



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)

8 16.04.2024

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИТЭ  
*Наименование института*

Гапоненко С.О.

«30» мая 2023 г.

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДЭ.01.06.08 Основы надежности систем энергообеспечения  
*(Код и наименование дисциплины в соответствии с РВП)*

Направление подготовки 13.03.01. Теплоэнергетика и теплотехника  
*(Код и наименование направления подготовки)*

Направленность(и) \*  
(профиль(и)) Энергообеспечение предприятий  
*(Наименование направленности (профиля) образовательной программы)*

Квалификация Бакалавр  
*(Бакалавр / Магистр)*

\* Наименование направленности (профиля) указывается только для дисциплин специализированного модуля 2

г. Казань, 2023

Программу разработал(и):

| Наименование кафедры | Должность, уч.степень, уч.звание | ФИО разработчика |
|----------------------|----------------------------------|------------------|
| ЭОС                  | Доцент, к.х.н.                   | Танеева А.В.     |
|                      |                                  |                  |

| Согласование | Наименование подразделения                                       | Дата       | № протокола   | Подпись  |
|--------------|--|------------|---------------|--|
| Одобрена     | Энергообеспечение предприятий, строительство зданий и сооружений | 19.05.2023 | Протокол № 12 | _____<br>Зав. каф., д.т.н., профессор<br>Ильин В.К.        |
| Согласована  | Энергообеспечение предприятий, строительство зданий и сооружений | 19.05.2023 | Протокол № 12 | _____<br>Зав. каф., д.т.н., профессор<br>Ильин В.К.        |
| Согласована  | Учебно-методический совет института                              | 30.05.2023 | Протокол №9   | _____<br>Директор ИТЭ,<br>к.т.н., доцент<br>Гапоненко С.О. |
| Одобрена     | Ученый совет института   | 30.05.2023 | Протокол №9   | _____<br>Директор ИТЭ,<br>к.т.н., доцент<br>Гапоненко С.О. |

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

*(Цель и задачи освоения дисциплины, соответствующие цели ОП)*

Целью освоения дисциплины Основы надежности систем энергообеспечения является изучение основ теории надежности, получения навыков решения математических моделей теории надежности, освоения методов прогнозирования надежности и поддержания оптимальных экономических режимов при эксплуатации основного и вспомогательного оборудования

Задачами дисциплины являются: ознакомить обучающихся с основными понятиями, определениями и положениями; дать информацию о основах математической статистики, теории вероятности, математических методах оценки и расчета показателей надежности; познакомить с методами обеспечения надежности оборудования при проектировании, изготовлении и эксплуатации; научить рассчитывать показатели надежности при проектировании и по результатам эксплуатации; научить использовать методы и способы повышения надежности; научить ставить и решать задачи по эксплуатационной надежности.

Компетенции и индикаторы, формируемые у обучающихся:

| Код и наименование компетенции   | Код и наименование индикатора  |
|--|--|
| ПК-1. Способен применять методы анализа, синтеза и оптимизации процессов энергообеспечения предприятия | ПК-1.2. Производит выбор оптимальных технических решений для разработки отдельных разделов проекта энергообеспечения предприятия |

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Предшествующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.  
Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологии;

Производственная практика (проектная);

Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.

Производственная практика (преддипломная практика);

Основы автоматизации систем энергоснабжения предприятий

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1. Структура дисциплины

Для очной формы обучения

| Вид учебной работы                    | Всего<br>ЗЕ | Всего<br>часов | Семестр |
|---------------------------------------|-------------|----------------|---------|
|                                       |             |                | 8       |
| ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ         | 4           | 144            | 144     |
| КОНТАКТНАЯ РАБОТА *                   | -           | 62             | 62      |
| АУДИТОРНАЯ РАБОТА                     | 2           | 48             | 48      |
| Лекции                                | 1           | 24             | 24      |
| Практические (семинарские) занятия    | 1           | 24             | 24      |
| Лабораторные работы                   | -           | -              | -       |
| САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ   | 2           | 96             | 60      |
| Проработка учебного материала         | 1,5         | 60             | 24      |
| Курсовой проект                       | -           | -              | -       |
| Курсовая работа                       | -           | -              | -       |
| Подготовка к промежуточной аттестации | 0,5         | 36             | 36      |
| Промежуточная аттестация:             |             |                | Э       |
|                                       |             |                | -       |

Для заочной формы обучения

| Вид учебной работы                    | Всего<br>ЗЕ | Всего<br>часов | Семестр |
|---------------------------------------|-------------|----------------|---------|
|                                       |             |                | 9       |
| ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ         | 4           | 144            | 144     |
| КОНТАКТНАЯ РАБОТА                     |             | 33             | 33      |
| АУДИТОРНАЯ РАБОТА                     | 1           | 16             | 16      |
| Лекции                                | 1,5         | 8              | 8       |
| Практические (семинарские) занятия    | 1,5         | 8              | 8       |
| Лабораторные работы                   |             | -              | -       |
| САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ   |             | 128            | 119     |
| Проработка учебного материала         |             | 119            | 110     |
| Курсовой проект                       |             | -              | -       |
| Курсовая работа                       |             | -              | -       |
| Подготовка к промежуточной аттестации |             | 9              | 9       |
| Промежуточная аттестация:             |             |                | Э       |
|                                       |             |                | -       |

