

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 09.07.2023 20:29:34

Уникальный идентификатор документа:

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Энергоемкость технологических процессов

Закреплена за подразделением Кафедра энергетики и энергоэффективности горной промышленности

Направление подготовки 13.03.02 ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

Профиль

Квалификация **Бакалавр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **6 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 216

в том числе:

аудиторные занятия 85

самостоятельная работа 90

часов на контроль 41

Формы контроля в семестрах:
экзамен 6

Распределение часов дисциплины по семестрам

| Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>) | 6 (3.2) | | Итого | |
|---|---------|-----|-------|-----|
| | 18 | | | |
| Неделя | 18 | | | |
| Вид занятий | УП | РП | УП | РП |
| Лекции | 34 | 34 | 34 | 34 |
| Лабораторные | 17 | 17 | 17 | 17 |
| Практические | 34 | 34 | 34 | 34 |
| Итого ауд. | 85 | 85 | 85 | 85 |
| Контактная работа | 85 | 85 | 85 | 85 |
| Сам. работа | 90 | 90 | 90 | 90 |
| Часы на контроль | 41 | 41 | 41 | 41 |
| Итого | 216 | 216 | 216 | 216 |

Программу составил(и):

к.т.н., доц.,

Пичуев Александр Вадимович

Рабочая программа

Энергоемкость технологических процессов

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-22.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.09.2022, протокол № 8-22

Утверждена в составе ОПОП ВО:

13.03.02 ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА, , утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.09.2022, протокол № 8-22

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра энергетики и энергоэффективности горной промышленности

Протокол от 23.06.2020 г., №13

Руководитель подразделения проф., д.т.н. Ляхомский Александр Валентинович

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

| | |
|-----|--|
| 1.1 | Формирование у студентов теоретической базы по современным методам анализа энергоёмкости технологических процессов производства, которая позволит им успешно решать теоретические и практические задачи в их профессиональной деятельности, связанной с проектированием и эксплуатацией производственных энергетических систем, технологических комплексов и электрооборудования |
|-----|--|

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

| Блок ОП: | | Б1.В |
|------------|---|------|
| 2.1 | Требования к предварительной подготовке обучающегося: | |
| 2.1.1 | Основы теплоэнергетики | |
| 2.1.2 | Промышленная электроника | |
| 2.1.3 | Стационарные установки | |
| 2.1.4 | Электрические и электронные аппараты | |
| 2.1.5 | Электрические машины | |
| 2.1.6 | Общая энергетика | |
| 2.1.7 | Учебная практика | |
| 2.1.8 | Основы теории вероятностей и математической статистики | |
| 2.1.9 | Измерение электрических и неэлектрических величин | |
| 2.2 | Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее: | |
| 2.2.1 | Проектирование и моделирование электротехнических систем | |
| 2.2.2 | Управление электроприводами | |
| 2.2.3 | Электроснабжение | |
| 2.2.4 | Монтаж, наладка и эксплуатация электроустановок | |
| 2.2.5 | Оценка энергоэффективности | |
| 2.2.6 | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы | |
| 2.2.7 | Преддипломная практика | |
| 2.2.8 | Релейная защита электроустановок | |

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

| | |
|--|--|
| ПК-2: Способен готовить прогнозные показатели для формирования баланса электрической энергии и мощности | |
| Знать: | |
| ПК-2-31 | Способы и средства повышения энергоэффективности технологических процессов современного производства |
| ПК-2-32 | Методы составления энергетических балансов, нормирования и тарификации энергопотребления; способы и средства оптимизации энергопотребления. |
| ПК-1: Способен собирать и анализировать ключевые параметры потребления электрической энергии и мощности в среднесрочном и долгосрочном планировании | |
| Знать: | |
| ПК-1-32 | Методы анализа режимов работы технологических установок и комплексов; методы прогнозного моделирования энергопотребления. |
| ПК-1-31 | Основные понятия и определения энергоёмкости технологических процессов; методы определения и оценки энергетических показателей технологических процессов. |
| ПК-2: Способен готовить прогнозные показатели для формирования баланса электрической энергии и мощности | |
| Уметь: | |
| ПК-2-У2 | Моделировать и прогнозировать режимы энергопотребления; выполнять анализ режимов потребления энергии применительно к условиям реального производства; разрабатывать мероприятия по повышению энергоэффективности технологических установок и комплексов. |
| ПК-2-У1 | Определять энергетические показатели и характеристики энергоустановок; моделировать и прогнозировать режимы энергопотребления. |
| ПК-1: Способен собирать и анализировать ключевые параметры потребления электрической энергии и мощности в среднесрочном и долгосрочном планировании | |
| Уметь: | |
| ПК-1-У1 | Определять количественные показатели затрат энергии на технологические процессы производства; определять энергетические показатели и характеристики энергоустановок |

| |
|---|
| ПК-1-У2 Выполнять качественную оценку энергоемкости технологических электроустановок; определять количественные показатели затрат энергии на технологические процессы производства. |
| ПК-2: Способен готовить прогнозные показатели для формирования баланса электрической энергии и мощности |
| Владеть: |
| ПК-2-В2 Методами расчета и математического анализа энергетических показателей технологических процессов производства |
| ПК-2-В1 Способами построения энергетических характеристик и анализа режимов работы электроустановок с применением современных вычислительных средств |
| ПК-1: Способен собирать и анализировать ключевые параметры потребления электрической энергии и мощности в среднесрочном и долгосрочном планировании |
| Владеть: |
| ПК-1-В1 Комплексом мероприятий по повышению энергоэффективности технологических процессов. |

