

Минобрнауки России

Бузулукский гуманитарно-технологический институт
(филиал) федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра общепрофессиональных и технических дисциплин

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.В.11 Надежность электроснабжения»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
(код и наименование направления подготовки)

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Год набора 2024

Рабочая программа дисциплины «Б1.Д.В.11 Надежность электроснабжения» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра общепрофессиональных и технических дисциплин

наименование кафедры

протокол № 6 от " 12 " _02_2024 г.

Декан строительного-технического факультета

подпись

расшифровка подписи

Завьялова И.В.

Исполнители:

доцент

должность

подпись

О. С. Манакова

расшифровка подписи

должность

подпись

расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Заместитель директора по НМР

личная подпись

М. А. Зорина

расшифровка подписи

Председатель методической комиссии по направлению подготовки

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

код наименование

личная подпись

О. С. Манакова

расшифровка подписи

Уполномоченный по качеству кафедры

личная подпись

Е.В. Фролова

расшифровка подписи

© Манакова О.С., 2024

© БГТИ(филиал)ОГУ, 2024

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель (цели) освоения дисциплины: формирование знаний о современной теории надежности в системах электроснабжения, методах расчета, анализа и оптимизации их надежности, обоснованное понимание роли надежности при разработке и эксплуатации систем электроснабжения.

Задачи:

- формирование знаний о роли надежности в проектировании и эксплуатации систем электроснабжения и их подсистем; факторы, нарушающие надежность системы электроснабжения и их математические описания;
- формирование знаний о показателях, критериях и характеристиках электроэнергетических установок и систем;
- формирование знаний о моделях надежности электроустановок и систем; современных методах расчета показателей надежности, применяемых в системах электроснабжения;
- формирование знаний о способах и средствах повышения надежности и методах определения экономических ущербов от низкой надежности
- формирование умений применять модели надежности электроустановок в зависимости от поставленной задачи;
- формирование умений составлять схемы замещения для расчета и анализа надежности;
- формирование умений определять количественные показатели надежности типовых схем распределительных устройств, средств релейной защиты, реальных энергообъектов и систем электроснабжения;
- формирование умений составлять деревья отказов, структурные схемы, графы возможных состояний для анализа надежности систем электроснабжения;
- формирование умений применять современные методы расчета для оценки надежности при проектировании и эксплуатации; определять ущербы от перерывов в электроснабжении и ограничении мощности потребителей;
- формирование умений применять методы и средства повышения надежности в системах различной сложности; оптимизировать технические решения по надежности в условиях неопределенности исходной информации
- формирование навыков использования методов расчета показателей структурной и функциональной надежности объектов систем электроснабжения;
- формирование навыков выбора оптимальных для рассматриваемой системы моделей и методов расчета и исследования надежности;
- формирование навыков анализа структурной и функциональной надежности в эксплуатации;
- формирование навыков оценки надежности действующих электроустановок и систем и определения ущербов от перерывов электроснабжения в случае их выхода из строя;
- формирование навыков технико-экономической оценки недоотпуска электроэнергии и эффективности надежного электроснабжения;
- формирование навыков выбора видов резервирования и способов повышения надежности в рассматриваемой системе электроснабжения

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам (модулям) вариативной части блока Д «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.16 Математика, Б1.Д.В.2 Основы электроэнергетики, Б1.Д.В.7 Электроэнергетические системы и сети, Б1.Д.В.10 Электрические станции и подстанции, Б1.Д.В.15 Эксплуатационный контроль и техническая диагностика электрооборудования*

