Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 23.05.2026 11:18:19
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**
**(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)**

Факультет урбанистики и городского хозяйства

УТВЕРЖДАЮ
Декан
_____/К.И. Лушин/
26 февраля 2026 года

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

## «Надёжность систем энергоснабжения»

Направление подготовки
**13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника**

Профиль
**Распределенная тепловая энергетика**

Квалификация
**Магистр**

Формы обучения
**Очная**

Москва, 2026 г.

**Разработчик(и):**

Доцент кафедры «Промышленная теплоэнергетика» к.т.н., доцент / Л.А.Марюшин /
И.О. Фамилия

Доцент кафедры «Промышленная теплоэнергетика» к.т.н., доцент, с.н.с. / В.Н.Чичерюкин /
И.О. Фамилия

**Согласовано:**

Заведующий кафедрой «Промышленная теплоэнергетика», к.т.н., доцент / Л.А. Марюшин /
И.О. Фамилия

# Содержание


1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине ... 4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы ... 5
3. Структура и содержание дисциплины ... 5
   - 3.1. Виды учебной работы и трудоемкость ... 5
   - 3.2. Тематический план изучения дисциплины ... 6
   - 3.3. Содержание дисциплины ... 6
   - 3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий ... 8
   - 3.5. Тематика курсовых проектов (курсовых работ) ... 9
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение ... 9
   - 4.1. Нормативные документы и ГОСТы ... 9
   - 4.2. Основная литература ... 9
   - 4.3. Дополнительная литература ... 10
   - 4.4. Электронные образовательные ресурсы ... 10
   - 4.5. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение ... 10
   - 4.6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы ... 11
5. Материально-техническое обеспечение ... 11
6. Методические рекомендации ... 11
   - 6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения ... 11
   - 6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины ... 12
7. Фонд оценочных средств ... 13
   - 7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения ... 13
   - 7.2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения ... 13
   - 7.3. Оценочные средства ... 14

# 1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

К **основным целям** освоения дисциплины «Надёжность систем энергоснабжения» следует отнести:

– формирование знаний о современных принципах, методах и средствах повышения надёжности систем энергоснабжения;

– изучение способов повышения эффективности методов повышения и определения параметров надёжности систем энергоснабжения, выработка навыков у студентов самостоятельно формулировать и решать задачи определения технических параметров при анализе режимов эксплуатации энергетических систем и комплексов.

– подготовка студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой магистра по направлению, в том числе формирование умений по выявлению необходимых усовершенствований и разработке новых, более эффективных методов повышения надёжности систем энергоснабжения при проектировании и эксплуатации.

1. К **основным задачам** освоения дисциплины «Надёжность систем энергоснабжения» следует отнести:

– выработать навыки у студентов самостоятельно формулировать задачи повышения надёжности систем энергоснабжения;

– научить мыслить системно на примерах повышения эффективности надёжности систем энергоснабжения при реализации технологических процессов;

– научить анализировать существующие методы повышения надёжности систем энергоснабжения, разрабатывать и внедрять необходимые изменения в их методике с позиций повышения эффективности;

– дать информацию о новых направлениях в совершенствовании данных методов в отечественной и зарубежной практике, развивать способности объективно оценивать преимущества и недостатки методов повышения надёжности систем энергоснабжения, как отечественных, так и зарубежных;

– научить анализировать параметры надёжности систем энергоснабжения, производить поиск оптимизационного решения с помощью всевозможных методов.

Обучение по дисциплине «Надёжность систем энергоснабжения» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

| Код и наименование компетенций | Индикаторы достижения компетенции |
|---|---|
| **ПК-1.** Способность к разработке концепций и проведению теплотехнических расчетов объектов профессиональной деятельности | ИПК-1.1. Использует нормативно-техническую документацию при выполнении отдельных разделов проектов<br>ИПК-1.2. Проводит выбор наилучших схем теплотехнических систем и конструкций теплотехнических аппаратов при выполнении отдельных разделов проектов<br>ИПК-1.3. Участвует в проведении авторского надзора при проведении работ по выполнению проекта |

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к части, формируемая участниками образовательных отношений блока Б1 «Дисциплины (модули)».

«Надёжность систем энергоснабжения» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

1. Проектирование и эксплуатация систем отопления и вентиляции;
2. Распределенная тепловая энергетика;
3. Современные проблемы теплоэнергетики, теплотехники и теплотехнологий;
4. Проектирование и эксплуатация теплоэнергетических установок;
5. Проектирование и эксплуатация источников и систем теплоснабжения.

