

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра Строительства,  
энергетики и транспорта

**Методические рекомендации к самостоятельной работе**  
по дисциплине  
**«Надежность электроснабжения»**  
для всех форм обучения направления  
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника  
(профиль Электроснабжение)

Мурманск  
2021

## Оглавление

Введение .....	3
Задания и темы для самостоятельной работы студентов.....	4
Перечень рекомендуемой литературы .....	7

## **Введение**

Самостоятельная работа студентов является важнейшим компонентом образовательного процесса, формирующим личность студента, его мировоззрение и культуру безопасности, развивающим его способности к самообучению и повышению своего профессионального уровня.

**Цель дисциплины** - получение знаний о современной теории надежности в технике и применении её методов в системах электроснабжения городов, промышленных предприятий, объектов сельского хозяйства и транспортных систем.

**Задачи дисциплины:** познакомить с экономикой фактора надежности систем электроснабжения; дать информацию о теоретических основах анализа надежности систем электроснабжения; научить синтезу систем электроснабжения по заданному уровню надежности.

## **Задания и темы для самостоятельной работы студентов**

### **Раздел 1. Задачи и исходные положения оценки надёжности.**

Надёжность в технике и энергетике. Исторические сведения о надёжности. Развитие науки о надёжности систем электроснабжения. Задачи надёжности при проектировании и эксплуатации систем электроснабжения. Основные особенности систем электроснабжения с точки зрения теории надёжности. Причины и физические основы возникновения и развития аварий в системах электроснабжения. Классификация аварий. Практические методы и средства обеспечения надёжности в технических и энергетических системах. Основные понятия, термины и определения теории надёжности в технике и энергетике. Относительность понятия "элемент" и "система" при анализе надёжности сложных технических систем

### **Раздел 2. Факторы, нарушающие надёжность системы и их математические описания.**

Понятие отказа. Причины отказов основных элементов систем электроснабжения: воздушных линий электропередачи, кабельных линий электропередачи, трансформаторов, коммутационных аппаратов, устройств релейной защиты и автоматики. Классификация отказов. Поток отказов элементов и их свойства.

### **Раздел 3. Математические модели и количественные описания.**

Основные понятия теории вероятностей. Событие. Вероятность события. Классификация случайных событий. Основы теории множеств. Алгебра событий. Аксиомы теории вероятностей. Основные законы и правила теории вероятностей. Формула полной вероятности и формула Байеса. Случайные величины и их характеристики. Законы распределения случайных величин, используемые в теории надёжности. Случайные процессы. Марковские процессы как модели функционирования элементов систем электроснабжения. Пуассоновский процесс и его применение для описания вероятностных характеристик отказов и восстановлений элементов систем электроснабжения. Теория массового обслуживания. Модель «гибели и размножения». Формула Литла.

### **Раздел 3. Математические модели и количественные описания.**

Основные понятия теории вероятностей. Событие. Вероятность события. Классификация случайных событий. Основы теории множеств. Алгебра событий. Аксиомы теории вероятностей. Основные законы и правила теории вероятностей. Формула полной вероятности и формула Байеса. Случайные величины и их характеристики. Законы распределения случайных величин, используемые в теории надежности. Случайные процессы. Марковские процессы как модели функционирования элементов систем электроснабжения. Пуассоновский процесс и его применение для описания вероятностных характеристик отказов и восстановлений элементов систем электроснабжения. Теория массового обслуживания. Модель «гибели и размножения». Формула Литла.

### **Раздел 4. Математические модели и количественные расчёты надёжности систем.**

Показатели надежности невосстанавливаемых и восстанавливаемых элементов и систем. Комплексные показатели надежности восстанавливаемых элементов электрических систем. Процессы отказов и восстановлений одноэлементной схемы. Процессы отказов и восстановления в простейших и сложных системах.

Принципы составления систем дифференциальных уравнений для описания процессов отказов и восстановления элементов и систем. Приемы формализации при формировании систем дифференциальных уравнений. Асимптотические методы при анализе надежности простейших систем. Модели процессов преднамеренных отключений, ремонтных состояний в реальных системах электроснабжения. Асимптотические методы при анализе надежности простейших и сложных систем.

Практические методы расчета надежности схем электрических соединений при последовательном, параллельном и последовательно-параллельном соединении элементов в системе. Основные приемы и методы структурного анализа при расчетах надежности систем электроснабжения. Метод минимальных путей и сечений. Методы определения минимальных путей и сечений относительно расчетных объектов (узлов нагрузки, узлов генерации, передающих элементов) в системах электроснабжения. Понятия об основных и дополнительных сечениях. Составление расчетных схем по надежности систем электроснабжения с учетом оперативных переключений. Понятия о структурной и функциональной надежности. Методы учета

ограничений пропускной способности элементов и их групп при анализе структурной и функциональной надежности.

## **Раздел 5. Экономические аспекты надежности**

Методы расчета недоотпуска электроэнергии на различных интервалах времени и при переменных коммутационных состояниях систем. Методы экономической оценки уровня надежности систем электроснабжения.

## **Раздел 6. Синтез систем электроснабжения по уровню надежности**

Основные приемы синтеза схем электрических соединений с заданным уровнем надежности. Требования нормативных материалов, предъявляемые к уровню надежности электроснабжения. Сведения о современных методах расчета надежности. Влияние принципов построения и особенностей управления систем электроснабжения на уровень надежности электроснабжения различных электроприемников и потребителей.

## Перечень рекомендуемой литературы

1. Ефремов, Л. В. Практика вероятностного анализа надежности техники с применением компьютерных технологий : монография / Л. В. Ефремов; Рос. акад. наук, Ин-т проблем машиноведения. - Санкт-Петербург : Наука, 2008. - 215, [1] с. : ил. - Библиогр.: с. 210-212. - ISBN 978-5-02-025340-7 : 450-00.

2. Светлицкий, В. А. Статистическая механика и теория надежности : учебник для вузов / В. А. Светлицкий. - Изд. 2-е, стер. - Москва : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004. - 503 с. : ил. - Библиогр.: с. 500-501. - ISBN 5-7038-1772-2 : 110-00.

3. Тремясов, В. А. Теория надежности в энергетике. Надежность систем генерации, использующих ветровую и солнечную энергию : учебное пособие / В. А. Тремясов, Т. В. Кривенко. — Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2017. — 164 с. — ISBN 978-5-7638-3749-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/84157.html> (дата обращения: 23.10.2019). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

4. Кобелев, А. В. Установившиеся и переходные режимы работы электрических цепей : учебное пособие / А. В. Кобелев, С. В. Кочергин, Печагин Е. А.. — Тамбов : Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2017. — 153 с. — ISBN 978-5-8265-1694-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/85981.html> (дата обращения: 23.10.2019). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

5. Ананичева, С. С. Анализ электроэнергетических сетей и систем в примерах и задачах : учебное пособие / С. С. Ананичева, С. Н. Шелюг. — Екатеринбург : Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2016. — 176 с. — ISBN 978-5-7996-1784-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/65910.html> (дата обращения: 23.10.2019). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

6. Валеев, И. М. Методика расчета режима работы системы электроснабжения городского района : монография / И. М. Валеев, Т. А. Мусаев. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2016. — 132 с. — ISBN 978-5-7882-2093-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/79324.html> (дата обращения: 23.10.2019). — Режим доступа: для авторизир. пользователей