МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**Озерский технологический институт** –

Филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**(ОТИ НИЯУ МИФИ)**

*КАФЕДРА Электрификации промышленных предприятий*

Актуализировано УТВЕРЖДАЮ

И. о. зав. кафедрой ЭПП Директор ОТИ НИЯУ МИФИ

В.Н.Ивойлов И.А. Иванов

« » 20 г. « » 20 г.

### Рабочая программа ДИСЦИПЛИНЫ

*Надежность электроснабжения*

Направление подготовки

*13.03.02(ОФО) – электроэнергетика и электротехника*

Профиль подготовки

*Электроснабжение*

Квалификация выпускника

*Бакалавр*

Форма обучения

*Очная*

г. Озерск

2022 год

**1. Цели и задачи изучения дисциплины.**

Дисциплина "Надежность электроснабжения " принадлежит к циклу специальных дисциплин, предусмотренных учебным планом при подготовке бакалавров по направлению подготовки 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника "Электроснабжение".

***Целью изучения*** дисциплины «Надежность электроснабжения» является получение знаний о современной теории надежности в технике и применении её методов в системах электроснабжения промышленных предприятий и городов.

***Задача дисциплины.***

Задачи изучения курса состоят в выработке представлений о вероятностном характере функционирования систем электроснабжения, знаний основ теории надежности и навыков расчета надежности систем электроснабжения и включают в себя:

- ознакомление с влиянием фактора надежности на условия функционирования систем электроснабжения;

- изучение теоретических основ анализа надежности систем электроснабжения;

- изучение методов расчета показателей надежности систем различной структуры.

**2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата.**

Дисциплина «Надежность электроснабжения» относится к вариативной части основной образовательной программы подготовки прикладных бакалавров по профилю "Электроснабжение" направления 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника. Предметом изучения дисциплины являются системы электроснабжения городов и промышленных предприятий, на процессы функционирования которых существенное влияние оказывает фактор надежности. В дисциплине рассматриваются вопросы, связанные с вероятностным характером функционирования систем электроснабжения, причины возникновения отказов в этих системах, основы теории надежности методы расчета показателей надежности систем различной структуры, вопросы экономических последствий нарушения электроснабжения.

Дисциплина базируется на знаниях, полученных студентами при изучении дисциплин: «Специальные главы математики», «Теоретические основы электротехники», «Электротехническое и конструкционное материаловедение».

Сведения из дисциплины «Надежность электроснабжения» используются в таких курсах как, «Электроэнергетические системы и сети», «Электрические станции и подстанции», «Электрические аппараты», «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем», «Эксплуатация систем электроснабжения», «Системы электроснабжения».

Знания, полученные при освоении дисциплины «Надежность электроснабже-ния», необходимы также при выполнении бакалаврской выпускной квалификационной работы.

**3. Компетенции обучающегося, формируемые в процессе освоения дисциплины «Надежность электроснабжения »**

В результате освоения данной дисциплины студент должен обладать следующими компетенциями:

* способностью рассчитывать технико-экономические показатели электрических сетей (ПК-2.1);
* способностью принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности (УК-10).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**Знать:**

- основные показатели экономической эффективности и их составляющие; критерии оценки затрат и обоснованности экономических решений;

- основные документы, регламентирующие финансовую грамотность в профессиональной деятельности; источники финансирования профессиональной

деятельности; принципы планирования экономической деятельности; критерии оценки затрат и обоснованности экономических решений;

**Уметь:**

- обосновывать выбор и принятие экономических решений при проектировании электрических сетей на основе учёта критериев эффективности;

- обосновывать принятие экономических решений в различных областях жизнедеятельности на основе учета факторов эффективности; планировать деятельность с учетом экономически оправданные затрат, направленных на достижение результата.

**Владеть:**

- методикой расчёта, оценки и анализа экономической целесообразности при технико-экономическом сравнении вариантов при строительстве в один год и неизменных годовых издержках;

- методикой анализа, расчета и оценки экономической целесообразности планируемой деятельности (проекта), его финансирования из внебюджетных и бюджетных источников.

