

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Исаев Игорь Магомедович
Должность: Проректор по безопасности и общим вопросам
Дата подписания: 2023.11.04
Уникальный программный ключ:
d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»**

Приложение 5
к ОПОП ВО 13.03.02 ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И
ЭЛЕКТРОТЕХНИКА,
профиль ""

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Цифровизация в электротехнических системах

Закреплена за подразделением Кафедра энергетики и энергоэффективности горной промышленности

Направление подготовки 13.03.02 ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

Профиль

Квалификация	Инженер-исследователь	
Форма обучения	очная	
Общая трудоемкость	6 ЗЕТ	
Часов по учебному плану	216	Формы контроля в семестрах:
в том числе:		зачет с оценкой 11
аудиторные занятия	102	
самостоятельная работа	114	

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	11 (6.1)		Итого	
	18			
Неделя	уп	рп	уп	рп
Лекции	51	51	51	51
Лабораторные	17	17	17	17
Практические	34	34	34	34
Итого ауд.	102	102	102	102
Контактная работа	102	102	102	102
Сам. работа	114	114	114	114
Итого	216	216	216	216

Программу составил(и):

к.т.н., проф., Плащанский Леонид Александрович

Рабочая программа

Цифровизация в электротехнических системах

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» по направлению подготовки 13.03.02 ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА (приказ от 02.04.2021 г. № 119 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, 13.03.02-БЭЭ-23_6-ПП.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 19.06.2023, протокол № 8-22

Утверждена в составе ОПОП ВО:

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, , утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 19.06.2023, протокол № 8-22

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра энергетики и энергоэффективности горной промышленности

Протокол от 22.06.2022 г., №11

Руководитель подразделения Кутепов А.Г., к.т.н.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Цель освоения дисциплины: дать студентам знания, привить умения и навыки при освоении компетенций в области создания и эксплуатации электротехнических комплексов на базе современных информационно-цифровых технологий, применяя знания фундаментальных наук для анализа и моделирования, разрабатывая алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения при решения профессиональных задач
-----	---

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Информационные технологии в электротехнических системах	
2.1.2	Моделирование систем электропривода	
2.1.3	Оптимизация параметров систем электроснабжения	
2.1.4	Проектирование ресурсо-и энергосберегающих электроприводов и их экономическая оценка	
2.1.5	Проектирование систем электроснабжения и их экономическая оценка	
2.1.6	Производственная практика	
2.1.7	Силовая электроника в системах электроснабжения	
2.1.8	Системное управление электроприводами	
2.1.9	Системное управление энергоресурсами	
2.1.10	Основы теплоэнергетики	
2.1.11	Теория электропривода	
2.1.12	Функциональное моделирование цифровизации горных предприятий	
2.1.13	Интеллектуальные технологии обработки и анализа данных	
2.1.14	Математические методы в электроэнергетике	
2.1.15	Теория автоматического управления	
2.1.16	Электротехнологические установки	
2.1.17	Энергоемкость технологических процессов	
2.1.18	Промышленная электроника	
2.1.19	Электрические и электронные аппараты	
2.1.20	Электрические машины	
2.1.21	Математика	
2.1.22	Общая энергетика	
2.1.23	Основы теории надежности	
2.1.24	Прикладная механика	
2.1.25	Учебная практика	
2.1.26	Информатика	
2.1.27	Физика	
2.1.28	Измерение электрических и неэлектрических величин	
2.1.29	Инженерная и компьютерная графика	
2.1.30	Основы горного дела	
2.1.31	Иностранный язык	
2.1.32	Риск-менеджмент в электроэнергетике	
2.1.33	Анализ производственных рисков промышленных предприятий	
2.1.34	Возобновляемые источники энергии	
2.1.35	Основы электробезопасности	
2.1.36	Стационарные установки	
2.1.37	Теоретические основы электротехники	
2.1.38	Сопротивление материалов	
2.1.39	Электротехническое и конструкционное материаловедение	
2.1.40	Химия	
2.1.41	Безопасность жизнедеятельности	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	