Постреквизиты дисциплины: *Б1.Д.В.16 Электроснабжение промышленных предприятий*

3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

| Код и наименование формируемых компетенций | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций |
|---|---|--|
| ПК*-2 Способен анализировать режимы работы систем электроснабжения объектов | ПК*-2-В-6 Демонстрирует способность применять методы и средства повышения надежности в системах различной сложности, оптимизировать технические решения по надежности в условиях неопределенности исходной информации | <p><u>Знать:</u></p> <ul style="list-style-type: none">- роль надежности в проектировании и эксплуатации систем электроснабжения и их подсистем; факторы, нарушающие надежность системы электроснабжения и их математические описания;- показатели, критерии и характеристики электроэнергетических установок и систем;- модели надежности электроустановок и систем; современные методы расчета показателей надежности, применяемые в системах электроснабжения;- способы и средства повышения надежности и методы определения экономических ущербов от низкой надежности <p><u>Уметь:</u></p> <ul style="list-style-type: none">- применять модели надежности электроустановок в зависимости от поставленной задачи;- составлять схемы замещения для расчета и анализа надежности;- определять количественные показатели надежности типовых схем распределительных устройств, средств релейной защиты, реальных энергообъектов и систем электроснабжения;- составлять деревья отказов, структурные |

| Код и наименование формируемых компетенций | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций |
|--|--|--|
| | | <p>схемы, графы возможных состояний для анализа надежности систем электроснабжения;</p> <ul style="list-style-type: none"> - применять современные методы расчета для оценки надежности при проектировании и эксплуатации; определять ущербы от перерывов в электроснабжении и ограничении мощности потребителей; - применять методы и средства повышения надежности в системах различной сложности; оптимизировать технические решения по надежности в условиях неопределенности исходной информации <p><u>Владеть:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками использования методов расчета показателей структурной и функциональной надежности объектов систем электроснабжения; - навыками выбора оптимальных для рассматриваемой системы моделей и методов расчета и исследования надежности; - навыками анализа структурной и функциональной надежности в эксплуатации; - навыками оценки надежности действующих электроустановок и систем и определения ущербов от перерывов электроснабжения в случае их выхода из строя; - навыками технико-экономической оценки |

| | | |
|--|--|---|
| Код и наименование формируемых компетенций | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций |
| | | недоотпуска электроэнергии и эффективности надежного электроснабжения; - навыками выбора видов резервирования и способов повышения надежности в рассматриваемой системе электроснабжения |

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 академических часов).

| Вид работы | Трудоемкость, академических часов | |
|--|-----------------------------------|--------------|
| | 7 семестр | всего |
| Общая трудоёмкость | 108 | 108 |
| Контактная работа: | 35,25 | 35,25 |
| Лекции (Л) | 18 | 18 |
| Практические занятия (ПЗ) | 16 | 16 |
| Консультации | 1 | 1 |
| Промежуточная аттестация (зачет, экзамен) | 0,25 | 0,25 |
| Самостоятельная работа: - выполнение индивидуального творческого задания (ИТЗ); - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий); - изучение разделов массового открытого онлайн-курса «Надёжность и диагностика электрооборудования»; - подготовка к практическим занятиям; - подготовка к рубежному контролю.) | 72,75 | 72,75 |
| Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет) | экзамен | |

Разделы дисциплины, изучаемые в 7 семестре

| № раздела | Наименование разделов | Количество часов | | | | |
|-----------|---|------------------|-------------------|----|----|----------------|
| | | всего | аудиторная работа | | | внеауд. работа |
| | | | Л | ПЗ | ЛР | |
| 1 | Основные понятия и характеристики надежности электроснабжения | 4 | 2 | - | | 2 |
| 2 | Модели для анализа надежности элементов и систем электроснабжения | 28 | 4 | 4 | | 20 |
| 3 | Расчетные методы анализа надежности элементов и систем электроснабжения | 60 | 8 | 10 | | 42 |
| 4 | Ущерб от ограничений мощности и | 16 | 4 | 2 | | 10 |

| № раздела | Наименование разделов | Количество часов | | | | |
|--------------|------------------------------|------------------|----------------------|----|----|-------------------|
| | | всего | аудиторная работа | | | внеауд. работа |
| | | | Л | ПЗ | ЛР | |
| | перерывов в электроснабжении | | | | | |
| | Итого: | 108 | 18 | 16 | 74 | |
| | Всего: | 108 | 18 | 16 | 74 | |

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Основные понятия и характеристики надежности электроснабжения Проблемы надежности при проектировании и эксплуатации электроэнергетических установок и систем электроснабжения. Энергетическая безопасность. Понятие "надежность" в электроэнергетике, основные определения. Общие критерии оценки надежности. Предмет и задачи дисциплины, ее роль в подготовке инженера электрика. Относительность понятия "элемент" и "система" в расчетах надежности. Показатели надежности: единичные и комплексные. Задачи и исходные положения оценки надежности. Нормирование надежности. Причины повреждений основных элементов систем электроснабжения.

