

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Зайко Татьяна Ивановна  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 31.05.2024 10:12:14  
Уникальный программный ключ:  
cf6863c76438e5984b0fd5e14e7154bfba10e205

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
"Сибирский государственный университет водного транспорта"

Б1.В.10

Математические задачи энергетики

рабочая программа дисциплины (модуля)

|                           |                                                                                                                                  |                                      |  |
|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|--|
| Закреплена за кафедрой    | Электроэнергетических систем и электротехники                                                                                    |                                      |  |
| Образовательная программа | 13.03.02 Направление подготовки "Электроэнергетика и электротехника"<br>Профиль "Электроснабжение"<br>год начала подготовки 2023 |                                      |  |
| Квалификация              | бакалавр                                                                                                                         |                                      |  |
| Форма обучения            | заочная                                                                                                                          |                                      |  |
| Общая трудоемкость        | 3 ЗЕТ                                                                                                                            |                                      |  |
| Часов по учебному плану   | 108                                                                                                                              | Виды контроля на курсах:<br>зачеты 5 |  |
| в том числе:              |                                                                                                                                  |                                      |  |
| аудиторные занятия        | 12                                                                                                                               |                                      |  |
| самостоятельная работа    | 94                                                                                                                               |                                      |  |

Распределение часов дисциплины по курсам

| Курс                   | 5   |     | Итого |     |
|------------------------|-----|-----|-------|-----|
|                        | уп  | ип  |       |     |
| Лекции                 | 6   | 6   | 6     | 6   |
| Практические           | 6   | 6   | 6     | 6   |
| Иная контактная работа | 2   | 2   | 2     | 2   |
| Итого ауд.             | 12  | 12  | 12    | 12  |
| Контактная работа      | 14  | 14  | 14    | 14  |
| Сам. работа            | 94  | 94  | 94    | 94  |
| Итого                  | 108 | 108 | 108   | 108 |

Рабочая программа дисциплины

## **Математические задачи энергетики**

**разработана в соответствии с ФГОС:**

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 144)

**составлена на основании учебного плана образовательной программы:**

13.03.02 Направление подготовки "Электроэнергетика и электротехника"  
Профиль "Электроснабжение"  
год начала подготовки 2023

**Рабочую программу составил(и):**

*д.т.н., Профессор, Горелов Сергей Валерьевич*

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры      **Электроэнергетических систем и электротехники**

Заведующий кафедрой Горелов Сергей Валерьевич

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.1 | Целью изучения дисциплины является: освоение обучающимися современных математических аппаратов и методов при решении задач промышленной электроэнергетики и электрификации.                                                                                                                                                                                                |
| 1.2 | Задачами изучения дисциплины являются: выработка умения выполнять расчеты с применением методов математического программирования для определения оптимальных параметров систем электроснабжения; расчеты надежности систем электроснабжения; привить навыки построения и использования в инженерной практике математических моделей исследуемых объектов электроснабжения. |

**2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП**

|                    |                                                                                                              |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Цикл (раздел) ООП: | Б1.В                                                                                                         |
| <b>2.1</b>         | <b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>                                                 |
| 2.1.1              | Основы электромагнитной совместимости                                                                        |
| 2.1.2              | Техника и технологии энергосбережения                                                                        |
| 2.1.3              | Электромагнитная совместимость в электроэнергетике                                                           |
| 2.1.4              | Оптимизация систем электроснабжения                                                                          |
| 2.1.5              | Метрология, стандартизация и сертификация                                                                    |
| 2.1.6              | Общая энергетика                                                                                             |
| <b>2.2</b>         | <b>Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b> |

**3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**ПК-1: Способен проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки по отдельным разделам темы**

ПК-1.1: Знает методики проведения исследований параметров и характеристик элементов и систем электрооборудования

