

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Б1.В.ДВ.08.02 Моделирование электротехнологических  
установок

наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом

Направление подготовки / специальность

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль)

13.03.02.32 Электротехника

Форма обучения

очная

Год набора

2023

Красноярск 2023

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Программу составили \_\_\_\_\_

Сизганов Н.В.; Хацяюк М.Ю.

\_\_\_\_\_  
должность, инициалы, фамилия

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины

### 1.1 Цель преподавания дисциплины

Целью изучения дисциплины является ознакомление с основными положениями теории моделирования и их использованием при решении задач анализа и синтеза разнообразных электротехнологических систем, освоение общих принципов, методов и процедур математического и компьютерного моделирования и оптимизации состава и структуры технологических и эксплуатационных свойств электротехнологических систем, освоение современного программного обеспечения для многодисциплинарного математического моделирования физических явлений.

### 1.2 Задачи изучения дисциплины

Задачей изучения дисциплины является: освоение основных принципов моделирования; освоение методики модельного эксперимента; получение навыков и умения строить модели электротехнологических систем; получение навыков и умения планировать модельный эксперимент и интерпретировать результаты модельного эксперимента; иметь представление о современных языках моделирования и тенденциях их развития; расширение и закрепление теоретических и практических знаний по теории оптимизации, постановке оптимизационных задач и методах их решения; теоретическое и практическое освоение принципов, методов и процедур моделирования технологических процессов, их стадий и переходов с помощью теории подобия, уравнений математической физики и экспериментальных данных; изучение специальных методов исследования, связанных с компьютерным моделированием электромагнитных, тепловых и гидродинамических и др. полей в электротехнологических установках; изучение специализированных программных продуктов используемых для моделирования полей; приобретение практических навыков при моделировании полей в электротехнологических устройствах; получение навыков расчета современных технологий и устройств; овладение приемами написания программ на высокоуровневых языках.

### 1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

| Код и наименование индикатора достижения компетенции   | Запланированные результаты обучения по дисциплине   |
|--|---|
| <b>ПК-1: Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности</b>                                |   |
| ПК-1.1: Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкурентно-способные варианты технических решений | правила выполнения комплекта конструкторской документации простых узлов, блоков на различных стадиях проектирования технологических процессов<br>применять систему автоматизированного проектирования простых узлов и блоков технологических процессов<br>разработкой комплектов конструкторской документации простых узлов и блоков на различных |

|   |   |
|---|---|
|   | стадиях проектирования автоматизированных технологических процессов   |
| <b>ПК-2: Способен участвовать в эксплуатации объектов профессиональной деятельности</b>   |   |
| ПК-2.3: Демонстрирует понимание взаимосвязи задач эксплуатации и проектирования   | Задачи эксплуатации и проектирования электротехнологических установок<br>Сформулировать задачи эксплуатации и проектирования электротехнологических установок<br>Пониманием взаимосвязи задач эксплуатации и проектирования |
| <b>УК-2: Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений</b> |   |
| УК-2.1: Формулирует в рамках поставленной цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение. Определяет ожидаемые результаты решения выделенных задач       | постановку задач профессиональной деятельности<br>формулировать цель проекта и совокупность задач методами решения задач для достижения цели  |

#### **1.4 Особенности реализации дисциплины**

Язык реализации дисциплины: Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется с применением ЭО и ДОТ

URL-адрес и название электронного обучающего курса: <https://e.sfu-kras.ru/course/view.php?id=35117>.

## 2. Объем дисциплины (модуля)

| Вид учебной работы                                | Всего,<br>зачетных<br>единиц<br>(акад.час) | Сем<br>естр |   |
|---|--|-------------|---|
|   |  | 1           | 2 |
| <b>Контактная работа с преподавателем:</b>        | <b>3,5 (126)</b>                           |             |   |
| занятия лекционного типа                          | 1 (36)                                     |             |   |
| практические занятия                              | 0,5 (18)                                   |             |   |
| лабораторные работы                               | 2 (72)                                     |             |   |
| <b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>        | <b>3,5 (126)</b>                           |             |   |
| курсовое проектирование (КП)                      | Нет  |             |   |
| курсовая работа (КР)                              | Нет  |             |   |
| <b>Промежуточная аттестация (Зачёт) (Экзамен)</b> | <b>1 (36)</b>                              |             |   |