### 3.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и видам занятий

| Разделы дисциплины        | Всего часов | Распределение трудоемкости по видам учебной работы |           |           |           | Формы и вид контроля | Индексы индикаторов формируемых компетенций |
|---------------------------|-------------|--|-----------|-----------|-----------|----------------------|---|
|                           |             | лекции   | лаб. раб. | пр. зан.  | сам. раб. |                      |   |
| Раздел 1                  | 36          | 8  | -         | 8         | 20        | ТК1                  | ПК-1.2                                      |
| Раздел 2                  | 36          | 8  | -         | 8         | 20        | ТК2                  | ПК-1.2.                                     |
| Раздел 3                  | 36          | 8  | -         | 8         | 20        | ТК3                  | ПК-1.2                                      |
| Экзамен                   | 36          | -  | -         | -         | 60        | ОМ 3                 | ПК-1.2.                                     |
| <b>Итого за 8 семестр</b> | <b>144</b>  | <b>24</b>  | <b>-</b>  | <b>24</b> | <b>60</b> |                      |   |
| <b>ИТОГО</b>              | <b>144</b>  | <b>24</b>  | <b>-</b>  | <b>24</b> | <b>60</b> |                      |   |

### 3.3. Содержание дисциплины

Раздел 1. Объекты исследования. Основные понятия в теории надежности.

Тема 1.1. Надежность. Понятие качества в системе надежности. Оценка надежности систем. Последовательное, параллельное, смешанное соединение элементов.

Тема 1.2. Безотказность, долговечность, ремонтпригодность, сохраняемость, исправное состояние, работоспособное состояние, отказ, повреждение, ресурс, срок службы, устойчивость, режим управляемости.

Раздел 2. Показатели надежности систем энергетики и их оборудования.

Тема 2.1. Теоретические законы распределения показателей надежности.

Тема 2.2. Методы прогнозирования надежности и поддержания оптимальных экономичных режимов при эксплуатации основного и вспомогательного оборудования

Тема 2.3. Надежность как комплексное свойство. Классификация единичных свойств надежности и их использование. Комплексные показатели надежности. Выбор показателей надежности при решении задач.

Раздел 3. Теоретические законы распределения показателей надежности

Тема 3.1. Дифференциальная и интегральная функция закона распределения.

Тема 3.2. Закон нормального распределения.

Тема 3.3. Закон распределения Вейбула.

Тема 3.4. Экспоненциальный закон.

### 3.4. Тематический план практических занятий

Раздел 1.

Решения задач обработки информации о показателях надежности. Расчет показателей надежности при полной информации.

Раздел 2.

Определение критериев согласия опытных и теоретических

распределений показателя надежности.

Определение доверительных границ рассеивания одиночного и среднего значений показателя надежности.

Вероятностные законы распределения, используемые в расчетах надежности.

Раздел 3.

Расчет и планирование безотказности машин и их элементов.

Расчет и планирование долговечности деталей и сопряжений.

### 3.5. Тематический план лабораторных работ

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом.

### 3.6. Курсовой проект /курсовая работа

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом.

## 4. Оценивание результатов обучения

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля и промежуточной аттестации, проводимых по балльно-рейтинговой системе (БРС).

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

| Код компетенции  | Код индикатора компетенции   | Запланированные результаты обучения по дисциплине   | Уровень сформированности индикатора компетенции                           |   |   |   |
|--|--|---|---|---|---|---|
|  |  |   | Высокий   | Средний   | Ниже среднего   | Низкий  |
|  |  |   | от 85 до 100  | от 70 до 84   | от 55 до 69   | от 0 до 54  |
|  |  |   | Шкала оценивания  |   |   |   |
|  |  |   | отлично   | хорошо  | удовлетворительно   | неудовлетворительно   |
|  |  |   | зачтено   |   | не зачтено  |   |
| ПК-1<br>Способны применять методы анализа, синтеза и оптимизации процессов энергообеспечения | ПК-1.2<br>Производит выбор оптимальных технических решений для разработки отдельных разделов проекта энергообеспечения предприятия | знать: основные методы разработки отдельных разделов проекта энергообеспечения предприятий с целью выбора оптимальных технических решений |   |   |   |   |
|  |  | Полнота знаний  | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе, имеют место несколько негрубых ошибок | Минимально допустимый уровень знаний, имеют место много негрубых ошибок | Уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место грубые ошибки |

|                                     |   |   |   |  |  |
|-------------------------------------|---|---|---|--|--|
| чения<br>пред-<br>прия-<br>тия<br>я | уметь: проводить выбор оптимальных технических решений для разработки отдельных разделов проекта энергообеспечения предприятий        |   |   |  |  |
|                                     | Наличие умений  | Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме | Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами | Продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме | При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имеют место грубые ошибки |
|                                     | владеть: методикой разработки отдельных разделов проекта энергообеспечения предприятий с целью выбора оптимальных технических решений |   |   |  |  |
| Наличие навыков (владение опытом)   | Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов  | Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами   | Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами   | При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имеют место грубые ошибки                                |  |

Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации приведены в Приложении к рабочей программе дисциплины.

Полный комплект заданий и материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине, хранится на кафедре разработчика.

## **5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **5.1. Учебно-методическое обеспечение**

#### 5.1.1. Основная литература

1. Малафеев, С. И. Надежность технических систем. Примеры и задачи: учебное пособие для вузов / С. И. Малафеев, А. И. Копейкин. – 3-е изд. стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 316с. – ISBN 978-5-8114-8001-2. – Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/171887>

2. Малафеев, С. И. Надежность электроснабжения : учебное пособие для вузов / С. И. Малафеев. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 368с. – ISBN 978-5-8114-9036-3. – Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/183737>

#### 5.1.2. Дополнительная литература

1. Надежность систем энергообеспечения предприятий : метод. указания / сост. Э. Ю. Абдуллазянов, В. К. Ильин, М. А. Наумова. – Казань, КГЭУ, 2004. – 54с.