## 3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 часа).

### 3.1 Виды учебной работы и трудоемкость
(по формам обучения)

3.1.1. Очная форма обучения

| № п/п | Вид учебной работы | Количество часов | Семестры |
|---|---|---|---|
| | | | 2 |
| **1** | **Аудиторные занятия** | **36** | 36 |
| | В том числе: | | |
| 1.1 | Лекции | 16 | 16 |
| 1.2 | Семинарские/практические занятия | 10 | 10 |
| 1.3 | Лабораторные занятия | 10 | 10 |
| **2** | **Самостоятельная работа** | **108** | 108 |
| | В том числе: | | |
| 2.1 | Самостоятельное изучение | 108 | 108 |
| **3** | **Промежуточная аттестация** | | |
| | Зачет/диф.зачет/экзамен | | Экзамен |
| | **Итого** | **144** | 144 |

## 3.2 Тематический план изучения дисциплины

(по формам обучения)

3.2.1. Очная форма обучения

| № п/п | Разделы/темы дисциплины | Трудоемкость, час | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Всего | Аудиторная работа | | | | Самостоятельная работа |
| | | | Лекции | Семинарские/ практические занятия | Лабораторные занятия | Практическая подготовка | |
| 1 | Раздел 1. | | | | | | |
| 1.1 | Тема 1. Введение. Задачи и исходные положения оценки надёжности | 13 | 2 | 1 | - | | 10 |
| 1.2 | Тема 2. Факторы, нарушающие надёжность системы электроснабжения и их математические описания | 23 | 3 | 1 | 2 | | 17 |
| 1.3 | Тема 3. Случайные величины в системах электроснабжения и законы их распределения | 24 | 3 | 2 | 2 | | 17 |
| 1.4 | Тема 4. Числовые характеристики функционирования систем энергоснабжения | 21 | 2 | 1 | 2 | | 16 |
| 1.5 | Тема 5. Математические модели и их количественные описания | 22 | 2 | 2 | 2 | | 16 |
| 1.6 | Тема 6. Математические модели и количественные расчеты надёжности систем электроснабжения | 21 | 2 | 1 | 2 | | 16 |
| 1.7 | Тема 7. Технико-экономическая оценка недоотпуска энергии и эффективности надёжного энергоснабжения | 20 | 2 | 2 | - | | 16 |
| | **Итого** | **144** | **16** | **10** | **10** | | **108** |

## 3.3 Содержание дисциплины

**Раздел 1. Второй семестр.**

***Тема 1.*** **Введение. Задачи и исходные положения оценки надёжности**

Техническая и математическая постановка задачи. Области приложения вероятностных методов расчета в энергоснабжении. Основные понятия и определения. Классификация случайных событий в задачах энергоснабжения. Зависимые и независимые, совместные и несовместные события.

***Тема 2.*** **Факторы, нарушающие надёжность системы электроснабжения и их математические описания**

Модели отказов элементов систем электроснабжения. Внезапные и постепенные отказы элементов. Формирование модели внезапных отказов. Формирование модели постепенных отказов. Причины повреждений основных элементов энергосетей. Случайные

события как простейшая вероятностная модель. Основные теоремы теории вероятности в решении задач надёжности энергоснабжения. Основные правила определения вероятности сложных событий, их применение к задачам энергоснабжения. Формула полной вероятности. Теорема гипотез.

***Тема 3.*** **Случайные величины в системах электроснабжения и законы их распределения**

Ряд распределения. Многоугольник распределения. Закон распределения случайных величин. Функция распределения непрерывной случайной величины. Свойства функции распределения. Вероятность попадания случайной величины на заданный участок по функции распределения. Плотность распределения. Кривая распределения. Вероятность попадания случайной величины на заданный участок по кривой распределения.

***Тема 4.*** **Числовые характеристики функционирования систем энергоснабжения**

Характеристики положения. Математическое ожидание. Мода случайной величины. Полимодальные распределения. Медиана случайной величины. Начальные моменты случайной величины. Центральные моменты случайной величины. Дисперсия и среднее квадратическое отклонение случайной величины. Вида асимметрии распределения случайных величин. Свойства числовых характеристик случайных величин.

**Тема 5. Математические модели и их количественные описания**

Биномиальное распределение случайных величин в задачах надёжности энергоснабжения. Задачи, решаемые с помощью биномиального распределения. Формула Бернулли. Схема Бернулли как модель включенного, выключенного состояний элементов. Распределение вероятностей. Коэффициенты разложения бинома.