### 3 Содержание дисциплины (модуля)

#### 3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

|  |   | Контактная работа, ак. час.    |                          |   |                          |  |                          |                                     |                          |
|--|---|--------------------------------|--------------------------|---|--------------------------|--|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| №<br>п/п   | Модули, темы (разделы) дисциплины   | Занятия<br>лекционного<br>типа |                          | Занятия семинарского типа                 |                          |  |                          | Самостоятельная<br>работа, ак. час. |                          |
|  |   |                                |                          | Семинары и/или<br>Практические<br>занятия |                          | Лабораторные<br>работы и/или<br>Практикумы |                          |                                     |                          |
|  |   | Всего                          | В том<br>числе в<br>ЭИОС | Всего                                     | В том<br>числе в<br>ЭИОС | Всего                                      | В том<br>числе в<br>ЭИОС | Всего                               | В том<br>числе в<br>ЭИОС |
| <b>1. Математические модели и основные понятия математического моделирования</b> |   |                                |                          |   |                          |  |                          |                                     |                          |
|  | 1. Простейшие математические модели и основные понятия математического моделирования  | 2                              |                          |   |                          |  |                          |                                     |                          |
|  | 2. Получение моделей из фундаментальных законов природы                               | 2                              |                          |   |                          |  |                          |                                     |                          |
|  | 3. Исследование математических моделей  | 2                              |                          |   |                          |  |                          |                                     |                          |
|  | 4. Математическое моделирование сложных объектов                                      | 2                              |                          |   |                          |  |                          |                                     |                          |
|  | 5. Нейронные сети. Введение. Модели нейронов. ИИ и нейросети.                         | 2                              |                          |   |                          |  |                          |                                     |                          |
|  | 6. Процессы обучения  | 2                              |                          |   |                          |  |                          |                                     |                          |
|  | 7. Многослойная нейронная сеть  | 2                              |                          |   |                          |  |                          |                                     |                          |
|  | 8. Модели Keras   | 2                              |                          |   |                          |  |                          |                                     |                          |
|  | 9. Библиотека Tensorflow  | 2                              |                          |   |                          |  |                          |                                     |                          |
|  | 10. Простейшие математические модели и основные понятия математического моделирования |                                |                          | 2   |                          |  |                          |                                     |                          |

|  |  |  |   |  |   |  |    |  |
|--|--|--|---|--|---|--|----|--|
| 11. Получение моделей из фундаментальных законов природы   |  |  | 2 |  |   |  |    |  |
| 12. Исследование математических моделей  |  |  | 2 |  |   |  |    |  |
| 13. Математическое моделирование сложных объектов  |  |  | 2 |  |   |  |    |  |
| 14. Нейронные сети. Введение. Модели нейронов. ИИ и нейросети.   |  |  | 2 |  |   |  |    |  |
| 15. Процессы обучения  |  |  | 2 |  |   |  |    |  |
| 16. Многослойная нейронная сеть  |  |  | 2 |  |   |  |    |  |
| 17. Модели Keras   |  |  | 2 |  |   |  |    |  |
| 18. Библиотека Tensorflow  |  |  | 2 |  |   |  |    |  |
| 19. Обучение нейронной сети  |  |  |   |  | 4 |  |    |  |
| 20. Алгоритм обратного распространения ошибки  |  |  |   |  | 4 |  |    |  |
| 21. Open Source фреймворки о глубинном обучении. Основные принципы Keras                                 |  |  |   |  | 4 |  |    |  |
| 22. Основные методы класса Model   |  |  |   |  | 4 |  |    |  |
| 23. Сверточные слои. Сверточная нейронная сеть   |  |  |   |  | 4 |  |    |  |
| 24. Рекуррентные нейронные сети  |  |  |   |  | 4 |  |    |  |
| 25. Математика с Tensorflow  |  |  |   |  | 4 |  |    |  |
| 26. Тензорные операции. Матричные операции   |  |  |   |  | 4 |  |    |  |
| 27. Пример нейронной сети в Tensorflow   |  |  |   |  | 4 |  |    |  |
| 28. Изучение теоритического материала. Онлайн тестирование   |  |  |   |  |   |  | 36 |  |
| 29. Подготовка к практическим и лабораторным работам   |  |  |   |  |   |  | 36 |  |
| <b>2. Теоретические основы и подходы к моделированию процессов в электротехнологическом оборудовании</b> |  |  |   |  |   |  |    |  |