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

|            |                                                                                                                                                                   |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>3.1</b> | <b>Знать:</b>                                                                                                                                                     |
| 3.1.1      | - Основы инженерных вычислений, матричный аппарат в математическом моделировании и вычислительных методах,                                                        |
| 3.1.2      | - Специфику применения математических методов в электроэнергетике при проектировании и эксплуатации электрических сетей и других электроэнергетических устройств; |
| 3.1.3      | - Методы оптимизации схем, параметров и режимов схем электроснабжения при детерминированной вероятностно-статистической исходной информации.                      |
| <b>3.2</b> | <b>Уметь:</b>                                                                                                                                                     |
| 3.2.1      | - Применять численные методы решения уравнений установившихся режимов электроэнергетической системы,                                                              |
| 3.2.2      | - Оптимизировать параметры и режимы схем электроснабжения с применением соответствующего математического аппарата.                                                |
| <b>3.3</b> | <b>Владеть:</b>                                                                                                                                                   |
| 3.3.1      | - Навыками разработки математической модели установившихся режимов электроэнергетической системы,                                                                 |
| 3.3.2      | - Методами однокритериальной задачи оптимизации режимов электроэнергетических систем для численного эксперимента на ЭВМ                                           |

**4. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

| Вид занятия | Наименование разделов и тем /вид занятия/                                                                           | Семестр / Курс | Часов | Литература       | ПрПо дгот |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------|------------------|-----------|
| Раздел      | <b>Раздел 1. Применение методов математического программирования в решении задач электроснабжения.</b>              |                |       |                  |           |
| Лек         | Применение методов математического программирования в решении задач электроснабжения. /Лек/                         | 5              | 2     | Л1.1Л2.1<br>Л2.2 | 0         |
| Пр          | Исследование технико-экономической модели канонической целевой функции методом критериального программирования /Пр/ | 5              | 2     | Л1.1Л2.1<br>Л2.2 | 0         |
| Ср          | /Ср/                                                                                                                | 5              | 24    | Л1.1Л2.1<br>Л2.2 | 0         |

|        |                                                                                                                              |   |    |                  |   |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----|------------------|---|
| Раздел | <b>Раздел 2. Методы теории планирования эксперимента и их применение при решении оптимизационных задач электроснабжения.</b> |   |    |                  |   |
| Лек    | Методы теории планирования эксперимента и их применение при решении оптимизационных задач электроснабжения. /Лек/            | 5 | 2  | Л1.1Л2.1<br>Л2.2 | 0 |
| Пр     | Построение математических моделей оптимальных параметров систем электроснабжения /Пр/                                        | 5 | 2  | Л1.1Л2.1<br>Л2.2 | 0 |
| Ср     | /Ср/                                                                                                                         | 5 | 24 | Л1.1Л2.1<br>Л2.2 | 0 |
| Раздел | <b>Раздел 3. Исследование надежности систем электроснабжения.</b>                                                            |   |    |                  |   |
| Лек    | Исследование надежности систем электроснабжения. /Лек/                                                                       | 5 | 1  | Л1.1Л2.1         | 0 |
| Пр     | Определение количественных характеристик надежности систем электроснабжения /Пр/                                             | 5 | 1  | Л1.1Л2.1         | 0 |
| Ср     | /Ср/                                                                                                                         | 5 | 24 | Л1.1Л2.1         | 0 |
| Раздел | <b>Раздел 4. Оптимизационные задачи электроэнергетики</b>                                                                    |   |    |                  |   |
| Лек    | Оптимизационные задачи электроэнергетики /Лек/                                                                               | 5 | 1  | Л1.1Л2.1<br>Л2.2 | 0 |
| Пр     | Оптимизации потоков реактивной мощности в системе электроснабжения. /Пр/                                                     | 5 | 1  | Л1.1Л2.1<br>Л2.2 | 0 |
| ИКР    | /ИКР/                                                                                                                        | 5 | 2  | Л1.1Л2.1<br>Л2.2 | 0 |
| Ср     | /Ср/                                                                                                                         | 5 | 22 | Л1.1Л2.1<br>Л2.2 | 0 |

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### а) основная учебная литература

1 Папков, Б. В. Теория систем и системный анализ для электроэнергетиков : учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / Б. В. Папков, А. Л. Куликов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 470 с. — (Бакалавр и магистр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-00721-3. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.biblio-online.ru/bcode/434717>.