Распределение Пуассона – модель для оценки вероятности наступления определенного числа событий. Определение распределения Пуассона. Формула Пуассона. Многоугольники распределения. Числовые характеристики. Задачи, решаемые с использованием распределения Пуассона. Поток событий. Свойства пуассоновского потока событий. Задачи, решаемые в пуассоновском потоке событий.

Показательное распределение – модель оценки наработки на отказ. Определение показательного распределения. Плотность и функция распределения показательного закона. Вероятность попадания в заданный интервал показательно распределенной случайной величины. Числовые характеристики показательного распределения. Функция надёжности. Показательный закон надёжности.

Закон равномерного распределения вероятностей. Определение задач практики, распределяющихся по закону равномерной плотности. Функция распределения для равномерной плотности. Числовые характеристики.

Нормальный закон распределения нагрузки в системах энергоснабжения. Особенность нормального закона распределения случайных величин в системах энергоснабжения. Плотность вероятности распределения. Оценка воздействий числовых характеристик – математического ожидания и среднего квадратического отклонения на форму кривой распределения нормального закона. Функция распределения нормального закона. Вероятность попадания случайной величины на заданный участок. Вероятность отклонения случайной величины относительно центра рассеивания. Правило трех сигм.

**Тема 6. Математические модели и количественные расчеты надёжности систем электроснабжения**

Метод расчета показателей надёжности схем энергоснабжения по средним значениям

вероятностей состояния элементов. Понятие «элемент» и «система» в расчетах надёжности. Средние вероятности состояния элемента. Использование статистических данных состояния элементов. Вероятности отказового и безотказового состояния схем с последовательным соединением элементов. Вероятности отказового и безотказового состояния схем с параллельным соединением элементов.

Метод анализа вероятностей состояний системы и метод с использованием формулы полной вероятности. Определение показателей надёжности различных состояний системы с учетом логики функционирования сети. Преимущества метода анализа вероятностей состояний. Область применения и последовательность расчетов. Интерпретация формулы полной вероятности для определения надёжной работы схемы. Область ее приложения. Теорема разложения на множители как средство практического применения формулы полной вероятности в расчетах надёжности схем электроснабжения. Расчет схемы типа «мостик». Расчет схемы типа «двойной мостик».

Методы структурного анализа сложных схем и использование их для оценки надёжности. Применение методов структурного анализа для исследования схем систем энергоснабжения. Задачи, решаемые с помощью методов минимальных путей и минимальных сечений. Минимальные пути для схемы типа «мостик». Минимальные сечения для схемы типа «мостик». Правило определения надёжной работы схем по методу минимальных путей. Определение отказового состояния схем по методу минимальных сечений.

**Тема 7. Технико-экономическая оценка недоотпуска энергии и эффективности надёжного энергоснабжения**

Характеристики потребителей и последствия от нарушения их энергоснабжения. Характеристика потребителей и их требований к надёжности. Ущерб от нарушений энергоснабжения. Нормирование показателей надёжности энергоснабжения.

## 3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1. Семинарские/практические занятия

Практическое занятие 1. Введение. Задачи и исходные положения оценки надёжности

Практическое занятие 2. Факторы, нарушающие надёжность системы электроснабжения и их математические описания

Практическое занятие 3. Случайные величины в системах электроснабжения и законы их распределения

Практическое занятие 4. Числовые характеристики функционирования систем энергоснабжения

Практическое занятие 5. Математические модели и их количественные описания

Практическое занятие 6. Математические модели и количественные расчеты надёжности систем электроснабжения

Практическое занятие 7. Технико-экономическая оценка недоотпуска энергии и эффективности надёжного энергоснабжения

3.4.2. Лабораторные занятия

Лабораторное занятие 1. Факторы, нарушающие надёжность системы электроснабжения и их математические описания.

Лабораторное занятие 2. Случайные величины в системах электроснабжения и законы их распределения. Освоение статистического пакета «Анализ данных» на примере исследования распределения Пуассона.

Лабораторное занятие 3. Числовые характеристики функционирования систем энергоснабжения. Статистический эксперимент, обработка первичных данных, подбор аналитической модели.

Лабораторное занятие 4. Математические модели и их количественные описания. Исследование вероятностного явления возникновения недоотпуска электроэнергии в неоднородной концентрированной энергосистеме.