**4. Структура и содержание дисциплины «Надежность электроснабжения»**

**4.1. Структура курса**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц (2 з.е. в 4 семестре, 3 з.е. в 5 семестре) всего 180 часов.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | Раздел дисциплины | Семестр | Неделя семестра | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах) | | | | Форма текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)  Форма промежуточной аттестации (по семестрам) | Максимальный балл за раздел |
| Л | ПЗ | ИДЗ | СР |
| 1. | **Введение** | **4** | **1** | **2** | **2** |  |  |  |  |
| 2. | **Применение в задачах энергетики методов теории вероятностей.** | **4** | **2-6** | **4** | **6** | **6** | **10** | **Защита ИДЗ №1, контрольные работы и тесты** | **30** |
| 3. | **Основы теории надежности.** | **4** | **7-11** | **2** | **2** |  | **10** | **Контрольные работы и тесты** | **25** |
| 4. | **Применение теории случайных процессов для анализа надежности систем электроснабжения** | **4** | **12-16** | **4** | **10** | **6** | **10** | **Защита ИДЗ №2, контрольные работы и тесты** | **20** |
| 5. | **Методы анализа надежности сложных структур электрических систем.** | **5** | **1-10** | **6** | **10** | **6** | **10** | **Контрольные работы и тесты** | **25** |
| 6. | **Технико-экономическая оценка надежности электроснабжения** | **5** | **11-16** | **2** | **2** | **6** | **10** |  |  |
| 7. | **ИТОГО:** | **5** | **17** | **42** | **64** | **24** | **50** | **Форма аттестации - зачет** | **100** |

**4.2 Содержание лекционно-практических форм обучения**

**4.2.1. Содержание лекций:**

*1.Введение*

Содержание и задачи курса. Определение понятия «надежность». Задачи и исходные положения оценки надежности систем электроснабжения. Основные требования, предъявляемые к системам электроснабжения. Причины нарушений нормального режима систем электроснабжения. Факторы, влияющие на надежность электроснабжения.

*2. Применение в задачах энергетики методов теории вероятностей*

Техническая и математическая постановка задачи. Случайные события в энергетике. Определение вероятностных характеристик случайных событий. Случайные величины в энергетике. Вероятностные характеристики случайных величин. Краткие сведения о применении математической статистики при получении вероятностных характеристик случайных событий и случайных величин. Случайные процессы в энергетике. Поток случайных событий. Понятие о простейшем стационарном процессе. Свойства простейшего потока событий.

*3. Основы теории надежности*

Основные понятия и определения теории надежности. Единичные показатели (характеристики) безотказности и восстанавливаемости. Поток отказов восстанавливаемых элементов. Параметр потока отказов. Комплексные показатели надежности.

*4.**Применение теории случайных процессов для анализа надежности систем электроснабжения*

Особенности функционирования систем электроснабжения. Возможные состояния системы электроснабжения и расчетные схемы, используемые для оценки надежности. Процессы отказов и восстановлений одноэлементной схемы. Показатели надежности системы, состоящей из последовательно соединенных восстанавливаемых элементов. Учет преднамеренных отключений и ремонтных состояний схемы с последовательным соединением элементов. Показатели надежности системы, состоящей из параллельно соединенных восстанавливаемых элементов. Расчет показателей надежности с учетом ремонтных состояний и преднамеренных отключений элементов.

*5. Методы анализа надежности сложных структур электрических систем.*

Понятие о структурной и функциональной надежности электрических систем. Показатели структурной надежности. Состояние полного отказа и безотказной работы сложной схемы относительно узла нагрузки. Структурный анализ сложных схем. Приемы декомпозиций сложных схем. Выделение путей и сечений схем. Эквивалентные расчетные схемы. Расчет показателей надежности относительно узлов нагрузки в сложных схемах на основе использования эквивалентных схем путей и сечений. Учет преднамеренных отключений при определении показателей надежности сложных систем.

*6. Технико-экономическая оценка надежности электроснабжения*

Общие положения технико-экономических расчетов с учетом фактора надежности. Оценка ущерба, вызванного нарушением нормального режима электроснабжения. Информация для оценки ущерба. Оптимизация уровней надежности систем электроснабжения.

**4.2.2. Практические занятия:**

Занятие 1. Анализ условий возникновения и развития системных аварий.

Занятие 2. Вероятностные характеристики случайных событий и случайных величин.

Занятие 3. Определение вероятного дефицита мощности в автономной электрической системе.

Занятие 4. Определение показателей надежности одноэлементной схемы.

Занятие 5. Расчет показателей надежности системы с последовательным соединением элементов.

Занятие 6 Расчет показателей надежности системы с последовательным соединением элементов при учете преднамеренных отключений.

Занятие 7 Расчет показателей надежности системы с параллельным соединением элементов.

Занятие 8 Расчет показателей надежности системы с параллельным соединением элементов при учете преднамеренных отключений.

Занятие 9. Составление расчетной схемы замещения для системы сложной структуры.

Занятие 10. Расчет показателей надежности сложной системы относительно узла нагрузки на основе использования эквивалентной схемы путей.

