А. В., Плащанский Л. А., Чеботаев Н. И., др., Пучков Л. А., Пивняк Г. Г.	Электрификация горного производства. В 2 т. Т. 1: учебник для студ. вузов, обуч. по спец. "Электропривод и автоматика промышленных установок и технологических комплексов"	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МГГУ, 2007
Л2.3	Ляхомский А. В., Плащанский Л. А., Чеботаев Н. И., др., Пучков Л. А., Пивняк Г. Г.	Электрификация горного производства. В 2 т. Т. 2: учебник для студ. вузов, обуч. по спец. "Электропривод и автоматика промышленных установок и технологических комплексов"	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МГГУ, 2007
Л2.4	Щуцкий В. И., Волощенко Н. И., Плащанский Л. А.	Электрификация подземных горных работ: учебник для студ. вузов, обуч. по спец. "Электрификация и автоматизация горных работ"	Библиотека МИСиС	М.: Недра, 1986
Л2.5	Плащанский Л. А.	Электроснабжение горного производства. Раздел "Релейная защита": учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по спец. "Электрификация и автоматизация горн. пр-ва"	Библиотека МИСиС	М.: Горная книга, 2013
Л2.6	Фащиленко Валерий Николаевич, Плащанский Леонид Александрович	Электропривод и автоматика машин и установок горного производства (N 4241): учебник	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2020

**6.1.3. Методические разработки**

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
ЛЗ.1	Плащанский Леонид Александрович	Электроснабжение горного производства (N 2837): учеб. пособие	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2017

**6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

Э1		Российская государственная библиотека
Э2		Научная техническая библиотека
Э3		Электронная научная библиотека eLibrary

**6.3 Перечень программного обеспечения**

П.1	LMS Canvas
П.2	MS Teams
П.3	Консультант Плюс
П.4	1С Предприятие 8 (учебная версия)
П.5	MATLAB
П.6	MATCAD
П.7	AutoCAD

**6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных****7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

Ауд.	Назначение	Оснащение
------	------------	-----------

Л-710	Учебная аудитория	лабораторные стенды по "Электробезопасности оборудования и персонала при ведении горных работ", "Релейной защиты и автоматики оборудования горных работ", "Систем электроснабжения горных предприятий", доска учебная
Л-713	Аудитория для самостоятельной работы	доска, комплект учебной мебели на 12 посадочных мест
Л-713а	Учебная аудитория	стационарные компьютеры 4 шт., набор демонстрационного оборудования в том числе: доска учебная, мультимедийный проектор, экран проекционный, комплект учебной мебели, пакет лицензионных программ MS Office
Л-719	Учебная аудитория	ячейки КРУ и КСО с вакуумными выключателями, реклоузер, доска учебная
Л-711	Лаборатория	доска, комплект учебной мебели, стенды и оборудование "испытания, диагностики и тестирования электрооборудования компании "ДСимпекс"

### 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

К методическим указаниям для обучающихся по дисциплине "Электротехнические комплексы и системы" следует отнести:

1. Каждый раздел учебника содержит контрольные вопросы и темы рефератов для самостоятельного усвоения разделов дисциплины;
2. Методическое пособие для практических занятий включает задачи и материал, позволяющий освоить содержание задач. В конце каждой темы приводятся контрольные вопросы и задания для самостоятельной работы.
3. В качестве дополнительной литературы для самостоятельной работы и лучшего усвоения дисциплины рекомендуется дополнительная литература:
  - Кудрин Б. И. Электроснабжение промышленных предприятий/Учебник для вузов. - М.: Интермет Инжиниринг, 2005;
  - Правила устройства электроустановок потребителей. - М.: Энергосервис, 2010;
  - Гамзин С.И., Цырук С.А., Жуков В.А. Переходные процессы в системах электроснабжения. Лабораторный практикум: учебное пособие. - М.: Издательский дом МЭИ, 2007;
  - Справочник по электроснабжению промышленных предприятий и общественных зданий. - М.: Издательский дом МЭИ, 2010;
  - Липкин Б.Ю. Электроснабжение промышленных предприятий и установок. - М.: Высшая школа, 1990;
  - Ополева Г.Н, Схемы и подстанции электроснабжения. - М.: Инфра-М, 2006;
  - Справочник по проектированию электроснабжения / Под редакцией Ю.Г. Барыбина и др. - М.: Энергоатомиздат, 1990;