### б) дополнительная литература

- Сошинов А. Г. Математические задачи электроэнергетики: учеб. пособие/ А. Г. Сошинов, К. Н. Бахтиаров – Волгоград: ИУНЛ ВолГТУ, 2012. – 48 с.
- Вайнштейн Р. А. Математические модели элементов электроэнергетических систем в расчетах установившихся режимов и переходных процессов: учебное пособие/ Р. А. Вайнштейн, Н. В. Коломиец, В. В. Шестакова – Томск: Из-во ТПУ, 2010. – 115 с.
- Давыдов М. С. Элементы высшей алгебры в физико-математических задачах электроэнергетики: учебное пособие/ М. С. Давыдов, Е. В. Иванова, Е. Ю. Кислицин, В. В. Рыжаков, В. Г. Сальников. – Сургут: ИЦ СурГУ, 2018. – 47 с.
- Повышение качества функционирования линий электропередачи [Электронный ресурс] : [монография] / Данилов Геннадий Алексеевич [и др.] ; под ред. В. П. Горелова, В. Г. Сальникова ; М-во трансп. Рос. Федерации, Фед. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования, "Новосиб. гос. акад. водного трансп.". - Новосибирск : НГАВТ, 2013. - 557 с. : ил. - Библиогр.: с.500-517 (160 назв.). - Сетевой ресурс. Открывается с использованием Adobe reader версии 9.0 и новее.
- ПУЭ [Электронный ресурс] : правила устройства электроустановок / 6-е и 7-е. изд. - Электронные текстовые данные. - доступ из СПС Консультант Плюс.
- Васюра Ю. Ф. Математические методы расчета установившихся режимов работы электроэнергетических систем с примерами и иллюстрациями: учебное пособие/ Ю. Ф. Васюра, А. В. Вильнер. – Киров: Изд-во Кировский облкомстат, 2009. – 146 с.

### Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

8 Сальников, В.Г. Методические указания для проведения практических занятий по дисциплине «Математические задачи энергетики» [Электронный ресурс] / В.Г.Сальников. –Новосибирск: СГУВТ- 2020. – 10 с. — Режим доступа: — Загл. с экрана.

8 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

9 Иванова Е.В. Кондуктивные электромагнитные помехи в электрических сетях 6-10 кВ : монография / Е.В.Иванова, А.А.Руппель, Под ред. Горелова, В.П. – Омск : НГАВТ, 2004. - 284 с.  
Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" (далее - сеть "Интернет"), необходимых для освоения дисциплины (модуля)

- 10 Научно-техническая библиотека «СГУВТ» [Электронный ресурс]. – URL: <http://library.nsawt.ru>, свободный. – Загл. с экрана.
- 11 Электронно-библиотечная система «Лань» [Электронный ресурс]. – URL: <http://library.nsawt.ru/lan.html>, свободный. – Загл. с экрана.

## 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 6.1. Перечень видов оценочных средств

Проверочный тест  
Комплект практических заданий

### 6.2. Темы письменных работ

Практические занятия:  
Практическое занятие 1. Исследование технико-экономической модели канонической целевой функции методом критериального программирования  
Практическое занятие 2. Построение математических моделей оптимальных параметров систем электроснабжения.  
Практическое занятие 3. Определение количественных характеристик надежности систем электроснабжения.  
Практическое занятие 4. Оптимизации перетоков реактивной мощности в системе электроснабжения.

### 6.3. Контрольные вопросы и задания

Этап I-Формирование знаний

Перечень типовых вопросов к проверочному тесту:

