Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра техники и электрофизики высоких напряжений

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН ФЭН
д.т.н. Русина А. Г.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ПРОСТОЙ НЕКВАЛИФИЦИРОВАННОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
31.08.2026
Владелец: д.т.н. Русина А. Г.
Срок действия: не ограничен
Адрес хранения электронного документа:
https://www.nstu.ru/university/info/sveden/education

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
# Компьютерное моделирование в высоковольтной энергетике

Образовательная программа: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, магистерская программа: Релейная защита и автоматика электроэнергетических систем

Курс: 1, семестр : 1

Факультет энергетики,

| | | **Семестр** |
|---|---|---|
| **№** | **Вид деятельности** | **1** |
| **1** | Всего зачетных единиц (кредитов) | 3 |
| **2** | Всего часов | 108 |
| **3** | Всего занятий в контактной форме, час. | 40 |
| **4** | Лекции, час. | 0 |
| **5** | Практические занятия, час. | 18 |
| **6** | Лабораторные занятия, час. | 18 |
| **7** | из них в активной и интерактивной форме, час. | 16 |
| **8** | из них практической подготовки, час. | 0 |
| **9** | Аттестация, час. | 2 |
| **10** | Консультации, час. | 2 |
| **11** | Самостоятельная работа, час. | 68 |
| **12** | Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ(Р)/реферат, подготовка к контрольной работе) | Р |
| **13** | Вид аттестации | 3 |

Новосибирск 2026

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

ФГОС введен в действие приказом №147 от 28.02.2018 г. , дата утверждения: 22.03.2018 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, формируемая участниками образовательных отношений, по выбору студента

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ТЭВН, 31.08.2026

Утверждена на совете факультета энергетики, протокол № 8 от 31.08.2026

Заведующий кафедрой:

доцент, к.т.н. Трофимов А. С.

Ответственный за образовательную программу:

декан Русина А. Г.

## 1. Внешние требования

Таблица 1.1

| Группа | Компетенции |
|---|---|
| | **Индикаторы достижения компетенций** |
| Профессиональные компетенции | ПК-1.В/ПР Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом региональных особенностей и потребностей работодателей. |
| | ПК-1.В/ПР. 2 Умеет решать профессиональные задачи на предприятиях и в организациях профильной отрасли своего региона. |
| Профессиональные компетенции | ПК-3.В/ПР Способен формулировать технические задания и использовать средства автоматизации при проектировании объектов профессиональной деятельности |
| | ПК-3.В/ПР. 1 Демонстрирует знания объектов профессиональной деятельности |
| | ПК-3.В/ПР. 3 Использует средства автоматизации при проектировании |

## 3. Содержание и структура дисциплины

Таблица 3.1

| Темы лабораторных работ | Часы | Из них в форме практ. подг., час. | Активные формы, час. | Индикаторы достижения компетенций | Учебная деятельность |
|---|---|---|---|---|---|
| **Семестр: 1** | | | | | |
| **Дидактическая единица: Спектральный анализ сигналов** | | | | | |
| 2. Моделирование переходных процессов на основе частотных характеристик цепей. | 2 | 0 | 2 | | Расчет частотных характеристик цепей с сосредоточенными параметрами (и их формирование на основе виртуальных измерений) и моделирование переходных процессов. Среда ORCAD/PSPICE. |
| **Дидактическая единица: Схемотехническое моделирование** | | | | | |
| 1. Моделирование стационарных процессов в электрических системах в среде ППП MatLab. | 4 | 0 | 4 | | Составление модели ЭС для расчета стационарных режимов в системе электропередачи: два источника, связанные многоканальной ЛЭП; несимметричный режим. |
| 3. Моделирование переходных процессов в цепях с сосредоточенными параметрами (MatLab/Simulink/SimPowerSystems) | 4 | 0 | 4 | | Расчет переходных процессов в цепях с сосредоточенными параметрами в среде MatLab/Simulink/SimPowerSystems. Сопоставление результатов с численно-аналитическими решениями. |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 4. Расчет стационарных режимов и переходных электромагнитных процессов в электрических системах. | 4 | 0 | 4 | | Формирование расчетной модели сети высокого напряжения с многоканальной линией электропередачи, расчет стационарного/квазистационарного режима и переходного электромагнитного процесса. |
| 5. Моделирование грозовых перенапряжений на высоковольтных станциях/подстанциях. | 4 | 0 | 4 | | Составление модели станции/подстанции для анализв высокочастотных перенапряжений грозового происхождения (набегание грозовых волн по примыкающим к подстации линиям). |