2. Надежность теплоэнергетического оборудования: учебное пособие / В. Н. Леонтьевский, С. А. Лаптев, Д. А. Губайдуллин, Б. М. Кочанов. – Казань, КГЭУ, 2004. -51с.

3. Основы теории надежности : учебное пособие для вузов / А. М. Половко, С. В. Гуров. -2-е изд., перераб. И доп. – СПб.Ж БХВ-Петербург, 2008. – 704 с.: ил. - ISBN 978-5-94157-541-1. - Текст: непосредственный.

### **5.2. Информационное обеспечение**

#### 5.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

1. Электронно-библиотечная система «Лань» <https://e.lanbook.com/>

2. Электронно-библиотечная система «ibooks.ru» <https://ibooks.ru/>

3. Электронно-библиотечная система «book.ru» <https://book.ru/>

4. Энциклопедии, словари, справочники <https://www.rubricon.com>

#### 5.2.2. Профессиональные базы данных / Информационно-справочные системы

1. Официальный интернет-портал правовой информации <https://pravo.gov.ru>

2. Справочная правовая система «Консультант Плюс» <https://consultant.ru>

3. Научная электронная библиотека <https://elibrary.ru>

4. Российская государственная библиотека <https://www.rsi.ru>

5. Образовательный портал <https://www.ucheba.com>



### 5.2.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение дисциплины

1. Windows 7 Профессиональная (Pro). договор №2011.25486 от 28.11.2011 , лицензиар – ЗАО «Софт Лайн Трейд», тип (вид) лицензии – неискл. право, срок действия лицензии - бессрочно.

2. LMS Moodle. Свободная лицензия, тип (вид) лицензии - неискл. право, срок действия лицензии - бессрочно.

3. Браузер Chrome. Свободная лицензия, тип (вид) лицензии - неискл. право, срок действия лицензии - бессрочно.

## 6. Материально-техническое обеспечение дисциплины

| Наименование вида учебной работы | Наименование учебной аудитории, специализированной лаборатории   | Перечень необходимого оборудования и технических средств обучения   |
|----------------------------------|--|---|
| Лекции                           | Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа Д-617  | доска аудиторная , экран , информационная стойка, столы лекционного типа Д-617 для демонстрационных образцов (3 шт.), шкаф для образцов, проектор мультимедийный (потолочный), демонстрационные стенды электротехнического оборудования (6 шт.), ноутбук. |
| Практические занятия             | Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Д-624. | доска аудиторная, шкаф металл, экран, трехфазный анализатор количества и качества электроэнергии ar.51 kit-4, ноутбук   |
| Самостоятельная работа           | Компьютерный класс с выходом в Интернет ВД620  | Специализированная учебная мебель на 30 посадочных мест, 18 компьютеров, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), видеокамеры, программное обеспечение  |
|                                  | Читальный зал библиотеки   | Специализированная мебель, компьютерная техника с возможностью выхода в Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС, экран, мультимедийный проектор, программное обеспечение   |

## 7. Особенности организации образовательной деятельности для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Лица с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалиды имеют возможность беспрепятственно перемещаться из одного учебно-лабораторного корпуса в другой, подняться на все этажи учебно-лабораторных корпусов,

заниматься в учебных и иных помещениях с учетом особенностей психофизического развития и состояния здоровья.

Для обучения лиц с ОВЗ и инвалидов, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, обеспечены условия беспрепятственного доступа во все учебные помещения. Информация о специальных условиях, созданных для обучающихся с ОВЗ и инвалидов, размещена на сайте университета [www//kgeu.ru](http://www//kgeu.ru). Имеется возможность оказания технической помощи ассистентом, а также услуг сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушенным слухом справочного, учебного материала по дисциплине обеспечиваются следующие условия:

- для лучшей ориентации в аудитории, применяются сигналы оповещения о начале и конце занятия (слово «звонок» пишется на доске);
- внимание слабослышащего обучающегося привлекается педагогом жестом (на плечо кладется рука, осуществляется нерезкое похлопывание);
- разговаривая с обучающимся, педагогический работник смотрит на него, говорит ясно, короткими предложениями, обеспечивая возможность чтения по губам.

Компенсация затруднений речевого и интеллектуального развития слабослышащих обучающихся проводится путем:

- использования схем, диаграмм, рисунков, компьютерных презентаций с гиперссылками, комментирующими отдельные компоненты изображения;
- регулярного применения упражнений на графическое выделение существенных признаков предметов и явлений;
- обеспечения возможности для обучающегося получить адресную консультацию по электронной почте по мере необходимости.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушениями зрения справочного, учебного, просветительского материала, предусмотренного образовательной программой по выбранному направлению подготовки, обеспечиваются следующие условия:

- ведется адаптация официального сайта в сети Интернет с учетом особых потребностей инвалидов по зрению, обеспечивается наличие крупношрифтовой справочной информации о расписании учебных занятий;
- педагогический работник, его собеседник (при необходимости), присутствующие на занятии, представляются обучающимся, при этом каждый раз называется тот, к кому педагогический работник обращается;
- действия, жесты, перемещения педагогического работника коротко и ясно комментируются;
- печатная информация предоставляется крупным шрифтом (от 18 пунктов), тотально озвучивается;
- обеспечивается необходимый уровень освещенности помещений;
- предоставляется возможность использовать компьютеры во время занятий и право записи объяснений на диктофон (по желанию обучающихся).

Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для обучающихся с ОВЗ и инвалидов определяется педагогическим работником в

соответствии с учебным планом. При необходимости обучающемуся с ОВЗ, инвалиду с учетом их индивидуальных психофизических особенностей дается возможность пройти промежуточную аттестацию устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п., либо предоставляется дополнительное время для подготовки ответа.

## **8. Методические рекомендации для преподавателей по организации воспитательной работы с обучающимися.**

Методическое обеспечение процесса воспитания обучающихся выступает одним из определяющих факторов высокого качества образования. Преподаватель вуза, демонстрируя высокий профессионализм, эрудицию, четкую гражданскую позицию, самодисциплину, творческий подход в решении профессиональных задач, в ходе образовательного процесса способствует формированию гармоничной личности.

При реализации дисциплины преподаватель может использовать следующие методы воспитательной работы:

- методы формирования сознания личности (беседа, диспут, внушение, инструктаж, контроль, объяснение, пример, самоконтроль, рассказ, совет, убеждение и др.);

- методы организации деятельности и формирования опыта поведения (задание, общественное мнение, педагогическое требование, поручение, приучение, создание воспитывающих ситуаций, тренинг, упражнение, и др.);

- методы мотивации деятельности и поведения (одобрение, поощрение социальной активности, порицание, создание ситуаций успеха, создание ситуаций для эмоционально-нравственных переживаний, соревнование и др.)

При реализации дисциплины преподаватель должен учитывать следующие направления воспитательной деятельности:

*Гражданское и патриотическое воспитание:*

- формирование у обучающихся целостного мировоззрения, российской идентичности, уважения к своей семье, обществу, государству, принятым в семье и обществе духовно-нравственным и социокультурным ценностям, к национальному, культурному и историческому наследию, формирование стремления к его сохранению и развитию;

- формирование у обучающихся активной гражданской позиции, основанной на традиционных культурных, духовных и нравственных ценностях российского общества, для повышения способности ответственно реализовывать свои конституционные права и обязанности;

- развитие правовой и политической культуры обучающихся, расширение конструктивного участия в принятии решений, затрагивающих их права и интересы, в том числе в различных формах самоорганизации, самоуправления, общественно-значимой деятельности;

- формирование мотивов, нравственных и смысловых установок личности, позволяющих противостоять экстремизму, ксенофобии, дискриминации по социальным, религиозным, расовым, национальным признакам, межэтнической и межконфессиональной нетерпимости, другим

негативным социальным явлениям.

*Духовно-нравственное воспитание:*

- воспитание чувства достоинства, чести и честности, совестливости, уважения к родителям, учителям, людям старшего поколения;

- формирование принципов коллективизма и солидарности, духа милосердия и сострадания, привычки заботиться о людях, находящихся в трудной жизненной ситуации;

- формирование солидарности и чувства социальной ответственности по отношению к людям с ограниченными возможностями здоровья, преодоление психологических барьеров по отношению к людям с ограниченными возможностями;

- формирование эмоционально насыщенного и духовно возвышенного отношения к миру, способности и умения передавать другим свой эстетический опыт.

*Культурно-просветительское воспитание:*

- формирование эстетической картины мира;

- формирование уважения к культурным ценностям родного города, края, страны;

- повышение познавательной активности обучающихся.

*Научно-образовательное воспитание:*

- формирование у обучающихся научного мировоззрения;

- формирование умения получать знания;

- формирование навыков анализа и синтеза информации, в том числе в профессиональной области.

**Вносимые изменения и утверждения на новый учебный год**

| №<br>п/п | № раздела внесения<br>изменений | Дата внесения<br>изменений | Содержание<br>изменений  | «Согласовано»<br>Зав. каф. реализующей<br>дисциплину | «Согласовано»<br>председатель УМК<br>института (факультета), в<br>состав которого входит<br>выпускающая кафедра) |
|----------|---------------------------------|----------------------------|--|--|--|
| 1        | 1                               | 15.11.2023                 | Тема 1.1.<br>Надежность.<br>Понятие качества в<br>системе надежности.<br>Оценка надежности<br>систем.<br>Последовательное,<br>параллельное,<br>смешанное<br>соединение<br>элементов. |  |  |

*Приложение к рабочей  
программе дисциплины*



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КГУ»)**

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
по дисциплине**

**Б1.В.ДЭ.01.06.08 Основы надежности систем энергообеспечения**  
*(Наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)*

---

Направление подготовки 13.03.01. Теплоэнергетика и теплотехника  
*(Код и наименование направления подготовки)*