2.2.2	Преддипломная практика
-------	------------------------

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ	
ПК-3: Способен к обслуживанию подстанций электрических сетей	
Знать:	
ПК-3-31 Принципы цифровизации и автоматизации в электротехнических системах	
ОПК-3: Способен осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения задач в профессиональной области, использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	
Знать:	
ОПК-3-31 Основы математического моделирования электрических систем	
ОПК-5: Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин применительно к объектам профессиональной деятельности	
Знать:	
ОПК-5-31 Принципы работы современных измерительных устройств и систем	
ОПК-2: Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования, знания фундаментальных наук при решении профессиональных задач	
Знать:	
ОПК-2-31 Методы анализа и моделирования электротехнических процессов и систем	
УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, умение анализировать процессы и системы с использованием соответствующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов, применять системный подход для решения поставленных задач	
Знать:	
УК-1-31 Основы системного подхода к анализу и решению сложных задач в области электротехнических систем	
ПК-4: Способен к обслуживанию и ремонту оборудования релейной защиты и автоматики электрических сетей	
Знать:	
ПК-4-31 Принципы работы релейной защиты и автоматики в электрических сетях	
ОПК-1: Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности, разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения, осуществлять поиск, обработку и анализ информации из различных источников	
Знать:	
ОПК-1-31 Основы современных информационных технологий и их применение в электротехнических системах	
ПК-3: Способен к обслуживанию подстанций электрических сетей	
Уметь:	
ПК-3-У1 Осуществлять обслуживание и техническое обследование оборудования подстанций	
ПК-4: Способен к обслуживанию и ремонту оборудования релейной защиты и автоматики электрических сетей	
Уметь:	
ПК-4-У1 Проводить диагностику и анализ работоспособности систем защиты и автоматики	
ОПК-5: Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин применительно к объектам профессиональной деятельности	
Уметь:	
ОПК-5-У1 Анализировать и интерпретировать результаты измерений	
ОПК-3: Способен осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения задач в профессиональной области, использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	
Уметь:	
ОПК-3-У1 Составлять математические модели электрических цепей и машин для анализа их поведения	

ОПК-1: Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности, разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения, осуществлять поиск, обработку и анализ информации из различных источников
Уметь:
ОПК-1-У1 Применять информационные технологии для улучшения производительности и эффективности электротехнических систем
УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, умение анализировать процессы и системы с использованием соответствующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов, применять системный подход для решения поставленных задач
Уметь:
УК-1-У1 Применять аналитические и вычислительные методы для анализа процессов и систем в электротехнической области
ОПК-2: Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования, знания фундаментальных наук при решении профессиональных задач
Уметь:
ОПК-2-У1 Создавать и проводить экспериментальные исследования для получения данных и подтверждения теоретических моделей
ПК-4: Способен к обслуживанию и ремонту оборудования релейной защиты и автоматики электрических сетей
Владеть:
ПК-4-В1 Навыками работы с программным обеспечением для настройки и диагностики релейной защиты и автоматики
ПК-3: Способен к обслуживанию подстанций электрических сетей
Владеть:
ПК-3-В1 Навыками организации и планирования обслуживания оборудования в соответствии с требованиями
УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, умение анализировать процессы и системы с использованием соответствующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов, применять системный подход для решения поставленных задач
Владеть:
УК-1-В1 Навыками применения системного подхода и активного использования доступной информации и методов анализа
ОПК-2: Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования, знания фундаментальных наук при решении профессиональных задач
Владеть:
ОПК-2-В1 Разработки математических моделей для описания поведения электротехнических систем
ОПК-3: Способен осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения задач в профессиональной области, использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин
Владеть:
ОПК-3-В1 Анализа данных и графической визуализации результатов моделирования и экспериментов
ОПК-1: Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности, разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения, осуществлять поиск, обработку и анализ информации из различных источников
Владеть:
ОПК-1-В1 Навыками применения информационных технологий для создания инновационных решений в области электротехники
ОПК-5: Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин применительно к объектам профессиональной деятельности
Владеть:
ОПК-5-В1 Навыками работы с различными типами измерительных приборов и средствами измерений