Занятие 11. Расчет показателей надежности сложной системы относительно узла нагрузки на основе использования эквивалентной схемы сечений.

Занятие 12. Расчет показателей надежности системы сложной структуры с учетом преднамеренных отключений.

**4.3. Индивидуальные домашние задания:**

Задание №1. Определение вероятностных характеристик мощности узла нагрузки.

Задание №2. Расчет вероятного недоотпуска электроэнергии потребителям узла нагрузки

**5. Образовательные технологии**

В процессе преподавания дисциплины «Надежность электроснабжения» используются как традиционные формы обучения – лекции, лекции-презентации и практические занятия, так и активные и интерактивные методы обучения – подготовка к практическим занятиям, выполнение индивидуальных домашних заданий.

При проведении лекционных и практических занятий используется наглядно-иллюстрационный раздаточный материал.

**6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

В процессе обучения для оценки уровня усвоения разделов дисциплины «Надежность электроснабжения» и результативности самостоятельной работы студентов применяются активные методы контроля:

6.1. Текущий контроль

*Цель контроля:* Регулярное отслеживание уровня усвоения материала на лекциях и практических занятиях.

*Форма проведения:* На практических занятиях проводятся опрос и/или контрольные работы в объеме 1 часа в виде самостоятельного решения задач по теме практического занятия.

*Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов:*

- бланки тестов и контрольных работ.

6.2. Самоконтроль, осуществляемый студентом в процессе изучения дисциплины.

*Цель контроля:* Результативность самостоятельной работы студента

*Форма проведения:* Консультации для студента, во время которых он может оценить результаты своей самостоятельной работы при подготовке к контрольным работам и при выполнении индивидуальных домашних заданий.

*Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов:*

- индивидуальные домашние задания;

- бланки тестов и контрольных работ.

6.4. Промежуточный контроль по окончании изучения раздела дисциплины.

*Цель контроля:* Оценка степени усвоения материала раздела.

*Форма проведения:* Защита индивидуальных домашних заданий, тестирование.

*Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов:*

- индивидуальные домашние задания;

- бланки тестов и контрольных работ.

6.5. Итоговый контроль

*Цель контроля:* Проверка знаний и навыков студентов, полученных на лекционных, практических занятиях, при выполнении индивидуальных домашних заданий.

*Форма проведения:* На основании результатов текущего и промежуточного контроля за семестр студенты сдают зачет.

*Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов:*

- вопросы для подготовки к зачету по дисциплине «Надежность электроснабжения».

**7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

7.1 Основная литература:

Китушин В.Г. Надежность энергетических систем. Учебн. пособие для электроэнергетич. спец. вузов.-М., Высшая школа ,1984-2 экз.

Гук Ю. Б. Теория надежности в электроэнергетике. Учебн. пособие для вузов –Л.,Энергоатомиздат. Ленинградское отд-ние. 1990-4 экз.

Расчеты и анализ режимов работы сетей / Под ред. В.А. Веникова –М., Энергия, 1974-20 экз.

Фокин Ю.А. Надежность и эффективность сетей электрических систем - М.: Высшая школа , 1989-2экз.

Электрические системы. Математические задачи энергетики .-М., Высшая школа, 1981-10 экз.

Малафеев, С.И. Надежность технических систем. Примеры и задачи [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.И. Малафеев, А.И. Копейкин. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2012. — 314 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\_id=2778

7.2 Дополнительная литература

Розанов М.Н. Надежность электроэнергетических систем –М., Энергоатомиздат,1984-5 экз.

Михайлов В.В. Надежность электроснабжения промышленных предприятий –

М., Энергоиздат, 1982-5 экз.

Фокин Ю.А.,Туфанов В.А. Оценка надежности систем электроснабжения –

М., Энергоиздат ,1981-5 экз.

Вентцель Е.С. , Овчаров Л.А.Теория вероятностей и её инженерные приложения-

М., Наука , 1988-18 экз.

Аполлонский, С.М. Надежность и эффективность электрических аппаратов [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.М. Аполлонский, Куклев Ю. В. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2011. — 444 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\_id=2034

**8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

ПЭВМ лаборатории № 207 для выполнения индивидуальных домашних заданий.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО НИЯУ МИФИ по   
специальности *13.03.02 – электроэнергетика и электротехника*

Автор Д.Л. Карпеев – к.пед.н., доцент

Рецензент М.Ю. Калинин – ведущий специалист кафедры

Электрификации промышленных предприятий

Переработано Т.Ф. Лифановой – заведующей лабораторией Электроснабжение промышленных предприятий

Программа одобрена на заседании

от 20.01.2022 года, протокол № 5.