Квалификация Бакалавр  
*(Бакалавр / Магистр)*

г. Казань, 2023



## 2. Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации

### Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

| Код компетенции  | Код индикатора компетенции   | Запланированные результаты обучения по дисциплине   | Уровень сформированности индикатора компетенции   |   |  |  |
|--|--|---|---|---|--|--|
|  |  |   | Высокий   | Средний   | Ниже среднего  | Низкий   |
|  |  |   | от 85 до 100  | от 70 до 84   | от 55 до 69  | от 0 до 54   |
|  |  |   | Шкала оценивания  |   |  |  |
|  |  |   | отлично   | хорошо  | удовлетворительно  | неудовлетворительно  |
|  |  |   | зачтено   |   | не зачтено   |  |
| ПК-1<br>Способен применять методы анализа, синтеза и оптимизации процессов энергообеспечения предприятия | ПК-1.2<br>Производит выбор оптимальных технических решений для разработки отдельных разделов проекта энергообеспечения предприятия | знать: основные методики разработки отдельных разделов проекта энергообеспечения предприятий с целью выбора оптимальных технических решений |   |   |  |  |
|  |  | Полнота знаний  | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок   | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе, имеют место несколько негрубых ошибок   | Минимально допустимый уровень знаний, имеют место много негрубых ошибок  | Уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место грубые ошибки                          |
|  |  | уметь: проводить выбор оптимальных технических решений для разработки отдельных разделов проекта энергообеспечения предприятий              |   |   |  |  |
|  |  | Наличие умений  | Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме | Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами | Продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми и ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме | При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имеют место грубые ошибки |
|  |  | владеть: методикой разработки отдельных разделов проекта  |   |   |  |  |



|  |                                   |   |   |   |   |
|--|-----------------------------------|---|---|---|---|
|  |                                   | энергообеспечения предприятий с целью выбора оптимальных технических решений  |   |   |   |
|  | Наличие навыков (владение опытом) | Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме | Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами | Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми ошибками | При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имеют место грубые ошибки |

Оценка **«отлично»** выставляется за выполнение *расчетных работ в семестре; тестовых заданий; глубокое понимание технологических методов расчета норм расхода материалов, полные и содержательные ответы на вопросы билета (теоретическое и практическое задание);*

Оценка **«хорошо»** выставляется за выполнение *расчетных работ в семестре; тестовых заданий; понимание технологических методов расчета норм расхода материалов, ответы на вопросы билета (теоретическое или практическое задание);*

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется за выполнение *расчетных работ в семестре и тестовых заданий;*

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется за слабое и неполное выполнение *расчетных работ в семестре и тестовых заданий.*

### 3. Перечень оценочных средств

Краткая характеристика оценочных средств, используемых при текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине:

| Наименование оценочного средства    | Краткая характеристика оценочного средства                | Описание оценочного средства   |
|-------------------------------------|---|--|
| Конспектирование учебного материала | Краткое текстовое представление переработанной информации | Перечень разделов<br>1. Объекты исследования. Основные понятия в теории надежности.<br>2. Показатели |

|                                 |  |   |
|---------------------------------|--|---|
|                                 |  | надежности систем энергетики и их оборудования<br>3. Теоретические законы распределения показателей надежности              |
| Мультимедийная презентация (МП) | Представление содержания учебного материала с использованием мультимедийных технологий   | Тематика презентаций<br>1. Статистические методы оценки, анализа и контроля надежности<br>2. Отказы энергоблоков ГРЭС и ТЭЦ |
| Тест (Тест)                     | Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося  | Комплект тестовых заданий   |
| Контрольная работа (КнтР)       | Средство оценки умения применять полученные теоретические знания в практической ситуации. Задание направлено на оценивание компетенций по дисциплине, содержит четкую инструкцию по выполнению или алгоритм действий | Комплект заданий по вариантам   |

**4. Перечень контрольных заданий или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины**

*Пример задания*

**Для текущего контроля ТК1:**

Проверяемая компетенция: ПК-1.2., Производит выбор оптимальных технических решений для разработки отдельных разделов проекта энергообеспечения предприятия.

| <i>Вопрос</i>  | <i>Варианты ответа</i> |
|--|------------------------|
| <i>ТК-1</i>  |                        |
| <i>Техническое изделие определенного целевого назначения, рассматриваемое в периоды проектирования, производства, испытаний и эксплуатации</i> | <i>+Объект</i>         |
|  | <i>Надежность</i>      |
|  | <i>Система</i>         |
|  | <i>Качество</i>        |
|  | <i>Вид</i>             |
| <i>Временное понятие, служащее для количественной оценки надежности объекта и характеризующее продолжительность или объем работы объекта</i>   | <i>+Наработка</i>      |
|  | <i>Мото-ч</i>          |
|  | <i>Показатель</i>      |
|  | <i>Ресурс</i>          |
|  | <i>Отрезок</i>         |
| <i>Количественная характеристика свойств объекта, рассматриваемая применительно к определённым условиям его создания и эксплуатации</i>        | <i>+показатель</i>     |
|  | <i>объект</i>          |
|  | <i>система</i>         |
|  | <i>качество</i>        |

|   |  |
|---|--|
|   | надежность                                     |
| <b>TK-2</b>   |  |
| <p>На рис. представлено:</p>  | <p>+Нормальное распределение</p>               |
|   | Экспоненциальное распределение                 |
|   | распределение Вейбулла                         |
| <p>Свойство объекта, заключающееся в приспособленности к предупреждению и обнаружению причин возникновения отказов и устранению их последствий путем проведения ремонтов и технического обслуживания - это...</p>   | +ремонтпригодность                             |
|   | сохраняемость                                  |
|   | долговечность                                  |
| <p>Какой величиной является интенсивность отказа случайной величины, подчиняющейся экспоненциальному распределению?</p>   | +постоянной                                    |
|   | переменной                                     |
| <p>Событие, заключающееся в нарушении работоспособности объекта - это...</p>  | +отказ   |
|   | безотказность                                  |
|   | коэффициент готовности                         |
| <b>TK-3</b>   |  |
| <p>Свойство объекта выполнять заданные функции, сохраняя во времени значения установленных эксплуатационных показателей в заданных пределах, соответствующих заданным режимам и условиям использования, технического обслуживания, ремонтов, хранения и транспортирования - это</p> | +надежность                                    |
|   | долговечность                                  |
|   | сохраняемость                                  |
| <p>Свойство объекта, заключающееся в приспособленности к предупреждению и обнаружению причин возникновения отказов и устранению их последствий путем проведения ремонтов и технического обслуживания - это...</p>   | +ремонтпригодность                             |
|   | долговечность                                  |
|   | сохраняемость                                  |
| <p>На рисунке представлена:</p>   | +мажоритарная система                          |
|   | мостиковая система                             |
|   | схема с последовательным соединением элементов |