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
	Раздел 1. Основные понятия. Особенности организации цифровых подстанций;							
1.1	Основные понятия, особенности организации цифровых подстанций /Пр/	11	4	ОПК-5-У1 ОПК-1-У1 ОПК-2-У1 ПК-3-У1 ПК-4-У1 ОПК-3-У1 УК-1-У1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э4		КМ1	Р7
	Раздел 2. Структура цифровых подстанций и ее основные элементы;							
2.1	Уровни системы автоматизации энергообъекта по технологии "Цифровая подстанция", составляющие элементы уровней, цифровые измерительные трансформаторы; мультиплексоры, шина процесса, шина станции, назначение сети Ethernet; рекомендации стандарта МЭК 61850 по повышению надежности передачи данных /Лек/	11	6	ОПК-1-31 ПК-3-31 ПК-4-31	Л1.1 Э1 Э2 Э4		КМ1	
2.2	Рекомендации стандарта МЭК 61850 по повышению надежности передачи данных /Ср/	11	43	ОПК-5-31 ОПК-1-31 ПК-3-31 ПК-4-31 ОПК-3-В1 ОПК-3-31 УК-1-31 УК-1-В1	Л1.1Л2.2 Э1 Э4			
	Раздел 3. Цифровизация управления энергетической эффективностью производственных процессов							
3.1	Актуальность повышения энергоэффективности; основные понятия и особенности цифровизации управления энергетической эффективностью производственных процессов; техно-технологические и организационно-управленческие аспекты повышения энергетической эффективности /Лек/	11	4	ОПК-5-31 ОПК-1-31 ОПК-2-31 ПК-3-31 ПК-4-31	Л1.2 Э1 Э2 Э5		КМ2	
3.2	Рекомендации стандарта ISO 50001-2018 по циклу PDCA «Планируйте-Делайте-Проверяйте-Действуйте» для постоянного улучшения энергетической результативности /Пр/	11	10	ОПК-1-У1 ОПК-2-У1	Л1.2 Э1 Э2 Э5		КМ2	Р1

	Раздел 4. Процесс управления энергетической эффективностью как «человеко-машинный процесс»							
4.1	Формирование структурной схемы управления энергоэффективностью производственных процессов предприятий как «человеко-машинным процессом» /Лаб/	11	5	ОПК-5-У1 ОПК-5-В1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.2 Э1 Э2 Э5		КМ3	Р2
4.2	Процесс управления энергоэффективностью как «человеко-машинного процесса»; энерготехнологические условия повышения энергетической эффективности; схема управления энергетической эффективностью - уровни управления, технические и организационно-производственные, технологические энергопотребляющие объекты, участники процесса управления энергетической эффективностью /Лек/	11	10	ОПК-5-31 ОПК-1-31 ОПК-2-31 ПК-3-31 ПК-4-31	Л1.2 Э1 Э2 Э5		КМ3	
	Раздел 5. Цифровизация системного управления энергетической эффективностью							

5.1	Принципы и положения системного управления энергетической эффективностью; охват управлением всех значимых организационно-производственных, технических и технологических энергопотребляющих объектов; интеграция показателей энергопотребления с производственными показателями; охват участников процесса управления энергоэффективностью на базе единой цифровой информационно-аналитической платформы; дискретизация во времени процесса управления энергоэффективностью; цифровизация системного подхода PDCA к управлению энергоэффективностью; цифровое обеспечение постоянного повышения энергоэффективности производственных процессов /Лек/	11	10	ОПК-5-31 ОПК-1-31 ОПК-2-31 ПК-3-31	Л1.2 Э1 Э2 Э5		КМ4	
5.2	Энергетические профили производственных процессов; методика моделирования энерготехнологических профилей по методу наименьших квадратов в цифровом формате; применение энерготехнологических профилей для оперативного управления, планирования, энергетической эффективности производственных процессов /Лек/	11	4	ОПК-5-31 ОПК-1-31 ОПК-2-31 ПК-3-31 ПК-4-31	Л1.2 Э1 Э2 Э5		КМ4	
5.3	Реализация функций программно-аналитического комплекса по управлению энергоэффективностью /Ср/	11	33	ОПК-5-31 ОПК-1-31 ОПК-2-31 ПК-3-31 ПК-4-31	Л1.2			
5.4	Моделирование энерготехнологических профилей производственных процессов /Пр/	11	12	ОПК-5-У1 ОПК-1-У1 ОПК-2-У1 ПК-3-У1 ПК-4-У1	Л1.2			Р3

5.5	Анализ и оптимизация процессов цифровизации в энергетической инфраструктуре" - исследование методов и технологий, используемых для цифровизации энергетических систем, и разработка предложений по их улучшению /Ср/	11	38					
	Раздел 6. Информационное обеспечение цифрового управления энергоэффективностью							
6.1	Энерготехнологические данные для цифрового обеспечения управления энергоэффективностью, схема информационного обеспечения управления энергетической эффективностью производственных процессов /Лек/	11	6	ОПК-5-31 ОПК-1-31 ОПК-2-31 ПК-3-31	Л1.2 Э1 Э2 Э5		КМ6	
6.2	Формирование схемы информационного обеспечения управления энергетической эффективностью производственных процессов /Лаб/	11	6	ОПК-5-В1 ОПК-1-В1 ОПК-2-В1 ПК-3-В1 ПК-4-В1	Э2 Э5		КМ6	Р4
	Раздел 7. Вероятностно-статистический анализ энерготехнологической результативности производственных процессов для оценки энергетической эффективности							