Лабораторное занятие 5. Математические модели и количественные расчеты надёжности систем электроснабжения. Построение компьютерной вероятностной модели нарушения связи источников питания с узлом нагрузки в энергосети.

### 3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Курсовые проекты не предусмотрены.

## 4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

### 4.1 Нормативные документы и ГОСТы

1. Энергетическая стратегия РФ до 2035 года // Министерство энергетики РФ. [Электронный ресурс]: URL: https://minenergo.gov.ru/node/1026.

### 4.2 Основная литература

1. Пантелеев В.И. Многоцелевая оптимизация и автоматизированное проектирование управления качеством электроснабжения в электроэнергетических системах: монография [Электронный ресурс]: монография / В.И. Пантелеев, Л.Ф. Поддубных. — Электрон. дан. — Красноярск: СФУ, 2009. — 194 с.

2. Аполлонский С.М. Надежность и эффективность электрических аппаратов [Электронный ресурс]: учеб. пособие / С.М. Аполлонский, Ю.В. Куклев. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2011. — 448 с.

3. Можаева С.В. Экономика энергетического производства [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2011. — 272 с.

4. Агарков А.П. Теория организации. Организация производства на предприятиях. Интегрированное учебное пособие [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А.П. Агарков, Р.С. Голов, А.М. Голиков. — Электрон. дан. — Москва: Дашков и К, 2010. — 260 с.

5. Бочаров П.П. Теория вероятностей и математическая статистика [Электронный ресурс]: учеб. пособие / П.П. Бочаров, А.В. Печинкин. — Электрон. дан. — Москва: Физматлит, 2005. — 296 с.

### 4.3 Дополнительная литература

1. Королев В.Ю. Математические основы теории риска [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В.Ю. Королев, В.Е. Бенинг, С.Я. Шоргин. — Электрон. дан. — Москва: Физматлит, 2011. — 620 с.

2. Диагностика автоматизированного производства [Электронный ресурс]: монография / С.Н. Григорьев [и др.]. — Электрон. дан. — Москва: Машиностроение, 2011. — 600 с.

3. Котельные установки. Том IV-18 [Электронный ресурс] / Ю.А. Рундыгин [и др.]. — Электрон. дан. — Москва: Машиностроение, 2009. — 400 с.

4. Сахин В.В. Устройство и действие энергетических установок. Кн. 2. Газовые турбины. Теплообменные аппараты: учебное пособие [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2015. — 133 с.

5. Свешников А.А. Прикладные методы теории вероятностей [Электронный ресурс]: учеб. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2012. — 480 с.

### 4.4 Электронные образовательные ресурсы

Проведение занятий и аттестаций возможно в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS) на основе разработанных кафедрой электронных образовательных ресурсов (ЭОР) по всем разделам программы:

| Название ЭОР | |
|---|---|
| Надежность систем энергоснабжения | https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=3489 |

Разработанный ЭОР включает в себя: лекционный и практический материал; самостоятельную работу (в виде реферата, РГР, курсовой работы или проекта); видеоматериалы; промежуточный и итоговый тесты.

Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

Каждый студент обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронным библиотекам университета *(*http://lib.mami.ru/lib/content/elektronnyy-katalog*)*.

Ссылка на электронную библиотеку:
https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=7621&section=1

### 4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

6. МойОфис – российская компания-разработчик безопасных офисных решений для общения и совместной работы с документами (Альтернатива MS Office) https://myoffice.ru/
7. Платформа nanoCAD – это российская платформа для проектирования и моделирования объектов различной сложности. Поддержка форматов *.dwg и IFC делает ее отличным решением для совмещения САПР- и BIM-технологий. Функционал платформы может быть расширен с помощью специальных модулей https://www.nanocad.ru/support/education/
8. Система трехмерного моделирования «КОМПАС-3D» https://edu.ascon.ru/main/download/freeware/

9. VALTEC.PRG.3.1.3. Программа для теплотехнических и гидравлических расчетов https://valtec.ru/document/calculate/
10. Онлайн расчеты АВОК-СОФТ https://soft.abok.ru/help_desk/

### 4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Российская национальная библиотека http://www.nlr.ru
2. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» https://biblioclub.ru/index.php
3. Научная электронная библиотека http://www.elibrary.ru
4. Российская государственная библиотека http://www.rsl.ru
5. Образовательная платформа ЮРАЙТ http://www.urait.ru
6. «Техэксперт» – справочная система, предоставляющая нормативно-техническую, нормативно-правовую информацию https://техэксперт.сайт/
7. НП «АВОК» – помощник инженера по отоплению, вентиляции, кондиционированию воздуха, теплоснабжению и строительной теплофизике https://www.abok.ru/
8. Е-ДОСЬЕ – Электронный эколог. Независимая информация о российских организациях, база нормативных документов и законодательных актов https://e-ecolog.ru/
9. Инженерная сантехника VALTEC (каталог продукции и нормативная документация) https://valtec.ru/