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. ЭНЕРГОЕМКОСТЬ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ | | | | | | | |
| 1.1 | Цель и основные задачи энергетической оценки технологий. Основные термины и определения. Современная технологическая энергетическая система и ее место в техно- и биосфере. Оценка энергоемкости производства продукции и оказания услуг в технологических энергетических системах. /Лек/ | 6 | 4 | ПК-1-31 ПК-1-32 | Л1.1Л2.2 Э1 | Занятия проводятся в специализированном помещении в соответствии с разделом МТО. Дополнительная учебная и методическая литература приведена в разделе МУ. | КМ1 | |
| 1.2 | Расчет показателей затрат энергии и энергетическая оценка технологических процессов производства. /Пр/ | 6 | 4 | ПК-1-У1 ПК-1-У2 | Л2.2 Э1 | | КМ2 | Р1 |
| 1.3 | Предварительная подготовка базы данных для выполнения курсовой работы. /Ср/ | 6 | 2 | ПК-2-В2 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-В1 | Л2.2 Э1 | | КМ1 | |
| | Раздел 2. МЕТОДЫ АНАЛИЗА И МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЖИМОВ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ | | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|-----|---|---|----|---|-------------|---|-----|----|
| 2.1 | Расчетно-аналитические методы определения показателей расхода электроэнергии. Расчетно-статистические методы определения энергетических показателей технологического процесса. Методы математического моделирования энергопотребления. /Лек/ | 6 | 10 | ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-1-31 ПК-1-32 | Л1.1Л2.2 Э1 | Занятия проводятся в специализированном помещении в соответствии с разделом МТО. Дополнительная учебная и методическая литература приведена в разделе МУ. | КМ1 | |
| 2.2 | Моделирование и анализ графиков электрической нагрузки. Статистический анализ энергетических показателей технологических процессов. Определение энергетических характеристик технологических установок и комплексов. Анализ и прогнозное моделирование динамики электропотребления. /Пр/ | 6 | 18 | ПК-2-У1 ПК-2-У2 ПК-2-В1 ПК-2-В2 ПК-1-У1 ПК-1-У2 | Л2.2 Э1 | | КМ3 | Р2 |
| 2.3 | 1. Исследование графиков энергетических потоков. 2. Исследование обобщенных статистик и законов распределения для энергопотоков. 3. Исследование энерготехнологических профилей. 4. Исследование динамики энерготехнологических потоков. /Лаб/ | 6 | 9 | ПК-2-У2 ПК-2-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 | Л2.2 Э1 | | КМ3 | Р9 |
| 2.4 | Разделы самостоятельной работы. 1. Статистический анализ энергетических показателей технологических процессов. 2. Энергетические характеристики технологических установок и комплексов. 3. Анализ динамики электропотребления. 4. Прогнозное моделирование энергопотребления. 5. Анализ и моделирование и графиков электрической нагрузки. /Ср/ | 6 | 60 | ПК-1-31 ПК-1-32 | Л1.5Л2.1 Э1 | | КМ1 | |

| | | | | | | | | |
|-----|---|---|---|---------------------------------|-------------|---|-----|----|
| | Раздел 3. ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ БАЛАНСЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И НОРМИРОВАНИЕ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ | | | | | | | |
| 3.1 | Виды энергобалансов и их характеристика. Составляющие электробаланса технологических установок. Определение норм технологического расхода электроэнергии. /Лек/ | 6 | 2 | ПК-2-32 ПК-1-31 ПК-1-32 | Л1.6Л2.2 Э1 | Занятия проводятся в специализированном помещении в соответствии с разделом МТО. Дополнительная учебная и методическая литература приведена в разделе МУ. | КМ1 | |
| 3.2 | Определение составляющих электрических балансов технологических установок и норм технологического расхода электроэнергии. /Пр/ | 6 | 4 | ПК-2-У1 ПК-1-У1 ПК-1-У2 | Л2.2 Э1 | | КМ4 | Р6 |
| 3.3 | Исследование и анализ агрегатных энергетических балансов. /Ср/ | 6 | 4 | ПК-2-32 | Л2.2 Э1 | | КМ1 | |
| | Раздел 4. ЭНЕРГОЕМКОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ВЕДЕНИИ ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ РАБОТ | | | | | | | |
| 4.1 | Энергетические характеристики шахтных электроустановок подземного технологического комплекса. Энергетические характеристики энергоемких установок технологического комплекса шахты. /Лек/ | 6 | 5 | ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-1-31 ПК-1-32 | Л1.6Л2.2 Э1 | Занятия проводятся в специализированном помещении в соответствии с разделом МТО. Дополнительная учебная и методическая литература приведена в разделе МУ. | КМ1 | |
| 4.2 | Расчет энергетических показателей технологических процессов при ведении подземных горных работ. Расчет энергетических показателей установок технологического комплекса шахты. /Пр/ | 6 | 4 | ПК-2-У1 ПК-2-У2 ПК-1-У1 ПК-1-В1 | Л2.2 Э1 | | КМ7 | Р7 |