7.1	Цифровое обеспечение формирования статистических рядов энерготехнологических показателей производственных процессов и определения их статистических характеристик; дифференциальные и интегральные распределения вероятностей количества смен производственного процесса, работающих в определенном диапазоне энерготехнологических показателей; анализ распределений вероятностей количества смен работающих в определенном диапазоне энерготехнологических показателей с оценкой энергетической эффективности производственных процессов /Лек/	11	4	ОПК-5-31 ОПК-1-31 ОПК-2-31 ПК-3-31 ПК-4-31	Л1.2 Э1 Э2 Э5		КМ7	
7.2	Проведение вероятностно-статистического анализа энерготехнологической результативности производственного процесса с оценкой энергетической эффективности /Пр/	11	8	ОПК-5-У1 ОПК-1-У1 ОПК-2-У1 ПК-3-У1 ПК-4-У1	Л1.2 Э2 Э5		КМ7	Р5
	Раздел 8. Программно-аналитические комплексы для цифрового управления энергетической эффективностью производственных процессов							
8.1	Функции, структурная схема программно-аналитических комплексов; цифровизация мониторинга энерготехнологических показателей, энерготехнологической результативности производственных процессов; цифровое обеспечение реализации техно-технологических и организационно-управленческих аспектов повышения энергетической эффективности производственных процессов /Лек/	11	7	ОПК-5-31 ОПК-1-31 ОПК-2-31 ПК-3-31 ПК-4-31	Л1.2 Э1 Э2 Э5		КМ8	

8.2	Моделирование блок-структурной схемы программно-аналитического комплекса управления энергетической эффективностью /Лаб/	11	6	ОПК-5-В1 ОПК-1-В1 ОПК-2-В1 ПК-3-В1 ПК-4-В1 ОПК-3-В1 УК-1-В1	Э2 Э5		КМ8	Р6
-----	---	----	---	--	-------	--	-----	----

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 зачету, а также для устных и письменных опросов обучающихся	ОПК-5-31;ОПК-2-31;ОПК-1-31;ПК-4-31;ОПК-3-31;УК-1-31	<ol style="list-style-type: none"> 1.Что понимают под цифровой подстанцией? 2.Перечислите отличительные характеристики цифровой подстанции; 3.Что собой представляют протоколы МЭК 61850? 4.Какова структура цифровой подстанции в соответствии с протоколом МЭК 61850? 5.Опишите уровни в структуре цифровой подстанции; 6.Дайте определение термину "шина процесса"; 7.Чем отличается "шина станции"? 8.Каковы уровни технологии "цифровая подстанция"; 9.Опишите структуру цифровой подстанции; 10.Цифровые измерительные трансформаторы; 11.Каковы основные элементы цифровой подстанции;
КМ2	Вопросы, используемые при подготовке к зачету, а также для устных и письменных опросов обучающихся	ОПК-5-31;ОПК-2-31;ОПК-1-31;ПК-4-31;ОПК-3-31;УК-1-31	<ol style="list-style-type: none"> 1.Какие две альтернативные тенденции характеризуют рост потребления топливно-энергетических ресурсов? 2.Что характеризует эффективность потребления топливно-энергетических ресурсов? 3.Какие источники энергии относятся к возобновляемым? 4. Какие виды топлива относятся к альтернативным? 5.Почему повышение энергетической эффективности является актуальным для предприятий, в частности, для горных предприятий? 6.Каким показателем определяется энергетическая эффективность производственных процессов? 7.Дайте определение энергетическому менеджменту. 8.Что представляет собой цикл PDCA «Планируйте-Делайте-Проверяйте-Действуйте»?
КМ3	Вопросы, используемые при подготовке к зачету, а также для устных и письменных опросов обучающихся	ОПК-5-31;ОПК-2-31;ОПК-1-31;ПК-4-31;ОПК-3-31;УК-1-31;ПК-3-31	<ol style="list-style-type: none"> 1.Топливо-энергетические ресурсы и их применение на горно-обогатительных предприятиях. 2.Характеристика потребляемых энергетических ресурсов, энергоприемников производственных процессов (работ) горного производства. 3.Характеристика потребляемых энергоресурсов, энергоприемников обогатительного производства. 4.Показатели энергопотребления основных производственных процессов и их размерности. 5.Какие условия требуются для повышения энергетической эффективности? 6.Схема «человеко-машинного» процесса управления повышением энергетической эффективности. Привести пример схемы обогатительного производства. 7. Схема «человеко-машинного» процесса управления повышением энергетической эффективности. Привести пример схемы для горного комплекса. 8.Привести схему системного подхода к управлению энергетической эффективностью на примере горного комплекса. 9.Привести схему системного подхода к управлению энергетической эффективностью на примере обогатительного производства.