## 5. Материально-техническое обеспечение

Для проведения лекционных занятий используются аудитории, оснащенные компьютерами, интерактивными досками, мультимедийными проекторами и экранами: АВ2404, АВ2415 и аудитории общего фонда. Для проведения семинарских и лабораторных работ используются аудитории: АВ2406, АВ1101 и аудитории корпуса УРБАН.ТЕХНОГРАД Инновационно-образовательном комплексе «Техноград», который расположен на территории ВДНХ.

## 6. Методические рекомендации

### 6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

6.1.1 Преподаватель организует преподавание дисциплины в соответствии с требованиями «Положения об организации образовательного процесса в Московском политехническом университете и его филиалах», утверждённым ректором университета.

6.1.2 На первом занятии преподаватель доводит до сведения студентов содержание рабочей программы дисциплины (РПД).

6.1.3 Преподаватель особенно обращает внимание студентов на:

- виды и формы проведения занятий по дисциплине, включая порядок проведения занятий с применением технологий дистанционного обучения и системы дистанционного обучения университета (СДО Московского Политеха);
- виды, содержание и порядок проведения текущего контроля успеваемости в соответствии с фондом оценочных средств;

– форму, содержание и порядок проведения промежуточной аттестации в соответствии с фондом оценочных средств, предусмотренным РПД.

6.1.4 Преподаватель доводит до сведения студентов график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД.

6.1.5 Преподаватель рекомендует студентам основную и дополнительную литературу.

6.1.6 Преподаватель предоставляет перед промежуточной аттестацией (экзаменом или зачётом) список вопросов для подготовки.

6.1.7 Преподаватели, которые проводят лекционные и практические (семинарские) занятия, согласуют тематический план практических занятий, чтобы использовать единую систему обозначений, терминов, основных понятий дисциплины.

6.1.8 При подготовке к семинарскому занятию по перечню объявленных тем преподавателю необходимо уточнить план их проведения, согласно РПД, продумать формулировки и содержание учебных вопросов, выносимых на обсуждение, ознакомиться с перечнем вопросов по теме семинара.

В ходе семинара во вступительном слове раскрыть практическую значимость темы семинарского занятия, определить порядок его проведения, время на обсуждение каждого учебного вопроса. Использовать фронтальный опрос давая возможность выступить всем студентам, присутствующим на занятии.

В заключительной части семинарского занятия следует подвести итоги: дать оценку выступлений каждого студента и учебной группы в целом. Раскрыть положительные стороны и недостатки проведенного семинарского занятия. Ответить на вопросы студентов. Выдать задания для самостоятельной работы по подготовке к следующему занятию.

6.1.9 Целесообразно в ходе защиты рефератов, лабораторных работ, курсовых работ и проектов задавать выступающим и аудитории дополнительные и уточняющие вопросы с целью выяснения их позиций по существу обсуждаемых проблем.

Возможно проведение занятий и аттестаций в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО Московского Политеха).

6.1.10 Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

## 6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

6.2.1 Студенту необходимо составить для себя график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД с учётом требований других дисциплин, изучаемых в текущем семестре.

6.2.2 При проведении занятий и процедур текущей и промежуточной аттестации с использованием инструментов информационной образовательной среды дистанционного образования университета (СДО Московского Политеха), как во время контактной работы с преподавателем, так и во время самостоятельной работы студент должен обеспечить техническую возможность дистанционного подключения к системам дистанционного обучения. При отсутствии такой возможности обсудить ситуацию с преподавателем дисциплины.

6.2.3 К промежуточной аттестации допускаются только обучающиеся, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины (РПД).

# 7. Фонд оценочных средств

## 7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

Контроль успеваемости и качества подготовки проводится в соответствии с требованиями "Положения об организации образовательного процесса в Московском политехническом университете".

Для контроля успеваемости и качества освоения дисциплины настоящей программой предусмотрены следующие виды контроля:

– контроль текущей успеваемости (текущий контроль);

– промежуточная аттестация.