| | | | | | | | | |
|-----|--|---|---|---|----------------|---|-----|-----|
| 4.3 | Анализ технологических процессов добычи полезных ископаемых подземным способом. /Ср/ | 6 | 6 | ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-В1 | Л1.2Л2.3 Э2 | | КМ7 | Р13 |
| 4.4 | Исследование энергетических профилей для энерготехнологических установок шахт и рудников. /Лаб/ | 6 | 2 | ПК-2-В2 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-В1 | Л2.2 Э1 | | КМ1 | |
| | Раздел 5. ЭНЕРГОЕМКОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТАХ | | | | | | | |
| 5.1 | Энергетические показатели технологических процессов. Энергетические характеристики карьерных электроустановок. /Лек/ | 6 | 4 | ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-1-31 ПК-1-32 | Л1.6Л2.2 Э1 | Занятия проводятся в специализированном помещении в соответствии с разделом МТО. Дополнительная учебная и методическая литература приведена в разделе МУ. | КМ1 | |
| 5.2 | Расчет энергетических показателей технологических процессов на открытых горных работах. /Пр/ | 6 | 4 | ПК-2-У1 ПК-2-У2 ПК-2-В1 ПК-2-В2 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-В1 | Л2.2 Э1 | | КМ8 | Р8 |
| 5.3 | Исследование энергетических профилей для энерготехнологических установок разрезов и карьеров. /Лаб/ | 6 | 2 | ПК-2-У1 ПК-2-У2 ПК-2-В2 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-В1 | Л2.2 Э1 | | КМ8 | Р14 |
| 5.4 | Анализ технологических процессов разработки месторождений полезных ископаемых открытым способом. /Ср/ | 6 | 6 | ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-1-31 ПК-1-32 | Л1.3 Э2 | | КМ1 | |
| | Раздел 6. ЭНЕРГОЕМКОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА ОБОГАТИТЕЛЬНЫХ ФАБРИКАХ | | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|-------------|--|------|-----|
| 6.1 | Характеристика технологических процессов на железорудных горно-обогатительных комплексах. Характеристика систем электроснабжения железорудных обогатительных фабрик. Энергетические характеристики электроустановок железорудных обогатительных фабрик. Энергетические характеристики электроустановок апатито-нефелиновых обогатительных фабрик. /Лек/ | 6 | 5 | ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-1-31 ПК-1-32 | Л1.6Л2.2 Э1 | Занятия проводятся в специализированном помещении в соответствии с разделом МТО. Дополнительная учебная и методическая литература приведена в разделе МУ. | КМ1 | |
| 6.2 | Исследование энергетических характеристик технологических установок обогатительных фабрик. /Лаб/ | 6 | 2 | ПК-2-У1 ПК-2-У2 ПК-1-У1 ПК-1-У2 | Л2.2 Э1 | | КМ10 | Р15 |
| 6.3 | Технология обогащения полезных ископаемых. /Ср/ | 6 | 4 | ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-В1 ПК-2-В2 ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-В1 | Л1.4Л2.4 Э2 | | КМ1 | |
| Раздел 7. ЭНЕРГОЕМКОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ РАЗРАБОТКИ РОССЫПНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ | | | | | | | | |
| 7.1 | Технологические процессы разработки россыпных месторождений. Энергетические характеристики гидромониторных промывочных установок. Энергетические характеристики многочерпаковых драг. /Лек/ | 6 | 2 | ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-1-31 ПК-1-32 | Л1.6Л2.2 Э1 | Занятия проводятся в специализированном помещении в соответствии с разделом МТО. Дополнительная учебная и методическая литература приведена в разделе МУ. | КМ1 | |
| 7.2 | Исследование энерготехнологических характеристик установок на россыпных месторождениях. /Лаб/ | 6 | 2 | ПК-2-У1 ПК-2-У2 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-В1 | Л2.2 Э1 | | КМ11 | Р16 |
| 7.3 | Технология разработки россыпных месторождений полезных ископаемых. /Ср/ | 6 | 5 | ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-В1 ПК-2-В2 ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-В1 | Л1.1Л2.6 Э2 | | КМ1 | |

| | | | | | | | | |
|-----|--|---|---|---|-------------|---|-----|--|
| | Раздел 8. МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНО СТИ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК | | | | | | | |
| 8.1 | Мероприятия по экономии электроэнергии в осветительных установках, трансформаторах, в линиях электропередачи, в электродвигателях. Рекомендации по повышению энергоэффективности работы горно-шахтного и карьерного технологического оборудования. /Лек/ | 6 | 2 | ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-1-31 ПК-1-32 | Л1.1Л2.2 Э1 | Занятия проводятся в специализированном помещении в соответствии с разделом МТО. Дополнительная учебная и методическая литература приведена в разделе МУ. | КМ1 | |
| 8.2 | Анализ мероприятий по повышению энергоэффективности технологических процессов. /Ср/ | 6 | 3 | ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-В1 ПК-2-В2 ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-В1 | Л1.6Л1.1 Э2 | | КМ1 | |