|  |    |  |    |  |    |  |     |  |
|--|----|--|----|--|----|--|-----|--|
| 1. Методы, инструменты и программные продукты для анализа физических процессов и проектирования электротехнологических установок | 2  |  |    |  |    |  |     |  |
| 2. Метод разделения переменных   | 2  |  |    |  |    |  |     |  |
| 3. Метод конечных разностей  | 2  |  |    |  |    |  |     |  |
| 4. МКЭ совместно с методом вариации энергии  | 2  |  |    |  |    |  |     |  |
| 5. Метод объемных интегралов (МОИ)   | 2  |  |    |  |    |  |     |  |
| 6. МКРВО для высокочастотных задач   | 2  |  |    |  |    |  |     |  |
| 7. Препроцессор  | 2  |  |    |  |    |  |     |  |
| 8. Решатель  | 2  |  |    |  |    |  |     |  |
| 9. Постпроцессор   | 2  |  |    |  |    |  |     |  |
| 10. Пошаговая установка некоммерческого ПО на Windows. Знакомство с OpenFOAM   |    |  |    |  | 6  |  |     |  |
| 11. Построение геометрии и создание сетки  |    |  |    |  | 6  |  |     |  |
| 12. Настройка решателей  |    |  |    |  | 6  |  |     |  |
| 13. Просмотр результатов   |    |  |    |  | 6  |  |     |  |
| 14. Расчет электромагнитной задачи   |    |  |    |  | 6  |  |     |  |
| 15. Подключение электромагнитной задачи к расчету гидродинамики  |    |  |    |  | 6  |  |     |  |
| 16. Изучение теоритического материала. Онлайн тестирование   |    |  |    |  |    |  | 18  |  |
| 17. Подготовка к практическим и лабораторным работам   |    |  |    |  |    |  | 36  |  |
| Всего  | 36 |  | 18 |  | 72 |  | 126 |  |



## **4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины**

### **4.1 Печатные и электронные издания:**

1. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс(Санкт-Петербург: Вильямс).
2. Бааке Э., Барглик Д., Долега Д., Лупи С., Наке Б., Павлов С., Плешивцева Ю. Э., Форцан М., Якович А. Источники питания. Математическое моделирование и оптимизация. Интенсивный курс Основы II(Санкт-Петербург: СПбГЭТУ ЛЭТИ).
3. Самарский А. А., Михайлов А. П. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры: научное издание(Москва: Физматлит).
4. Сизганов Н. В., Хацаюк М. Ю., Тимофеев В. Н. Численное моделирование процессов магнитной гидродинамики на базе открытого программного обеспечения (OpenFOAM/EOF/Elmer): учебно-методическое пособие(Красноярск: СФУ).
5. Алиферов А. И., Бааке Э., Барглик Д., Галунин С. А., Горева Л. П., Долега Д., Дугиеро Ф., Лупи С., Наке Б., Павлов С., Печенков А. Ю., Смальцеж А., Форцан М., Якович А. Теоретические основы и аспекты электротехнологий. Физические принципы и реализация. Интенсивный курс Основы I: курс лекций(Санкт-Петербург: СПбГЭТУ ЛЭТИ).

### **4.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства (программное обеспечение, на которое университет имеет лицензию, а также свободно распространяемое программное обеспечение):**

1. Лицензионное программное обеспечение комплекс ANSYS (ANSYS, CFX, Fluent, Maxwell), MathCad, MATLAB, OpenFOAM, Elmer, FreeCAD, SALOME SolidWorks, COMSOL.
2. Программная оболочка системы дистанционного обучения, включающий систему размещения учебных материалов, систему тестирования знаний, систему взаимодействия студентов и преподавателей

### **4.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:**

1. Индивидуальный неограниченный доступ к электронной образовательной системе СФУ – <http://edu.sfu-kras.ru/node/580>.

## **5 Фонд оценочных средств**

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

## **6 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Для проведения занятий лекционного типа имеется набор демонстрационного оборудования (интерактивные доски и мультимедийное оборудование) и учебно-

наглядных пособий (презентации), обеспечивающих тематические иллюстрации, соответствующие рабочей учебной программе дисциплины.

Перечень материально-технического обеспечения, необходимого для реализации программы бакалавриата, включает в себя компьютерные классы, оснащенные

персональными компьютерами.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, при этом обеспечена возможность подключения к сети «Интернет», а

также обеспечен доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Дисциплина обеспечена необходимым комплектом лицензионного программного обеспечения (состав определен в п.9.1 и подлежит ежегодному обновлению).

Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ), в том числе в случае применения электронного обучения, дистанционных образовательных технологий, к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам, состав которых определен в п.9.2 и подлежит ежегодному обновлению.