Раздел 2. Модели для анализа надежности элементов и систем электроснабжения. Основные сведения из теории вероятностей и математической статистики. Особенности случайных процессов, используемых при решении задач надежности в электроэнергетике. Факторы, нарушающие надежность системы и их математические описания: математические модели и количественные описания. Модели отказов элементов систем: внезапных и постепенных. Модели отказов установок. Резервирование релейно-контактных элементов. Процессы отказов и восстановлений одноэлементной схемы. Модель состояний Маркова, применение графов в качестве моделей. Составление структурных схем, графов возможных состояний. Модель нерезервированной схемы из n элементов (последовательное соединение элементов). Модель надежности установки, системы из резервируемых восстанавливаемых элементов (параллельное соединение элементов). Модель надежности системы с восстановлением и профилактикой (системы с последовательным соединением элементов, системы с резервированием элементов). Марковские модели восстановления и оценки готовности систем электроснабжения. Модель "Дерево событий".

Раздел 3. Расчетные методы анализа надежности элементов и систем электроснабжения. Общая характеристика методов. Математические модели и количественные расчеты надежности систем. Метод путей и минимальных сечений. Структурный анализ и формальные приемы декомпозиции сложных схем. Аналитический метод расчета надежности систем электроснабжения. Вероятностные методы расчета надежности: таблично-аналитический, структурно-аналитический, структурно-вероятностный, таблично-логический, метод деревьев отказов, топологические методы расчета. Решение задач анализа надежности при проектировании и эксплуатации электроустановок и систем электроснабжения. Понятие о структурной надежности схем систем электроснабжения. Определение состояния полного отказа и безотказной работы схемы. Понятие о функциональной надежности. Оценка недоотпуска электроэнергии в системе с помощью модели состояния и режимов системы. Вероятности послеаварийных состояний сложных схем, расчет недоотпуска электроэнергии вследствие ограничения режимов в послеаварийных состояниях. Определение надежности различных схем электрических сетей. Расчеты надежности главных схем электрических соединений, схем РУ различных уровней напряжения электростанций и подстанций, систем электроснабжения. Расчет показателей надежности систем релейной защиты и автоматики. Выбор резерва. Ненагруженный резерв. Надежность функционирования оперативных (диспетчерских) эргатических систем в электрических сетях.

Раздел 4. Ущерб от ограничений мощности и перерывов в электроснабжении. Оптимизация технических решений в электроэнергетике с учетом ущерба. Техничко-экономическая оценка недоотпуска электроэнергии и эффективности надежного электроснабжения. Понятие ущерба от отказа. Виды и составляющие ущербов. Методы расчета ущербов от перерывов электроснабжения и недоотпуска электроэнергии. Задачи надежности в условиях эксплуатации субъектов энергетики. Экономикоматематическая модель для оптимизации надежности. Критерии эффективности и целевые функции. Методы оптимизации. Средства и методы повышения надежности систем

электроснабжения.

4.3 Практические занятия (семинары)

| № занятия | № раздела | Тема | Кол-во часов |
|-----------|-----------|---|--------------|
| 1 | 2 | Применение методов теории вероятностей для анализа надежности простейших схем. Определение вероятностей отказов и безотказной работы систем | 2 |
| 2 | 2 | Модели отказов нерезервированных и резервированных систем | 2 |
| 3 | 3 | Учет АВР при расчете надежности электрических схем энергосистем | 2 |
| 4 | 3 | Составление расчетных схем и схем замещения, типовых схем РУ подстанции и станций | 2 |
| 5 | 3 | Расчет надежности систем аналитическим методом. Расчет надежности систем логико-вероятностным методом | 2 |
| 6 | 3 | Оценка надежности систем методом путей и минимальных сечений. Определение надежности распределительных сетей 35-110 кВ | 2 |
| 7 | 3 | Расчет надежности кольцевых и петлевых схем сетей. Расчет надежности сложнзамкнутых схем энергосистем | 2 |
| 8 | 4 | Определение ущербов от перерывов электроснабжения | 2 |
| | | Итого: | 16 |