КМ4	Вопросы, используемые при подготовке к зачету, а также для устных и письменных опросов обучающихся	ОПК-5-31;ОПК-2-31;ОПК-1-31;ПК-4-31;ОПК-3-31;УК-1-31;ПК-3-31	<ol style="list-style-type: none"> 1.Что понимается под системностью управления энергетической эффективностью? 2.Принципы цифровизации управления энергетической эффективностью производственных процессов. 3.Какими компонентами характеризуются системы энергетического менеджмента? 4.Какие элементы содержит организационно-структурная схема управления энергетической эффективностью в рамках системы энергетического менеджмента? 5.В функции какого персонала входят вопросы повышения энергоэффективности? 6.Процесс управления энергетической эффективностью как предмет цифровизации. 7.В каких форматах времени требуется управление энергетической эффективностью? 8.Что представляет собой информационно-аналитическая платформа, объединяющая участников процесса управления энергетической эффективностью? 9.Как происходит циркулирование информации в схеме информационно-аналитической платформы, объединяющей участников процесса управления энергоэффективностью?
КМ5	Вопросы, используемые при подготовке к зачету, а также для устных и письменных опросов обучающихся	ОПК-5-31;ОПК-2-31;ОПК-1-31;ПК-4-31	<ol style="list-style-type: none"> 1.Назначение аналитического описания процесса потребления энергоресурсов для управления энергоэффективностью. 2.В чем заключается определение моделирование энерготехнологических профилей по методу наименьших квадратов? 3.Что представляет собой энерготехнологические профили выемочно-погрузочных работ? Привести примеры для полного и удельного потребления электроэнергии. 4.Что представляют собой энерготехнологические профили горно-транспортных работ? Привести примеры для полного и удельного потребления дизельного топлива. 5.Что представляют собой энерготехнологические профили обогатительных работ? Привести примеры для полного и удельного электропотребления дробления, измельчения.
КМ6	Вопросы, используемые при подготовке к зачету, а также для устных и письменных опросов обучающихся	ОПК-5-31;ОПК-2-31;ОПК-1-31;ПК-4-31;ОПК-3-31;УК-1-31;ПК-3-У1	<ol style="list-style-type: none"> 1.Каким образом производится информационное обеспечение управления энергетической эффективностью? Привести схему информационного обеспечения управления энергетической эффективностью. 2.Какие энерготехнологические показатели требуются для информационного обеспечения управления энергетической эффективностью? 3.Что обеспечивает автоматический цифровой мониторинг энерготехнологических показателей основных производственных показателей? 4.Каким образом осуществляется автоматический цифровой мониторинг энерготехнологических показателей основных производственных показателей? 5.Какая информация по энерготехнологическим показателям предоставляется участникам процесса управления энергетической эффективностью по результатам автоматического цифрового мониторинга? 6.Каким образом должна применяться персоналом информации мониторинга энерготехнологических показателей для управления энергетической эффективностью?