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 | экзамен | ПК-1-31;ПК-1-32;ПК-2-31;ПК-2-32 | <p>ПК-1.1-31 Основные понятия и определения энергоемкости технологических процессов; методы определения и оценки энергетических показателей технологических процессов; Какова цель и основные задачи энергетической оценки технологий? Приведите основные термины и определения энергоемкости. В чем заключается нормативно-правовое обеспечение энергоэффективности производства? Что представляет собой современная технологическая энергетическая система и ее место в техно- и биосфере? Как осуществляется оценка энергоемкости производства продукции и оказания услуг в технологических энергетических системах?</p> <p>ПК-1.1-32 Методы анализа режимов работы технологических установок и комплексов; методы прогнозного моделирования энергопотребления. В чем заключается расчетно-аналитический метод определения энергоемкости? В чем заключается расчетно-статистический метод определения энергоемкости? В чем заключается расчетно-экспериментальный метод определения энергоемкости? Что собой представляют энергетические характеристики шахтных электроустановок? Что собой представляют энергетические характеристики карьерных электроустановок? Что собой представляют энергетические характеристики карьерного транспорта?</p> |

| | | | |
|-----|-------------------------------|---------|--|
| | | | <p>Что собой представляют энергетические характеристики буровзрывных работ? Что собой представляют энергетические характеристики электроустановок обогатительных фабрик? Что собой представляют энергетические характеристики промывочных электроустановок и драг? В чем заключаются методы математического моделирования энергопотребления? Какими методами осуществляется прогнозное моделирование энергопотребления?</p> <p>ПК-1.2-31 Методы составления энергетических балансов, нормирования и тарификации энергопотребления; способы и средства оптимизации энергопотребления: Каким образом осуществляется классификация энергетических балансов? В чем заключается метод определения составляющих балансов электрической энергии? Каким образом осуществляется нормирование расхода и потерь электроэнергии на производстве? Какие тарифные планы приняты в нашей стране? Как осуществляется оптимизация энергетических балансов? Как осуществляется оптимизация норм расхода электрической энергии?</p> <p>ПК-1.2-32 Способы и средства повышения энергоэффективности технологических процессов современного производства. Какие технические средства учета расхода электрической энергии Вы знаете? Какие способы снижения потерь электроэнергии в трансформаторах Вы знаете? Какие способы снижения потерь электроэнергии в воздушных и кабельных линиях Вы знаете? Какие способы снижения потерь электроэнергии в электродвигателях Вы знаете? Какие способы снижения потерь электроэнергии в компрессорных установках Вы знаете? Какие способы снижения электроэнергии в вентиляторных установках Вы знаете? Какие способы снижения электроэнергии в насосных установках Вы знаете? Каковы перспективы использования альтернативных источников энергии?</p> |
| КМ2 | Защита практической работы №1 | ПК-1-У1 | <ol style="list-style-type: none"> 1. Как определяются совокупные энергетические затраты на технологические процессы производства? 2. По какому критерию оценивается энергоэффективность технологических процессов? 3. Как определяются энергетические затраты живого труда? 4. Как определяются энергетические затраты топлива, электрической и тепловой энергии? 5. Как определяются энергетические затраты на создание, техническое обслуживание и ремонт технологического оборудования? 6. Как определяются энергетические затраты на поддержание технического обслуживания и поддержание микроклимата в производственных помещениях? 7. Что представляют собой нормы амортизационных отчислений? 8. Перечислите основные характеристики электроустановок, необходимые для сравнительной оценки энергоемкости. |