| Темы практических занятий | Часы | Из них в форме практ. подг., час. | Активные формы, час. | Индикаторы достижения компетенций | Учебная деятельность |
|---|---|---|---|---|---|
| **Семестр: 1** | | | | | |
| **Дидактическая единица: Структура систем схемотехнического моделирования и САПР** | | | | | |
| 1. Современное состояние систем автоматизированного проектирования. Общая структура САПР. Обзор и сравнительная оценка программных комплексов математического моделирования электрических цепей и систем (МАЭС, EMTP/EMTDC, PSpice, Micro-CAP). Сравнительные характеристики математических методов расчета, пре- и постпроцессорных методов обработки результатов. | 1 | 0 | 1 | | Лекция, самостоятельная работа. |
| **Дидактическая единица: Математическое моделирование стационарных процессов** | | | | | |
| 2. Математическое моделирование стационарных режимов в электрических системах. Математические модели линий передачи, источников, нагрузок и т.д. Представление элементов электрических сетей в виде A-, Z-, Y-параметров. | 2 | 0 | 2 | | Лекция, самостоятельная работа. |
| **Дидактическая единица: Метод переменных состояния** | | | | | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 3. Метод переменных состояния для анализа стационарных режимов и переходных процессов в схемах с сосредоточенными параметрами. Численные методы интегрирования систем обыкновенных дифференциальных уравнений. | 2 | 0 | 2 | | Лекция, самостоятельная работа |
| **Дидактическая единица: Спектральный анализ сигналов** | | | | | |
| 4. Преобразование Фурье. Прямое и обратное интегральное преобразование Фурье. Спектральный анализ сигналов. Моделирование переходных процессов с использованием частотных характеристик цепей. | 2 | 0 | 2 | | Лекция, самостоятельная работа |
| **Дидактическая единица: Схемотехническое моделирование** | | | | | |
| 5. Применение программного комплекса PSpice для математического моделирования установившихся и переходных процессов в электрических цепях и системах. Структура и основные функциональные возможности. Основы моделирования в MatLab/Simulink/SimPowerSystems. | 2 | 0 | 2 | | Лекция, самостоятельная работа, практика. |
| 8. Математические модели пассивных элементов. Независимые и управляемые источники тока и напряжения. Аналоговые функциональные блоки. | 1 | 0 | 1 | | Практика |
| 9. Решение систем дифференциальных уравнений с использованием прикладного пакета (приведение дифференциальных уравнений к компонентному базису программы PSpice). Моделирование переходных процессов с использованием аналоговых блоков. Математические модели ключей, управляемых током, напряжением, временем. | 2 | 0 | 2 | | Практика, лекция, самостоятельная работа. |
| **Дидактическая единица: Макромоделирование** | | | | | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 6. Разработка макромоделей. Простейшие макромодели. Модели линий электропередачи: однофазная линия без потерь, модель линии с учетом потерь, многофазные/многоканальные линии. | 2 | 0 | 2 | | Лекция, практика. |
| **Дидактическая единица: Модели нелинейных элементов ЭС** | | | | | |
| 7. Моделирование нелинейных элементов (общий подход с использованием зависимых источников тока и напряжения). Модели ограничителей перенапряжений, разрядников в различных частотных диапазонах. | 2 | 0 | 2 | | Лекции, практика, самостоятельная работа. |
| 10. Модели магнитных элементов: воздушных трансформаторов, реакторов и трансформаторов. Моделирование магнитных элементов с учетом насыщения материала магнитопровода (модели Джилса-Атертона, Чена). | 2 | 0 | 2 | | Лекция, практика. |

| Темы для самостоятельного изучения | Часы | Из них в форме практ. подг., час. | Активные формы, час. | Индикаторы достижения компетенций | Учебная деятельность |
|---|---|---|---|---|---|
| **Семестр: 1** | | | | | |
| **Дидактическая единица: Структура систем схемотехнического моделирования и САПР** | | | | | |
| 3. Исследование тенденций в изменении структуры систем схемотехнического моделирования. | 3 | 0 | 0 | | Обзор систем сквозного проектирования в электроэнергетике на примере ППП ETAP. |
| 5. Системы схемотехнического и физического моделирования в реальном времени. | 2 | 0 | 0 | | Изучение основ систем моделирования в реальном времени. Физическое моделирование. Схемотехническое моделирование в реальном времени на примере системы RTDS (Real Time Domain Power System Simulation). |
| **Дидактическая единица: Схемотехническое моделирование** | | | | | |
| 4. Изучение частотных свойств высоковольтного оборудования . | 3 | 0 | 0 | | Анализ частотных свойств основного энергетического оборудования и выбор адекватных моделей. |
| **Дидактическая единица: Макромоделирование** | | | | | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. Изучение подходов, позволяющих моделировать системы траспорта электрической энергии на постоянном токе. | 3 | 0 | 0 | | Ознакомление с макромоделями, позволяющими выполнять преобразования электрической энергии на промышленной частоте в постоянный ток/напряжение и обратно. |
| **Дидактическая единица: Модели нелинейных элементов ЭС** | | | | | |
| 2. Изучение современного состояния в области моделирования магнитных сердечников силовых трансформаторов и реакторов. | 2 | 0 | 0 | | Исследование поведенческих и физических моделей магнитных сердечников. |