КМ7	Вопросы, используемые при подготовке к зачету, а также для устных и письменных опросов обучающихся	ОПК-5-31;ОПК-2-31;ОПК-1-31;ПК-4-31;ОПК-3-31;УК-1-31;ПК-3-31	<p>1.Что понимается под энерготехнологической результативностью основных производственных процессов?</p> <p>2.Назначение анализа энерготехнологической результативности основных производственных процессов?</p> <p>3.Какие требования к анализу энерготехнологической результативности основных производственных процессов?</p> <p>4.Почему при анализе энерготехнологической результативности основных производственных процессов применяются вероятностно-статистические методы?</p> <p>5.Какой алгоритм проведения вероятностно-статистического анализа энерготехнологической результативности основных производственных процессов?</p> <p>6.Что представляет собой и каким образом формируются упорядоченные вариационные ряды энерготехнологических показателей основных производственных процессов?</p> <p>7.Какие свойства отражают статистические характеристики упорядоченных вариационных рядов энерготехнологических показателей?</p> <p>8.Что представляет собой и каким образом формируются интервальные вариационные ряды энерготехнологических показателей основных производственных процессов? Привести пример в табличном виде интервального вариационного ряда.</p> <p>9.Каким образом интерпретируются и что показывают дифференциальное и интервальное распределения вероятностей энерготехнологических показателей применительно к анализу энерготехнологической результативности основных производственных процессов?</p> <p>10.Анализ энерготехнологической результативности производственных процессов как предмет цифровизации.</p> <p>11.Каким образом проводится оценка распределения вероятностей – количества смен (в %), работающих в определенном диапазоне сменного объема выемочно-погрузочных работ? Привести пример таблицы распределения вероятностей.</p> <p>12.Каким образом проводится оценка распределения вероятностей – количества смен (в %), работающих в определенном диапазоне полного электропотребления? Привести пример таблицы распределения вероятностей.</p> <p>13.Каким образом проводится оценка распределения вероятностей – количества смен (в %), работающих в определенном диапазоне удельного электропотребления? Привести пример таблицы распределения вероятностей.</p> <p>14.Какие делаются выводы из анализа энерготехнологической результативности для оценки энергетической эффективности основных производственных процессов ?</p>
-----	--	---	---

КМ8	Вопросы, используемые при подготовке к зачету, а также для устных и письменных опросов обучающихся	ОПК-5-31;ОПК-2-31;ОПК-1-31;ПК-4-31	<p>1.Какое назначение программно-аналитического комплекса по управлению энергетической эффективностью?</p> <p>2.Какие функции реализует программно-аналитический комплекс по управлению энергетической эффективностью?</p> <p>3.Каким образом визуализируется энерготехнологическая результативность основных производственных процессов в программно-аналитическом комплексе по управлению энергетической эффективностью?</p> <p>4.Какая структурная схема программно-аналитического комплекса по управлению энергетической эффективностью? Привести пример структурной схемы программно-аналитического комплекса по управлению энергетической эффективностью.</p> <p>5.Какие отчетные электронные таблицы формируются в программно-аналитическом комплексе по управлению энергетической эффективностью для технических энергопотребляющих объектов (экскаваторы, большегрузные автосамосвалы, погрузчики)? Привести пример таблицы.</p> <p>6.Какие отчетные электронные таблицы по фактическим энерготехнологическим показателям формируются в программно-аналитическом комплексе по управлению энергетической эффективностью для организационно-производственных энергопотребляющих объектов (смен, участков, цехов)? Привести пример таблицы.</p> <p>7.Какие отчетные электронные таблицы формируются по персональной энерготехнологической результативности работы персонала, управляющего техническими энергопотребляющими объектами (экскаваторами, автосамосвалами, погрузчиками).</p> <p>8.Каким образом обеспечивается цифровизация управления энергетической эффективностью с применением программно-аналитического комплекса по управлению энергетической эффективностью?</p>
-----	--	------------------------------------	---

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
Р1	Рекомендации стандарта ISO 50001-2018 по циклу PDCA «Планируйте-Делайте-Проверяйте-Действуйте» для постоянного улучшения энергетической результативности	ОПК-2-У1;ОПК-1-У1	<p>1. Структура процесса управления энергетической эффективностью;</p> <p>2. Модель постоянного улучшения энергетической результативности – методика PDCA ISO-50001.</p>
Р2	Формирование структурной схемы управления энергоэффективностью производственных процессов предприятий как «человеко-машинным процессом»	ОПК-2-У1;ОПК-1-У1;ОПК-5-У1;ОПК-2-В1;ОПК-5-В1;ОПК-1-В1	<p>1. Структурная схема процесса управления энергетической эффективностью как «человеко-машинного» процесса;</p> <p>2. Элементы схемы: технические и организационно-производственные энергопотребляющие объекты, участники процесса управления энергетической эффективностью, уровни управления.</p>
Р3	Моделирование энерготехнологических профилей производственных процессов	ОПК-5-У1;ОПК-2-У1;ОПК-1-У1;ПК-4-У1	<p>1. Энергетические профили производственных процессов;</p> <p>2. Моделирование и применение энерготехнологических профилей для управления энергетической эффективностью производственных процессов.</p>