- 1 Задачи, возникающие при проектировании и эксплуатации систем электроснабжения.
- 2 Применение методов математического программирования в решении задач электроснабжения.
- 3 Основные понятия математического программирования.
- 4 Основные черты методов математического программирования и их классификация.
- 5 Метод критериального программирования и его математическая интерпретация.
- 6 Задачи, решаемые методом критериального программирования.
- 7 Техничко-экономическая модель канонической целевой функции методов КП.
- 8 Экономическая соразмерность целевой функции.
- 9 Устойчивость целевой функции к отключению оптимизируемых параметров этих экономических значений.
- 10 Чувствительность оптимизируемых параметров и целевой функции к изменению исходной информации.
- 11 Теоретические принципы метода планирования эксперимента.
- 12 Построение и исследование моделей параметров систем электроснабжения на базе методов теории планирования эксперимента.
- 13 Полный факторный эксперимент.
- 14 Параметр оптимизации и влияющие факторы, требования к ним.
- 15 Особенности применения методов планирования эксперимента при оптимизации систем электроснабжения.
- 16 Перечень типовых вопросов к проверочному тесту:
- 17 Основные понятия надежности систем электроснабжения.
- 18 Статистические показатели надежности восстанавливаемых систем.
- 19 Исследование надежности систем электроснабжения.
- 20 Расчет численных показателей надежности при последовательном соединении восстанавливаемых элементов
- 21 Расчет численных показателей надежности при параллельном соединении восстанавливаемых элементов
- 22 Расчет численных показателей надежности при смешаном соединении восстанавливаемых элементов.
- 23 Учет надежности при выборе схем электроснабжения.
- 24 Математические модели оптимальных параметров систем электроснабжения.
- 25 Применение методов ПЭ в решении оптимизационных задач электроснабжения.
- 26 Оптимальные параметры системы электроснабжения.
- 27 Задачи оптимизации перетоков реактивной мощности в системе электроснабжения.
- 28 Задачи оптимизации напряжения в системе электроснабжения.

Этап II - Формирование способностей, этап III- Интеграция способностей

### 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания

Критерии оценивания:

"неудовлетворительно" - Студент показывает слабый уровень теоретических знаний, не может привести примеры из реальной практики. Неуверенно и логически непоследовательно излагает материал. Неправильно отвечает на дополнительные вопросы или затрудняется с ответом на них. Не имеет четкого представления об изучаемом материале, допускает грубые ошибки. Демонстрирует частичные, фрагментарные, очень поверхностные умения, допуская грубые ошибки. Демонстрирует низкий уровень владения материалом, допуская грубые ошибки. Тест - менее 60% правильных ответов.

"удовлетворительно" - Студент показывает знание основного лекционного и практического материала. В ответе не всегда присутствует логика изложения. Студент испытывает затруднения при ведении практических примеров.

Фрагментарное, знания без грубых ошибок Частичные, демонстрирует умения без грубых ошибок. Не отработаны навыки и приёмы самостоятельной работы без грубых ошибок. Тест- 60-74% правильных ответов.

"хорошо" - Студент показывает достаточный уровень теоретических и практических знаний, свободно оперирует основными понятиями. Умеет анализировать практические ситуации, но допускает некоторые погрешности. Ответ построен логично, материал излагается грамотно. Демонстрация знаний в базовом (стандартном) объёме, способность к решению типовых задач. Демонстрация умений на базовом (стандартном) уровне Владение базовыми навыками и приемами под контролем или руководством. Тест-75-84% правильных ответов.

"отлично"-Студент показывает не только высокий уровень теоретических знаний по изучаемой дисциплине, но и видит междисциплинарные связи. Умеет анализировать практические ситуации. Ответ построен логично. Материал излагается четко, ясно, аргументировано. Уместно используется информационный и иллюстративный материал. Демонстрация высокого уровня знаний; способность самостоятельного анализа и реализации полученных знаний. Демонстрация умений высокого уровня; способность разработать самостоятельный, характерный подход к решению поставленной задачи. Владение навыками и приемами на высоком уровне, способность дать собственную оценку изучаемого материала. Тест- 85 -100% правильных ответов.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 7.1 Рекомендуемая литература

#### 7.1.1. Основная литература

|      | Авторы, составители | Заглавие                                                | Издательство, год   |
|------|---------------------|---------------------------------------------------------|---------------------|
| Л1.1 | Папков Б. В.        | Теория систем и системный анализ для электроэнергетиков | Москва: Юрайт, 2019 |

#### 7.1.2. Дополнительная литература

|      | Авторы, составители                                                                                                                                                  | Заглавие                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Издательство, год        |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| Л2.1 | Данилов Геннадий Алексеевич, Денчик Юлия Михайловна, Иванов Михаил Николаевич, Ситников Григорий Викторович, Горелов Валерий Павлович, Сальников Василий Герасимович | Повышение качества функционирования линий электропередачи: [монография]                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Новосибирск: НГАВТ, 2013 |
| Л2.2 | Митрофанов С. В.                                                                                                                                                     | Правила устройства электроустановок и техника безопасности: практикум для обучающихся по образовательным программам высшего образования по направлениям подготовки 13.03.02 электроэнергетика и электротехника, 13.03.01 теплоэнергетика и теплотехника, 11.03.03 конструирование и технология электронных средств, 11.03.04 электроника и нанoeлектроника | Оренбург: ОГУ, 2018      |