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1 Калинин, В. Ф. Надёжность систем электроснабжения : учебное пособие / В. Ф. Калинин, А. В. Кобелев, С. В. Кочергин ; Тамбовский государственный технический университет. – Тамбов : Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), 2011. – 81 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277978>

5.2 Дополнительная литература

1 Надёжность систем электроснабжения : учебное пособие / П. В. Крючин, С. Н. Тарасов, С. В. Машков [и др.]. — Самара : СамГАУ, 2018. - 110 с. - ISBN 978-5-88575-542-9. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/113426>

2 Секретарев, Ю. А. Надёжность электроснабжения : учебное пособие / Ю. А. Секретарев. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2010. – 105 с. – Режим доступа: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228760>

5.3 Периодические издания

1 Электроэнергетика. Сегодня и завтра: информационно-аналитический журнал. – Москва: Деловая пресса.

5.4 Интернет-ресурсы

<http://www.news.elteh.ru> - расширенная интернет версия отраслевого информационно-справочного журнала «Новости электротехники».

<http://www.electrikpro.ru> - информационный интернетресурс посвящённый теме электричества, электрической энергии, электротехнике и т.п.

<http://katalog.iot.ru/index.php>: Федеральный портал «Российское образование».

<http://window.edu.ru/window/catalog>: Единое окно доступа к образовательным ресурсам.

<https://electrohobby.ru/elektricheskie-mashiny/> - в мире электричества;
<https://electric-machines.ru/> - электрические машины в России;
<https://elektrikam.com/elektricheskie-mashiny/> - электрокам;
<https://openedu.ru/course/ITMOUniversity/ELMACH/> - электрические машины;
<https://electrophysic.ru/elektricheskie-mashiny/> - электрические машины
<https://openedu.ru/course/spbstu/RELDIAGMEE/?session> – открытые онлайн – курсы «Надежность и диагностика электрооборудования».

5.6 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы современных информационных технологий

Программное обеспечение, используемые при проведении аудиторных учебных занятий и осуществлении самостоятельной работы студентами:

- 1 операционная система Microsoft Windows;
- 2 Microsoft Office;
- 3 операционная система: Linux RED OS MURUM 7.3.1;
- 3 Веб-приложение «Универсальная система тестирования БГТИ»;
- 4 программа аналогового, цифрового и смешанного моделирования и анализа цепей электронных устройств Micro-Cap 12;
- 5 Яндекс браузер;
- 6 eLIBRARY [Электронный ресурс]: научная электронная библиотека / ООО Научная электронная библиотека. – Режим доступа: <https://elibrary.ru>;
- 7 Консультант Плюс [Электронный ресурс]: справочно-правовая система / Компания Консультант Плюс. – Электрон. дан. – Москва. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/>

Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа оснащены: переносными мультимедиа-проекторами и проекционными экранами, ноутбуком; посадочными местами для обучающихся; рабочим местом преподавателя; учебной доской.

Аудитории для самостоятельной работы оснащены: комплектами ученической мебели, компьютерной техникой подключенной к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ и филиала, электронным библиотечным системам.

Компьютерный класс оснащен: стационарным мультимедиа-проектором и проекционным экраном, оборудованием для организации локальной вычислительной сети, программным обеспечением «Универсальный тестовый комплекс», персональными компьютерами, рабочим местом преподавателя, учебной доской.

Учебные аудитории для проведения лабораторных и практических занятий оснащены: переносными мультимедиа-проекторами и проекционными экранами, ноутбуком, посадочными местами для обучающихся, рабочим местом преподавателя, учебной доской, учебными моделями электрических машин.

Учебные аудитории для проведения групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации оснащены: комплектами ученической мебели, компьютерами с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ и филиала, электронным библиотечным системам.