P4	Формирование схемы информационного обеспечения управления энергетической эффективностью производственных процессов	ОПК-5-В1;ОПК-2-В1;ОПК-1-В1;ПК-4-В1	1.Структурная схема информационного обеспечения управления энергетической эффективностью в цифровом формате.
P5	Проведение вероятностно-статистического анализа энерготехнологической результативности производственного процесса с оценкой энергетической эффективности	ОПК-5-У1;ОПК-2-У1;ОПК-1-У1;ПК-4-У1	1.Вероятностно-статистический анализ энерготехнологической результативности производственных процессов с оценкой потенциала повышения энергетической эффективности.
P6	Моделирование блок-структурной схемы программно-аналитического комплекса управления энергетической эффективностью	ОПК-5-В1;ОПК-2-В1;ОПК-1-В1;ПК-4-В1;ОПК-3-В1;УК-1-В1	1.Моделирование блок-структурной схемы программно-аналитического комплекса по управлению энергетической эффективностью; 2.Цифровое обеспечение техно-технологических, организационно-управленческих аспектов повышения энергоэффективности производственных процессов.
P7	Основные понятия, особенности организации цифровых подстанций	ОПК-5-У1;ОПК-2-У1;ОПК-1-У1;ПК-4-У1;ОПК-3-У1;УК-1-У1	Основные понятия, особенности организации цифровых подстанций

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

По дисциплине учебным планом предусмотрен зачет. Для получения зачета необходимо освоение материала, предусмотренного перечнем вопросов практических занятий. Зачет может проходить как в устной, так и письменной форме по предложенным вопросам из перечня, предусмотренного контрольными мероприятиями.

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

Методика оценки освоения дисциплины включает показатели оценивания и соответственно шкалу оценивания: Для получения зачета необходимо показать способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования, знания фундаментальных наук при решении профессиональных задач, а также понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности, разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения, осуществлять поиск, обработку и анализ информации из различных источников

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Федоров Ю. Н.	Справочник инженера по АСУТП: проектирование и разработка: справочник	Электронная библиотека	Москва, Вологда: Инфра-Инженерия, 2017
Л1.2	Ляхомский А. В., Бабокин Г. И.	Управление энергетическими ресурсами горных предприятий: учеб. пособие	Библиотека МИСиС	М.: Горная книга, 2011

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
--	---------------------	----------	------------	-------------------

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Ломакин М. С.	Автоматическое управление технологическими процессами карьеров: учебник для студ. вузов, обуч. по спец. "Электрификация и автоматизация горных работ"	Библиотека МИСиС	М.: Недра, 1978
Л2.2	Шевырев Ю. В.	Лабораторный практикум по дисциплине "Автоматизация машин и установок горного производства": лаб. практикум для студ спец. 140604 "Электропривод и автоматика пром. установок и технолог. комплексов" (квалификация - горн. инженер"	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МГГУ, 2012

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Электронная научная библиотека	https://www.elibrary.ru/
Э2	Российская государственная библиотека	https://www.rsl.ru/
Э3	Библиотека МИСиС	http://lib.misis.ru/
Э4	Тексты книг по электротехническим дисциплинам, в основном, в формате .pdf для бесплатного перекачивания	http://www.kodges.ru/
Э5	Тексты книг по дисциплинам, связанным с энергетическим менеджментом, энергетической эффективностью, в основном, в формате pdf для бесплатного скачивания	

6.3 Перечень программного обеспечения

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
Л-709	Лаборатория	доска, комплект учебной мебели, стенды "Электрификация подземных горных работ компании "Шела"
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

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Подготовка к лекциям.

Подготовка к лекционному занятию включает выполнение всех видов заданий, рекомендованных к каждой лекции, т.е. задания выполняются еще до лекционного занятия по соответствующей теме.

В ходе лекционных занятий необходимо вести конспектирование учебного материала, обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации. При необходимости задавать преподавателю уточняющие вопросы.

Работа над конспектом лекций, Вам всегда необходимо использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть теоретическим материалом.

Подготовка к практическим или лабораторным занятиям

Подготовку к каждому практическому или лабораторному занятию Вы должны начать с ознакомления с планом практического или лабораторного занятия, который отражает содержание предложенной темы. Тщательное продумывание и изучение вопросов плана основывается на проработке текущего материала лекции, а затем изучения обязательной и дополнительной литературы, рекомендованной к данной теме. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса.

В процессе подготовки к практическим или лабораторным занятиям, Вам необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы. При всей полноте конспектирования лекции в ней невозможно изложить весь материал из-за лимита аудиторных часов. Поэтому самостоятельная работа с учебниками, учебными

пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у Вас отношение к конкретной проблеме.