### *Вопросы к комплексному заданию ТК1*

1. Основные понятия (надежность, система, элемент).
2. Единичные свойства надежности.
3. Надежность как комплексное свойство.
4. Состояние и события, характеризующие надежность.
5. Непараметрическая модель роста надежности.
6. Общие требования к показателям надежности.
7. Классификация состояний характеризующих их надежность.
8. Единичные показатели надежности.
9. Классификация событий, характеризующих их надежность.
10. Основные виды отказов.

### *Типовые задачи ТК1*

1. На испытания поставлено  $N=400$  изделий. За 3000ч отказало 200 изделий. За интервал времени  $\Delta t = 100$ ч отказало  $n(\Delta t) = 100$  изделий.

Определить частоту отказов  $f(3050)$  и интенсивность отказа  $\lambda(3050)$ .

2. Аппаратура имела среднюю наработку на отказ  $t_{ср} = 65$  ч и среднее время восстановления  $t_{в} = 1,25$  ч. Требуется определить коэффициент готовности.

3. В течение некоторого периода времени производилось наблюдение за работой одного объекта. За весь период зарегистрировано  $n = 15$  отказов. До начала наблюдений объект проработал 258 ч, к концу наблюдения наработка составила 1233 ч. Определить среднюю наработку на отказ  $t_{ср}$ .

4. В течение некоторого периода времени производилось наблюдение за работой одного объекта. За весь период зарегистрировано  $n = 15$  отказов. До начала наблюдений объект проработал 258 ч, к концу наблюдения наработка составила 1233 ч. Определить среднюю наработку на отказ  $t_{ср}$ .

5. На испытание поставлено 1000 однотипных электронных ламп. За 3000 ч отказало 80 ламп, требуется определить вероятность отказа  $Q(t)$  в течение 3000 ч.

6. В процессе эксплуатации фиксировалась работа 3-х комплектов высоковольтной аппаратуры. Установлено, что за период наблюдения первый комплект отказал 4 раза, второй 8 раз, третий 6 раз.

Нарботка первого комплекта составила 8600ч, второго 12300 ч, третьего 14500 ч. Определить наработку на отказ.

7. Производилось наблюдение за работой трех однотипных объектов. За период наблюдения было зафиксировано по первому объекту 6 отказов, по второму – 11 отказов, третьему – 8 отказов. Нарботка первого объекта  $t_1 = 6181$  ч, второго  $t_2 = 329$  ч, третьего  $t_3 = 245$  ч. Определить наработку объектов на отказ.

8. За наблюдаемый период эксплуатации в аппаратуре было зафиксировано 8 отказов. Время восстановления составило:  $t_1 = 12$  мин,  $t_2 = 23$  мин,  $t_3 = 15$  мин,  $t_4 = 9$  мин,  $t_5 = 17$  мин,  $t_6 = 28$  мин,  $t_7 = 25$  мин,  $t_8 = 31$  мин. Определить среднее время восстановления аппаратуры составило 20 минут.

9. На промышленные испытания поставлено 60 буровых лебедок. Испытания проводились в течение 2000 часов. Зафиксированы отказы буровых лебедок в моменты времени  $t_1 = 1210$  ч;  $t_2 = 480$  ч;  $t_3 = 900$  ч;  $t_4 = 700$  ч;  $t_5 = 1900$  ч;  $t_6 = 1100$  ч; остальные буровые лебедки не отказали. Определить статистическую оценку среднего значения наработки до первого отказа.

10. На испытание было поставлено 1000 однотипных ламп. За первые 3000 ч отказало 80 ламп, а за интервал времени 3000 - 4000 ч отказало еще 50 ламп. Требуется определить статистическую оценку частоты и интенсивности отказов электронных ламп в промежутке времени 3000 - 4000 ч.

*Вопросы к комплексному заданию ТК2*

11. Комплексные показатели надежности.
12. Процесс изменения надежности объекта на этапах его жизненного цикла.
13. Классификация путей и средств обеспечения надежности.
14. Закон распределения Вейбулла
15. Нормальный закон распределения
16. Экспоненциальный закон распределения
17. Отказы энергоблоков ГРЭС и ТЭЦ.
18. Последовательное соединение независимых элементов.
19. Параллельное соединение независимых элементов. Нагруженное резервирование.

*Типовые задачи ТК-2*

1. За наблюдаемый период эксплуатации в аппаратуре было зафиксировано 7 отказов. Время восстановления составило:  $t_1=12$  мин;  $t_2=23$  мин;  $t_3=15$  мин;  $t_4=9$  мин;  $t_5=17$  мин;  $t_6=28$  мин;  $t_7=25$  мин;  $t_8=31$  мин. Требуется определить среднее время восстановления аппаратуры.