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

- обсуждение вопросов по изученным темам;
- собеседование / устный опрос;
- разноуровневые задачи;
- контрольные работы;
- подготовка к тестированию и тестирование;
- зашита лабораторных работ.

## 7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Надёжность систем энергоснабжения».

| Шкала оценивания | Описание |
|---|---|
| Отлично | Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации. |
| Хорошо | Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное, правильное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, либо если при этом были допущены 2-3 несущественные ошибки. |

| | |
|---|---|
| Удовлетворительно | Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, в котором освещена основная, наиболее важная часть материала, но при этом допущена одна значительная ошибка или неточность. |
| Неудовлетворительно | Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации. |

## 7.3 Оценочные средства

7.3.1. Текущий контроль

Для проведения текущего контроля применяются следующие формы: разноуровневые задачи и задания; доклад, сообщение; устный опрос, собеседование, тест, зашита лабораторных работ.

7.3.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация проводится на соответствующих формам обучения семестрах в форме экзамена.

Экзамен проводится по билетам, ответы предоставляются письменно с последующим устным собеседованием. Билеты формируются из вопросов представленного ниже перечня. В билет включается два вопроса из разных разделов дисциплины и одно практическое задание. Перечень вопросов соответствует темам, изученным на лекционных и семинарских занятиях (прилагается). Время на подготовку письменных ответов – до 40 мин, устное собеседование – до 10 минут.

7.3.3. Вопросы для зачета/экзамена

1. Техническая и математическая постановка задачи.
2. Области приложения вероятностных методов расчета в энергоснабжении.
3. Классификация случайных событий в задачах энергоснабжения.
4. Зависимые и независимые, совместные и несовместные события.
5. Модели отказов элементов систем электроснабжения.
6. Внезапные и постепенные отказы элементов.
7. Формирование модели внезапных отказов.
8. Формирование модели постепенных отказов.
9. Причины повреждений основных элементов энергосетей.
10. Случайные события как простейшая вероятностная модель.
11. Основные теоремы теории вероятности в решении задач надежности энергоснабжения.
12. Основные правила определения вероятности сложных событий, их применение к задачам энергоснабжения.
13. Формула полной вероятности.
14. Теорема гипотез.
15. Ряд распределения.

16. Многоугольник распределения.

17. Закон распределения случайных величин.

18. Функция распределения непрерывной случайной величины.

18. Свойства функции распределения.

19. Вероятность попадания случайной величины на заданный участок по функции распределения.

20. Плотность распределения случайной величины.

21. Кривая распределения случайной величины.

22. Вероятность попадания случайной величины на заданный участок по кривой распределения.

23. Характеристики положения.

24. Математическое ожидание.

25. Мода случайной величины.

26. Полимодальные распределения.

27. Медиана случайной величины.

28. Начальные моменты случайной величины.

30. Центральные моменты случайной величины.

31. Дисперсия и среднее квадратическое отклонение случайной величины.

32. Вид асимметрии распределения случайных величин.

33. Свойства числовых характеристик случайных величин.

34. Биномиальное распределение случайных величин в задачах надежности энергоснабжения.

35. Задачи, решаемые с помощью биномиального распределения.

36. Формула Бернулли.

37. Схема Бернулли как модель включенного, выключенного состояний элементов.

38. Распределение вероятностей.

39. Коэффициенты разложения бинома.

40. Распределение Пуассона – модель для оценки вероятности наступления определенного числа событий.

41. Определение распределения Пуассона.

42. Формула Пуассона.

43. Многоугольники распределения. Числовые характеристики.

44. Задачи, решаемые с использованием распределения Пуассона.

45. Поток событий.

46. Свойства пуассоновского потока событий.

47. Задачи, решаемые в пуассоновском потоке событий.

48. Показательное распределение – модель оценки наработки на отказ.

49. Определение показательного распределения.

50. Плотность и функция распределения показательного закона.

51. Вероятность попадания в заданный интервал показательно распределенной случайной величины.

52. Числовые характеристики показательного распределения.

53. Функция надежности. Показательный закон надежности.

54. Закон равномерного распределения вероятностей.

55. Определение задач практики, распределяющихся по закону равномерной плотности.

56. Функция распределения для равномерной плотности. Числовые характеристики.

57. Нормальный закон распределения нагрузки в системах энергоснабжения.

58. Особенность нормального закона распределения случайных величин в системах энергоснабжения.

59. Плотность вероятности распределения.

60. Оценка воздействий числовых характеристик – математического ожидания и среднего квадратического отклонения на форму кривой распределения нормального закона.