## 3.2 Самостоятельная работа обучающегося

Таблица 3.3

| № | Виды самостоятельной работы | Индикаторы достижения компетенций | Часы на выполнение | Часы на консультации |
|---|---|---|---|---|
| **Семестр: 1** | | | | |
| 1 | Расчет квазистационарного режима и переходного процесса в сетях среднего, высокого или сверхвысокого напряжения. | | 10 | 4 |
| Анализ расчетной схемы сети, выбор адекватных моделей элементов, составление рабочей модели для моделирование стационарного режима и переходного процесса.: Схемотехническое моделирование электрических цепей. Ч. 1 : лабораторный практикум для электротехнических специальностей всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: В. А. Аксютин, Ф. Э. Лаппи, В. Ю. Нейман]. - Новосибирск, 2011. - 103 с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000154384 | | | | |
| 2 | Дополнительная учебная деятельность | | 5 | 0 |
| Использование Интернет-ресурсов при изучении функциональных возможностей и интерфейсов комплексов программ схемотехнического моделирования.: Схемотехническое моделирование электрических цепей. Ч. 1 : лабораторный практикум для электротехнических специальностей всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: В. А. Аксютин, Ф. Э. Лаппи, В. Ю. Нейман]. - Новосибирск, 2011. - 103 с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000154384 | | | | |
| 3 | Подготовка к аттестации | | 2 | 0 |
| Подготовка к защите РГЗ и зачету: Схемотехническое моделирование электрических цепей. Ч. 1 : лабораторный практикум для электротехнических специальностей всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: В. А. Аксютин, Ф. Э. Лаппи, В. Ю. Нейман]. - Новосибирск, 2011. - 103 с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000154384 | | | | |
| 4 | Самостоятельное изучение теоретического материала | | 13 | 0 |
| Студент изучает темы, приведенные в таблице 3.1 : Схемотехническое моделирование электрических цепей. Ч. 1 : лабораторный практикум для электротехнических специальностей всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: В. А. Аксютин, Ф. Э. Лаппи, В. Ю. Нейман]. - Новосибирск, 2011. - 103 с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000154384 | | | | |

### 3.3 Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 3.4).

Таблица 3.4

| Деятельность | Информационно-коммуникационные технологии |
|---|---|
| Информирование | e-mail |
| Консультирование | e-mail |
| Контроль | e-mail |
| Размещение учебных материалов | e-mail |

## 4. Правила аттестации обучающихся по дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставлять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS. Краткая информация о БРС приведена в табл. 4.1.

Таблица 4.1

| Оцениваемые виды деятельности обучающихся | Максимальный балл |
|---|---|
| **Семестр: 1** | |
| *Лабораторная:* | 60 |
| *Практические занятия:* | 10 |
| *РГЗ/Реферат:* | 10 |
| *Зачет:* | 20 |

В таблице 4.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 4.2

| Коды компетенций | Индикаторы достижения компетенций | Формы контроля |
|---|---|---|
| **ПК-1.В/ПР** | ПК-1.В/ПР 2. Умеет решать профессиональные задачи на предприятиях и в организациях профильной отрасли своего региона. | |
| **ПК-3.В/ПР** | ПК-3.В/ПР 1. Демонстрирует знания объектов профессиональной деятельности | |
| | ПК-3.В/ПР 3. Использует средства автоматизации при проектировании | |

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

## 5. Литература

*Основная литература*

**1.** Поршнев С. В. Компьютерное моделирование физических процессов в пакете MATLAB : учебное пособие / С. В. Поршнев. - СПб. [и др.], 2011. - 726 с. : ил. + 1 CD-ROM.

*Дополнительная литература*

**1.** Качесов В. Е. Моделирование и САПР электрических цепей и систем. Ч. 1 : учебное пособие / В. Е. Качесов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2002. - 105, [5] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000023471. - На обл. в подзаг. : PSCAD.

## 6. Методическое и программное обеспечение, информационные технологии

### *6.1 Методическое обеспечение*

**1.** Схемотехническое моделирование электрических цепей. Ч. 1 : лабораторный практикум для электротехнических специальностей всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: В. А. Аксютин, Ф. Э. Лаппи, В. Ю. Нейман]. - Новосибирск, 2011. - 103 с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000154384

### *6.2 Специализированное программное обеспечение*

**1** Моделирование электромагнитных процессов MathWorks Matlab Simulink

**2** Пакет программ для комплексного проектирования электронных устройств Cadence OrCAD PCB Design University Edition

### *6.3 Информационные технологии*

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине применяются элементы дистанционных образовательных технологий, а также синхронного и асинхронного взаимодействия в электронной информационно-образовательной среды НГТУ.

## 7. Материально-техническое обеспечение

Компьютерный класс

| № | Наименование | Назначение |
|---|---|---|
| 1 | Компьютерный класс (Компьютеры объединены в локальную сеть с выходом в Internet ) | Компьютеры объединены в локальную сеть с выходом в Internet |