| | | | |
|-----|---|---------------------------------|--|
| КМ3 | Защита практической работы № 2 и лабораторной работы №1 | ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-2-31;ПК-2-В1 | <ol style="list-style-type: none"> 1. Какие методы применяются для определения электрической нагрузки? 2. Назовите основные параметры графика электрической нагрузки и ее показатели? 3. В чем сущность многоуровневого метода моделирования электрической нагрузки? 4. Как определяются параметры графика электрической нагрузки в системе относительных единиц? 5. Как определяется эффективная нагрузка в двухуровневой модели электропотребления? 6. Что характеризует и как определяется дисперсия электрической нагрузки? 7. Каково соотношение между величиной технологического расхода электроэнергии и удельным расходом электроэнергии? 8. В чем заключается метод коэффициента спроса? 9. Как определится величина относительной погрешности расчета электрической нагрузки? 10. В каких случаях возможно применение многоуровневого метода моделирования графика электрической нагрузки? |
| КМ4 | Защита практической работы №3 и лабораторной работы № 2 | ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-2-31;ПК-2-В1 | <ol style="list-style-type: none"> 1. Перечислите основные статистические показатели. 2. Как определяются дисперсия и среднее квадратическое отклонение? 3. Что такое центральный момент? Как и для чего он определяется? 4. Что характеризуют и как определяются коэффициенты асимметрии и эксцесса? 5. Перечислите основные показатели колебаний вариационного ряда. Поясните, что они характеризуют? 6. Что такое гипотеза закона о нормальном распределении случайной величины? 7. В какой последовательности определяются параметры, необходимые для построения гистограммы функции плотности распределения? 8. По каким критериям осуществляется проверка достоверности гипотезы о характере распределения? 9. Для чего и каким образом определяются значения функции Лапласа? 10. Как определяется достоверная вероятность принятой гипотезы о нормальном законе распределения? |
| КМ5 | Защита практической работы №4 и лабораторной работы № 3 | ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-2-31;ПК-2-В1 | <ol style="list-style-type: none"> 1. В чем сущность корреляционно-регрессионного анализа режима электропотребления? 2. Что представляют собой энергетические характеристики? 3. Как вычисляется коэффициент корреляции? 4. Как определяются параметры линейной регрессии? 5. Как определяются параметры нелинейной регрессии? 6. Как определяется и что характеризует коэффициент множественной детерминации? 7. Как определяется и что характеризует корреляционное соотношение? 8. Что обозначает термин «элиминирование» признака при определении частных коэффициентов корреляции? 9. Что собой представляет автокорреляционная зависимость? |

| | | | |
|-----|---|---------------------------------|---|
| КМ6 | Защита практической работы №5 и лабораторной работы № 4 | ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-2-31;ПК-2-В1 | <ol style="list-style-type: none"> 1. Какие задачи решаются в процессе анализа динамики энергопотребления? 2. Как рассчитываются абсолютные показатели динамики энергопотребления? 3. Как рассчитываются относительные показатели динамики энергопотребления? 4. В чем заключается спектральный анализ динамических рядов энергопотребления? 5. Как определяются коэффициенты уравнения динамики сезонных изменений режима энергопотребления? 6. Какие методы положены в основу прогнозного моделирования энергопотребления? 7. Что представляет собой кубический сплайн при аппроксимации динамического ряда? 8. Почему при разработке модели режима энергопотребления необходимо учитывать финитность базовой функции? 9. При каких условиях обеспечивается минимально допустимая погрешность прогнозной модели? 10. По каким критериям оценивается достоверность динамической модели энергопотребления? |
| КМ7 | Защита практической работы №6 и лабораторной работы № 5 | ПК-1-32;ПК-2-31;ПК-2-У1;ПК-2-В1 | <ol style="list-style-type: none"> 1. Как определяются теоретическая, техническая и эксплуатационная производительности очистных комбайнов и стругов? 2. Как определяется устойчивая мощность электродвигателя (электродвигателей) привода очистной машины? 3. От каких параметров зависит удельная энергоемкость ведения проходческих работ с применением ковшовых погрузочных машин? 4. Как определяется удельный расход электроэнергии исходя из часовой эксплуатационной производительности ковшовых погрузочных машин? 5. Как определить технологический и удельный расход электроэнергии для погрузочных машин с нагребными лапами? 6. По каким параметрам оценивается энергоемкость ведения проходческих работ с применением проходческих комбайнов и проходческих щитов, работающих по породам? 7. От каких параметров зависит величина технологического расхода электроэнергии ленточными конвейерами? 8. От каких параметров зависит величина технологического расхода электроэнергии скребковыми конвейерами? 9. По каким критериям оценивается энергоэффективность технологического оборудования, выбранного для модернизации очистных и проходческих работ? |
| КМ8 | Защита практической работы №7 и лабораторной работы № 6 | ПК-1-У1;ПК-2-31;ПК-2-У1;ПК-2-В1 | <ol style="list-style-type: none"> 1. Как выполняется расчет электрической нагрузки по методу коэффициента спроса? 2. Как определяется электрическая нагрузка по методу удельного расхода электроэнергии? 3. Как определяется технологический расход и удельная энергоемкость экскаваторных работ? 4. Как определяется технологический расход и удельная энергоемкость буровых работ? 5. Как определяется технологический расход и удельная энергоемкость конвейеров и электрифицированного транспорта? 6. Как определяется технологический расход и удельная энергоемкость водоотливных установок? 7. Как определяется технологический расход и удельная энергоемкость осветительных установок? 8. Как определяется расчетная нагрузка для группы однородных приемников с равномерным потреблением электроэнергии? 9. Как определяются коэффициент спроса, коэффициент использования и коэффициент одновременности максимума нагрузки? 10. Что такое коэффициент загрузки, какова допустимая перегрузка силового трансформатора? |