Ваша самостоятельная работа может осуществляться в аудиторной и внеаудиторной формах. Самостоятельная работа в аудиторное время включает:

1 Самостоятельную работу по теоретическому курсу: аудиторную самостоятельную работу на лекциях, работу с лекционным материалом после лекции, выполнение дополнительных индивидуальных заданий на практических занятиях и лабораторных работах. Самостоятельная работа на лекции выполняется в конце каждой лекции и заключается в решении небольшой задачи, поставленной преподавателем по материалу прочитанной лекции.

Каждый студент имеет контрольный лист, на котором указывается фамилия, имя, отчество, группа, номер лекции, дата, задание и ответ (решение) задачи. После занятий преподаватель проверяет правильность выполнения заданий и, при необходимости, дает на следующем занятии или на консультации дополнительное задание для исправления допущенных ошибок.

Анализ контрольных листов позволяет преподавателю оценить усвоение материала каждой лекции каждым студентом и параллельно – учесть посещаемость лекций. Материал пропущенной лекции студент должен сдавать преподавателю в письменной форме в часы консультаций.

Работа с лекцией включает в себя дополнение конспекта сведениями из рекомендованной литературы (с указанием использованного источника).

Возможны выступления студентов на лекции по отдельным вопросам обсуждаемой темы (проработанные самостоятельно под руководством преподавателя); сообщения занимают 7...10 мин. Такие выступления помогают четко выражать свои мысли, аргументировано излагать и отстаивать свою точку зрения при ответе на вопросы.

Работа с материалом лекции, выполненная через один-два дня после ее прослушивания, позволяет выделить неясные моменты, которые необходимо либо самостоятельно разобрать, пользуясь рекомендованными литературными источниками, либо обсудить с преподавателем на ближайшей консультации. Такой самоконтроль может войти в объем самостоятельной работы студента, предусмотренный рабочей программой.

2. Аудиторную самостоятельную работу на практических и лабораторных занятиях по программе дисциплины. Они обеспечивают получение навыков и умений, необходимых при изучении данной дисциплины, а также необходимых в последующем обучении и трудовой деятельности. Кроме того, они обеспечивают общение участников в диалоговом режиме и дают опыт совместного участия в решении проблем.

3. Внеаудиторную самостоятельную работу.

Внеаудиторная самостоятельная работа по лабораторным и практическим занятиям включает подготовку к выполнению работ, обработку полученных результатов, защиту работ.

Подготовка заключается в ознакомлении с названием, целью работы, основными теоретическими положениями и методическими указаниями по ее выполнению. Обработка полученных результатов заключается в выполнении расчетов, заполнении таблиц, построении графиков.

Расчётно-графическая работа дополняет и закрепляет знания, полученные при изучении дисциплины.

Подготовка к промежуточной аттестации.

При подготовке к промежуточной аттестации целесообразно:

- внимательно изучить перечень вопросов и определить, в каких источниках находятся сведения, необходимые для ответа на них;
- внимательно прочитать рекомендованную литературу;
- составить краткие конспекты ответов (планы ответов).

Для изучения дисциплины рекомендуется пользоваться перечнем вопросов, указанных в разделе "Вопросы для самостоятельной подготовки к экзамену, а также устным и письменным опросам обучающихся" в ФОС.

К методическим указаниям для обучающихся по дисциплине "Цифровизация электротехнических комплексов предприятий" следует отнести:

1. Каждый раздел учебного пособия 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 курса рекомендуется дополнительная литература:
 - Правила устройства электроустановок потребителей. - М.: Энергосервис, 2010;
 - Кузьмин И.Л., Иванов И.Ю., Писковацкий Ю.В. Микропроцессорные устройства релейной защиты. Учебное пособие. - Казань: изд-во КГЭУ, 2015.
 - Киреева Э.А., Цырук С.А. Релейная защита и автоматика электроэнергетических систем. – М.: издательский центр "Академия", 2020.
 - Чернобровов Н.В. Релейная защита. — М.: Энергия, 1971.
 - Шнейерсон Э.М. Цифровая релейная защита. – М.: Энергоатомиздат, 2007.
 - Андреев В.А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения: Учебник для вузов. - М.: Высшая школа, 2007.
 - Техническая коллекция Schneider Electric. Выпуски 2005 - 2014 гг.
 - Документация Schneider Electric по SEPAM серии 20,40,80. Руководство по измерению, защите, контролю и управлению. Руководство по установке, применению, 2005.