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

| Назначение                                                                                             | Оборудование                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа                                              | Аудиторная доска; Комплект учебной мебели; Мультимедийное оборудование: Проектор (стационарный), экран (стационарный), ПК (стационарный)                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Лаборатория теоретических основ электротехники - учебная аудитория для проведения практических занятий | Аудиторная доска; Комплект учебной мебели; Мультимедийное оборудование: экран (стационарный), проектор (переносной), ПК (переносной), ПК (стационарный), 6 шт.; Лабораторные стенды: Теоретические основы электротехники, 3 шт., Электротехника и основы электроники, 2 шт.; Светотехника, 2 шт., Обследование условий освещения рабочих мест, 2 шт., Лабораторное оборудование: Осциллограф (переносной), 3 шт.                               |
| Учебная аудитория для проведения практических занятий                                                  | Аудиторная доска; Комплект учебной мебели; Мультимедийное оборудование: Проектор (стационарный), экран (стационарный), ПК (стационарный); Учебно-лабораторные стенды: Электротехнические материалы, 2 шт., Защита электрических подстанций от перенапряжений, 2 шт., Измерение электрической мощности и энергии, 4 шт., Основы цифровой техники, 4 шт., Определение повреждений кабельной линии; Лабораторное оборудование: Осциллограф, 2 шт. |
| Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций.                              | Аудиторная доска; Комплект учебной мебели; Мультимедийное оборудование: Проектор (стационарный), экран (стационарный), ПК (стационарный); Учебно-лабораторные стенды: Электротехнические материалы, 2 шт., Защита электрических подстанций от перенапряжений, 2 шт., Измерение электрической мощности и энергии, 4 шт., Основы цифровой техники, 4 шт., Определение повреждений кабельной линии; Лабораторное оборудование: Осциллограф, 2 шт. |
| Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций                               | Аудиторная доска; Комплект учебной мебели; Мультимедийное оборудование: экран (стационарный), проектор (переносной), ПК (переносной), ПК (стационарный), 6 шт.; Лабораторные стенды: Теоретические основы электротехники, 3 шт., Электротехника и                                                                                                                                                                                              |

|                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                          | основы электроники, 2 шт.; Светотехника, 2 шт., Обследование условий освещения рабочих мест, 2 шт., Лабораторное оборудование: Осциллограф (переносной), 3 шт.                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа                | Аудиторная доска; Комплект учебной мебели; Мультимедийное оборудование: Проектор (стационарный), экран (стационарный), ПК (стационарный), 2 шт.; Лабораторные стенды: Модель энергосистемы МЭС-3, «Электроэнергетика», 2 шт., Распределительные устройства электрических станций и подстанций 35-750 кВ, 2 шт., Оперативные переключения в распределительных устройствах станций и подстанций, 5 шт., Трёхфазный синхронный двигатель с имитатором неисправностей, 3 шт. |
| Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций | Аудиторная доска; Комплект учебной мебели; Мультимедийное оборудование: Проектор (стационарный), экран (стационарный), ПК (стационарный), 2 шт.; Лабораторные стенды: Модель энергосистемы МЭС-3, «Электроэнергетика», 2 шт., Распределительные устройства электрических станций и подстанций 35-750 кВ, 2 шт., Оперативные переключения в распределительных устройствах станций и подстанций, 5 шт., Трёхфазный синхронный двигатель с имитатором неисправностей, 3 шт. |
| Учебная аудитория для проведения практических занятий                    | Аудиторная доска; Комплект учебной мебели; Мультимедийное оборудование: Проектор (стационарный), экран (стационарный), ПК (стационарный), 2 шт.; Лабораторные стенды: Модель энергосистемы МЭС-3, «Электроэнергетика», 2 шт., Распределительные устройства электрических станций и подстанций 35-750 кВ, 2 шт., Оперативные переключения в распределительных устройствах станций и подстанций, 5 шт., Трёхфазный синхронный двигатель с имитатором неисправностей, 3 шт. |