| | | | |
|---|-------------------------------|------------------------------------|--|
| КМ9 | Защита практической работы №8 | ПК-2-31;ПК-2-У1;ПК-2-В1 | <ol style="list-style-type: none"> 1. Как определить потери электроэнергии в воздушных и кабельных линиях электропередачи? 2. Как определить потери электроэнергии в силовых трансформаторах? 3. Как определить нагрузочные потери в электродвигателях? 4. По какому критерию оценивается эффективность использования полезной энергии? 5. Что называется технологической нормой расхода электроэнергии? 6. Что представляет собой рациональный электробаланс? 7. Как определяются нормы потерь электроэнергии для электроустановок? 8. Как определяется норма полезного расхода электроэнергии? 9. В чем заключается сущность нормализованного электробаланса? 10. В чем заключается сущность оптимального электробаланса? |
| КМ10 | Защита лабораторной работы №7 | ПК-1-У1;ПК-1-В1;ПК-2-У1;ПК-2-В1 | <ol style="list-style-type: none"> 1. Перечислите и дайте краткую характеристику основным технологическим процессам обогащения полезных ископаемых. 2. Какие стадии включает в себя обогащение железной руды? 3. Как определяются расчетная производительность и потребляемая электрическая нагрузка щековых и валковых дробилок? 4. Как определяются расчетная производительность и потребляемая электрическая нагрузка молотковых дробилок? 5. Как определяются расчетная производительность и потребляемая электрическая нагрузка конусных дробилок? 6. От каких параметров зависит энергоемкость дробления руды шаровыми мельницами? 7. Как оценивается энергоемкость магнитной сепарации? 8. От чего зависит и как определяется энергоемкость работы конвейерного транспорта, ленточных и пластинчатых питателей? 9. Как определяется энергоемкость насосных установок для подачи воды и пульпонасосных станций? 10. Как определяется энергоемкость вспомогательных установок на обогатительных фабриках? |
| КМ11 | Защита лабораторной работы №8 | ПК-1-У1;ПК-2-У1 | <ol style="list-style-type: none"> 1. Назовите и дайте краткую характеристику основного оборудования гидромеханизированного комплекса. 2. Как определяются основные энергетические показатели, характеризующие эффективность использования электрической энергии при промывке песков промывочными установками? 3. Как выполняется оценка затрат энергии на базе экспериментально определенных энергетических характеристик ПУ? 4. Как определяются коэффициенты уравнения регрессии для энергетической характеристики ПУ? 5. Как определяются основные энергетические показатели, характеризующие эффективность использования электрической энергии драги? 6. Как выполняется оценка затрат энергии на базе экспериментально определенных энергетических характеристик драг? 7. Изложите основные положения методики комплексной оценки эффективности использования энергоресурсов при разработке россыпных месторождений. |
| 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 | Практическая работа № 1 " Расчет показателей затрат энергии и энергетическая оценка технологических процессов производства" | ПК-1-У1;ПК-1-У2 | <p>Определяются совокупные энергетические затраты на технологические процессы производства.</p> <p>Определяются энергетические затраты живого труда, энергетические затраты топлива, электрической и тепловой энергии, энергетические затраты на создание, техническое обслуживание и ремонт технологического оборудования, энергетические затраты на поддержание технического обслуживания и поддержание микроклимата в производственных помещениях.</p> |
| P2 | Практическая работа № 2 "Моделирование и анализ графиков электрической нагрузки" | ПК-2-В1 | <p>Определяются основные параметры графика электрической нагрузки и ее показатели на основе многоуровневого метода моделирования электрической нагрузки. Выполняется сравнительная оценка расчетной нагрузки, определяемая различными методами.</p> |
| P3 | Практическая работа № 3 "Статистический анализ энергетических показателей технологических процессов" | ПК-2-В1 | <p>Выполняется расчет и статистический анализ энергетических показателей технологических процессов производства. Устанавливаются законы вероятностного распределения и критерии достоверности</p> |
| P4 | Практическая работа № 4 "Определение энергетических характеристик технологических установок и комплексов" | ПК-2-В1;ПК-1-У1 | <p>Определение энергетических характеристик технологических установок и комплексов. Как вычисляется коэффициент корреляции, определяются параметры нелинейной регрессии. Определяется коэффициент множественной детерминации. Определяются параметры линейной регрессии.</p> |
| P5 | Практическая работа № 5 "Анализ и прогнозное моделирование динамики электропотребления" | ПК-2-В1 | "Анализ и прогнозное моделирование динамики электропотребления" |
| P6 | Практическая работа № 6 "Определение составляющих электрических балансов технологических установок и норм технологического расхода электроэнергии" | ПК-2-В1 | Определение составляющих электрических балансов технологических установок и норм технологического расхода электроэнергии |
| P7 | Практическая работа № 7 "Расчет энергетических показателей технологических процессов при ведении подземных горных работ. Расчет энергетических показателей установок технологического комплекса шахты" | ПК-1-У1 | Расчет энергетических показателей технологических процессов при ведении подземных горных работ. Расчет энергетических показателей установок технологического комплекса шахты |