2. На испытание оставлено 100 однотипных изделий. За 4000 часа отказало 50 изделий. За интервал времени 4000 – 4100ч отказало еще 20 изделий. Требуется определить частоту отказов и интенсивность отказов при  $t = 4000$  ч.

3. В течение 1000 ч из 10 гироскопов отказало 2. За интервал времени 1000 - 1100 ч отказал еще один гироскоп. Требуется определить частоту отказов и интенсивность отказов при  $t = 1000$  ч.

4. На испытание поставлено  $N=400$  изделий. За время  $t = 3000$  ч отказало 200 изделий, т.е.  $n(t)=400-200=200$ . За интервал времени 100 ч отказало 100 изделий. Требуется определить  $P(3000)$ ,  $P(3100)$ , частоту отказов и интенсивность отказов при 3000ч.

5. На испытание поставлено 8 однотипных изделий. Получены следующие значения  $t_i$  ( время безотказной работы  $i$ -го изделия):  $t_1=560$  ч;  $t_2=700$  ч;  $t_3=800$  ч;  $t_4=650$  ч;  $t_5=580$  ч;  $t_6=760$  ч;  $t_7=920$  ч;  $t_8=850$  ч. Следует определить статистическую оценку среднего времени безотказной работы изделия.

6. За наблюдаемый период эксплуатации в аппаратуре было зарегистрировано 6 отказов. Время восстановления составило:  $t_1=15$  мин;  $t_2=20$  мин;  $t_3=10$  мин;  $t_4=28$  мин;  $t_5=22$  мин;  $t_6=30$  мин. Требуется определить среднее время восстановления аппаратуры.

7. На испытание поставлено 1000 изделий. За время  $t=11000$  ч вышло из строя 410 изделий. За последующий интервал времени 11000-12000 ч вышло из строя еще 40 изделий. Необходимо вычислить  $P^*(t)$  при  $t=11000$  ч и  $t=12000$  ч, а также частоту отказов при  $t=11000$  ч.

8. Время работы элемента до отказа подчинено экспоненциальному закону распределения с параметром  $A=2,5 \cdot 10^{-5}$  1/ч. Требуется вычислить количественные характеристики надежности элемента вероятность отказа, вероятность безотказной работы, частоту отказов для  $t = 1000$  ч.

9. Время безотказной работы изделия подчиняется закону Вейбулла с параметрами  $k - 1,5$ ;  $a=10^4$  1/ч, а время работы изделия  $t=100$  ч. Требуется вычислить количественные характеристики надежности.

10. Время работы элемента до отказа подчинено экспоненциальному закону распределения с параметром  $A.=1,5 \cdot 10^{-5}$  1/ч. Требуется вычислить количественные характеристики надежности элемента для  $t- 2000$  ч.

#### *Контрольная работа ТК-2*

1. Построение статистического ряда исходной информации и определение величины смещения начала рассеивания  $t_{см}$ .
2. Определение среднего значения  $t$  и среднего квадратического отклонения  $\sigma$  показателя надежности (ПН).
3. Проверка информации на выпадающие точки. Исходные данные по вариантам:

|    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 10 | 20 | 30 | 30  | 35  | 35  | 40  | 45  | 50  | 60  | 70  | 80  | 90  | 90  | 90  |
| 90 | 95 | 95 | 100 | 110 | 115 | 120 | 130 | 135 | 145 | 150 | 160 | 170 | 180 | 190 |

#### *Вопросы к комплексному заданию ТК3*

20. Методы расчета показателей надежности восстанавливаемых систем.
21. Определение коэффициента вариации и выбор теоретического закона распределения для выравнивания опытной информации.
22. Параллельное соединение независимых элементов. Скользящее резервирование.
23. Организация сбора информации.
24. Уравнение Колмогорова
25. Состав информации о надежности.
26. Нормирование показателей надежности.
27. Порядок обработки информации.
28. Анализ вероятности состояния энергоблока

#### *Типовые задачи ТК3*

1. Вероятность безотказной работы автоматической линии изготовления цилиндров автомобильного двигателя в течение 120 ч равна 0,9. Предполагается, что справедлив экспоненциальный закон надежности. Требуется рассчитать интенсивность отказов и частоту отказов линии для момента времени  $t=120$  ч, а также среднее время безотказной работы.

2. Среднее время безотказной работы автоматической системы управления

равно 640 ч. Предполагается, что справедлив экспоненциальный закон надежности. Необходимо определить вероятность безотказной работы в течение 120 ч, частоту отказов для момента времени  $t = 120$  ч и интенсивность отказов.

3. Время работы изделия подчинено нормальному закону с параметрами  $m_t = 8000$  ч, а  $t = 1000$  ч. Требуется вычислить количественные характеристики надежности  $P(t)$ ,  $f(t)$ ,  $\lambda(t)$ ,  $m_t$  для  $t = 8000$  ч.

4. Время безотказной работы прибора подчинено закону Релея с параметром  $a = 1860$  ч. Требуется вычислить  $P(t)$ ,  $f(t)$ ,  $\lambda(t)$  для  $t = 1000$  ч и среднее время безотказной работы прибора.

5. Время исправной работы скоростных шарикоподшипников подчинено закону Вейбулла с параметрами  $k = 2,6$ ;  $a = 1,65 \cdot 10^7$  1/ч. Требуется вычислить количественные характеристики надежности  $P(t)$ ,  $f(t)$ ,  $\lambda(t)$  для  $t = 150$  ч и среднее время безотказной работы шарикоподшипников.

6. Вероятность безотказной работы изделия в течение  $t = 1000$  ч,

7.  $P(1000) = 0,95$ . Время исправной работы подчинено закону Релея. Требуется определить количественные характеристики надежности  $f(t)$ ,  $\lambda(t)$ .

8. Определить вероятность безотказной работы и интенсивность отказов прибора при  $t = 1300$  ч работы, если при испытаниях получено значение среднего времени безотказной работы  $m_t = 1500$  ч и среднее квадратичное отклонение  $a_t = 100$  ч.

9. Система состоит из трех блоков, среднее время безотказной работы которых  $m_{t1} = 160$  ч;  $m_{t2} = 320$  ч;  $m_{t3} = 600$  ч. Для блоков справедлив экспоненциальный закон надежности. Требуется определить среднее время безотказной работы системы.

10. Вероятность безотказной работы одного элемента в течение времени  $t$   $P(t) = 0,9997$ . Требуется определить вероятность безотказной работы системы, состоящей из  $n = 100$  таких же элементов.

### **Для промежуточной аттестации:**

#### **Базовый уровень**

1. Основные понятия (надежность, система, элемент).
2. Вероятность безотказной работы и вероятность отказа.
3. Понятия: «предельное состояние»; «непредельное состояние».
4. Понятия «наработка», «ресурс».
5. Работоспособное состояние, неработоспособное состояние.
6. Нормирование показателей надежности.
7. Классификация событий, характеризующих их надежность.
8. Основные виды отказов.
9. Классификация отказов.
10. Уравнение Колмогорова
11. Надежность как комплексное свойство
12. Единичные свойства надежности
13. Законы распределения случайной величины

14. Виды соединений независимых элементов: параллельное, последовательное, мостиковое, мажоритарное.

15. Порядок обработки информации.

### **Продвинутый уровень**

1. Определение основных показателей надёжности.
2. Классификация событий (независимые, зависимые, совместные, несовместные).
3. Понятия: «частота события», «вероятность события».
4. Анализ показателей надёжности энергоблоков.
5. Единичные свойства надёжности.
6. Комплексные показатели надёжности.
7. Кинетика изменения интенсивности отказов за период эксплуатации
8. Параллельное соединение независимых элементов.
9. Последовательное соединение независимых элементов.
10. Организация сбора информации.
11. Критерий Пирсона
12. Нормальное распределение.
13. Распределение Вейбулла
14. Экспоненциальное распределение.
15. Анализ вероятности состояния энергоблока

### **Высокий уровень**

1. Методы расчета показателей надёжности восстанавливаемых систем.
2. Коэффициент оперативной готовности в стационарном режиме
3. Надёжность как комплексное свойство.
4. Состояние и события, характеризующие надёжность.
5. Непараметрическая модель роста надёжности.
6. Общие требования к показателям надёжности.
7. Процесс изменения надёжности объекта на этапах его жизненного цикла.
8. Классификация путей и средств обеспечения надёжности.
9. Анализ показателей надёжности энергоблоков.
10. Отказы энергоблоков ГРЭС и ТЭЦ
11. Последовательное соединение независимых элементов.
12. Параллельное соединение независимых элементов. Нагруженное резервирование.
13. Параллельное соединение независимых элементов. Скользящее резервирование.
14. Определение коэффициента вариации и выбор теоретического закона распределения для выравнивания опытной информации.
15. Расчетная схема надёжности систем с параллельно-последовательным включением элементов



**Аннотация к рабочей программе**  
**дисциплины Б1.В.ДЭ.01.06.08 Основы надежности систем**  
**энергообеспечения**

*(заполняется в соответствии с учебным планом и рабочей программой дисциплины)*

**Направление подготовки:** 13.03.01. Теплоэнергетика и теплотехника

**Направленность (профиль):** Энергообеспечение предприятий.

*\* Наименование направленности (профиля) указывается только для дисциплин специализированного модуля 2*

**Квалификация выпускника:** бакалавр

**Цель освоения дисциплины:** Основы надежности систем энергообеспечения является изучение основ теории надежности, получения навыков решения математических моделей теории надежности, освоения методов прогнозирования надежности и поддержания оптимальных экономических режимов при эксплуатации основного и вспомогательного оборудования

**Объем дисциплины:** 43.е./144 ч

**Семестр:** 8

**Краткое содержание основных разделов дисциплины:**

| № п/п раздела | Краткое содержание разделов дисциплины  |
|---------------|---|
| 1             | 1.Надежность. Понятие качества в теории надежности.<br>2.Безотказность, долговечность, ремонтпригодность, сохраняемость, исправное состояние, работоспособное состояние, отказ, повреждение, ресурс, срок службы, устойчивость, режим управляемости.  |
| 2             | 1.Теоретические законы распределения показателей надежности.<br>2.Методы прогнозирования надежности и поддержания оптимальных экономических режимов при эксплуатации основного и вспомогательного оборудования<br>3. Надежность как комплексное свойство. Классификация единичных свойств надежности и их использование. Комплексные показатели надежности. Выбор показателей надежности при решении задач. |
| 3             | 1.Дифференциальная и интегральная функция закона распределения.<br>2. Закон нормального распределения.<br>3. Закон распределения Вейбула.<br>4. Экспоненциальный закон.   |

**Форма промежуточной аттестации:** экзамен