| | | | |
|-----|--|---|--|
| P8 | Практическая работа № 8 "Расчет энергетических показателей технологических процессов на открытых горных работах" | ПК-1-В1;ПК-2-В1;ПК-2-В2 | Расчет энергетических показателей технологических процессов на открытых горных работах |
| P9 | Лабораторная работа № 1 "Исследование графиков энергетических потоков" | ПК-2-В1 | Исследование графиков энергетических потоков |
| P10 | Лабораторная работа № 2 "Исследование обобщенных статистик и законов распределения для энергопотоков" | ПК-2-У1;ПК-2-В1 | Исследование обобщенных статистик и законов распределения для энергопотоков |
| P11 | Лабораторная работа № 3 "Исследование энерготехнологических профилей" | ПК-1-У1;ПК-2-У1;ПК-2-В1 | Исследование энерготехнологических профилей |
| P12 | Лабораторная работа № 4 "Исследование динамики энерготехнологических потоков" | ПК-1-У2;ПК-2-У1 | Исследование динамики энерготехнологических потоков |
| P13 | Лабораторная работа № 5 "Исследование энергетических профилей для энерготехнологических установок шахт и рудников" | ПК-1-В1;ПК-2-У1;ПК-2-В1 | Исследование энергетических профилей для энерготехнологических установок шахт и рудников |
| P14 | Лабораторная работа № 6 "Исследование энергетических профилей для энерготехнологических установок разрезов и карьеров" | ПК-2-У1;ПК-2-У2;ПК-2-В1 | Исследование энергетических профилей для энерготехнологических установок разрезов и карьеров |
| P15 | Лабораторная работа № 7 "Исследование энергетических характеристик технологических установок обогатительных фабрик" | ПК-1-У2;ПК-2-В1;ПК-2-У2 | Исследование энергетических характеристик технологических установок обогатительных фабрик |
| P16 | Лабораторная работа № 8 "Исследование энерготехнологических характеристик установок на россыпных месторождениях" | ПК-1-У1;ПК-1-У2;ПК-2-У1;ПК-2-У2;ПК-2-В1 | Исследование энерготехнологических характеристик установок на россыпных месторождениях |

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

Экзаменационный билет состоит из 3-х теоретических вопросов. Билеты хранятся на кафедре.

Образец билета

Вопросы

1. По какому критерию оценивается энергоэффективность технологических процессов?
2. Какими методами осуществляется прогнозное моделирование энергопотребления?
3. Что собой представляют энергетические характеристики шахтных электроустановок?

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

Обучающийся для получения оценки должен выполнить и защитить все задания на практические работы, выполнить все лабораторные работы и защитить отчёты.

Критерии оценки экзамена.

1. Отлично - ответы на три вопроса экзаменационного билета и решение задачи.
2. Хорошо - ответы на два вопроса экзаменационного билета и решение задачи.
3. Удовлетворительно - ответы на три вопроса без решения задачи или ответ на один вопрос и решение задачи.
4. Неудовлетворительно - отсутствие ответов на вопросы.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**6.1. Рекомендуемая литература****6.1.1. Основная литература**

| | Авторы, составители | Заглавие | Библиотека | Издательство, год |
|------|------------------------------------|---|------------------------|----------------------------|
| Л1.1 | Ялтанец И. М. | Технология и комплексная механизация открытых горных работ. Гидромеханизированные и подводные горные работы: учебник | Электронная библиотека | Москва: Горная книга, 2009 |
| Л1.2 | Пучков Л. А., Жежелевский Ю. А. | Подземная разработка месторождений полезных ископаемых. В 2 т. Т. 1.: учебник для студ. вузов | Библиотека МИСиС | М.: Мир горной книги, 2009 |
| Л1.3 | Ржевский В. В. | Открытые горные работы. Технология и комплексная механизация: учебник для студ. вузов, обуч. по спец. "Технол. и комплексная механ. открытой разраб. месторождений полез. ископ." | Библиотека МИСиС | М.: Либроком, 2012 |
| Л1.4 | Авдохин В. М. | Технология обогащения полезных ископаемых | Библиотека МИСиС | , 2006 |
| Л1.5 | Гмурман В. Е. | Теория вероятностей и математическая статистика: Учеб. пособие для студ. вузов | Библиотека МИСиС | М.: Высш. шк., 1999 |
| Л1.6 | Ляхомский А. В., Бабокин Г. И. | Управление энергетическими ресурсами горных предприятий: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по спец. "Электропривод и автоматика пром. установок и технол. комплексов" | Библиотека МИСиС | М.: Горная книга, 2012 |

6.1.2. Дополнительная литература

| | Авторы, составители | Заглавие | Библиотека | Издательство, год |
|------|--------------------------------------|---|------------------------|------------------------|
| Л2.1 | Завьялов О. Г., Подповетная Ю. В. | Теория вероятностей и математическая статистика с применением Excel и Maxima: учебное пособие | Электронная библиотека | Москва: Прометей, 2018 |

| | Авторы, составители | Заглавие | Библиотека | Издательство, год |
|------|--|---|------------------|------------------------|
| Л2.2 | Ляхомский А. В., Пичуев А. В., Перфильева Е. Н. | Методические указания для практических занятий по дисц. "Энергоемкость процессов горного производства": для студ. спец. 140604 "Электропривод и автоматика пром. установок и технол. комплексов" (специализация: "Управление энергоресурсами на горн. предприятиях" | Библиотека МИСиС | М.: Изд-во МГГУ, 2009 |
| Л2.3 | Пучков Л. А., Жежелевский Ю. А. | Подземная разработка месторождений полезных ископаемых. В 2 т. Т.1.: учеб. для студ. вузов | Библиотека МИСиС | М.: Изд-во МГГУ, 2008 |
| Л2.4 | Беловолов В. В., Бочков Ю. Н., Давыдов М. В., др., Чантурия В. А., Молявко А. Р. | Техника и технология обогащения углей: справочное руководство | Библиотека МИСиС | М.: Недра, 1995 |
| Л2.5 | Ляхомский А. В., Бабокин Г. И. | Управление энергетическими ресурсами горных предприятий: учеб. пособие | Библиотека МИСиС | М.: Горная книга, 2011 |
| Л2.6 | Ялтанец И. М. | Дражная разработка россыпных месторождений | Библиотека МИСиС | , 2009 |

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

| | | |
|----|--|---|
| Э1 | Энергоемкость технологических процессов. | https://lms.misis.ru/courses/3970 |
| Э2 | программно-информационный комплекс "Горное дело" | https://www.bibl.gorobr.ru/ |

6.3 Перечень программного обеспечения

| | |
|------|---|
| П.1 | Лицензии ПО Windows Server CAL ALNG LicSAPk MVL DvcCAL, ПО WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr и PerUsr |
| П.2 | ESET NOD32 Antivirus |
| П.3 | КОМПАС-3D v17 |
| П.4 | Autodesk AutoCAD |
| П.5 | Microsoft Visio 2016 |
| П.6 | Microsoft Office |
| П.7 | LMS Canvas |
| П.8 | MS Teams |
| П.9 | Консультант Плюс |
| П.10 | MATCAD |
| П.11 | AutoCAD |
| П.12 | WinRAR |
| П.13 | CorelDRAW Graphics Suite X4 |
| П.14 | Statistica Neural Networks |

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

| | |
|-----|---|
| И.1 | Электронная университетская библиотека «Библиоclub» http://biblioclub.ru |
| И.2 | Цифровая библиотека IPR SMART http://www.iprbookshop.ru |
| И.3 | Электротехнический портал ELEC.RU https://www.elec.ru/files |
| И.4 | Российская государственная библиотека https://search.rsl.ru/ru/record/01006559737 |
| И.5 | Государственная публичная научно-техническая библиотека России https://www.gpntb.ru/ |
| И.6 | |

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

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

| | | |
|------------------------------------|--------------------------------------|--|
| Л-713 | Аудитория для самостоятельной работы | доска, комплект учебной мебели на 12 посадочных мест |
| Л-715 | Учебная аудитория | лаборатория "Электропривода и автоматизированного электропривода горных предприятий", набор демонстрационного оборудования в том числе: доска учебная, мультимедийный проектор, экран проекционный, комплект учебной мебели, стенд "Автоматизированное управление ЭП", стенд "Электропривод", стенд "Основы ЭП и преобразовательной техники", стенд "ЭП с сервоприводом" |
| Читальный зал электронных ресурсов | | комплект учебной мебели на 55 мест для обучающихся, 50 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus. |

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Для изучения дисциплины рекомендуется пользоваться перечнем вопросов, указанных в разделе "Содержание".

1. ПИЧУЕВ А.В. «ЭНЕРГОЕМКОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ». Учебник для студентов направления подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» (профиль «Управление энергоресурсами предприятий, организаций и учреждений»), НИТУ "МИСиС", - 227 с.
2. ПИЧУЕВ А.В. «ЭНЕРГОЕМКОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ЗАДАЧАХ И ПРИМЕРАХ». Учебное пособие для практических занятий по дисциплине «Энергоемкость технологических процессов» для студентов направления подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» (профиль «Управление энергоресурсами предприятий, организаций и учреждений»). НИТУ "МИСиС", - 301 с.
3. ПИЧУЕВ А.В., КАРПЕНКО С.М. «ЭНЕРГОЕМКОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ» Учебно-методическое пособие по курсовому проектированию для студентов направления подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»(профиль «Управление энергоресурсами предприятий, организаций и учреждений»)НИТУ "МИСиС". -116 с.
4. ПИЧУЕВ А.В. "ЭНЕРГОЕМКОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ". Лабораторный практикум для студентов направления подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»(профиль «Управление энергоресурсами предприятий, организаций и учреждений»), НИТУ "МИСиС", - 78 с.