

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ  
Директор по образовательной  
деятельности

\_\_\_\_\_ С.Т. Князев  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

<b>Код модуля</b>	<b>Модуль</b>
1157909	Надежность систем энергообеспечения

**Екатеринбург**

<b>Перечень сведений о рабочей программе модуля</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Образовательная программа</b> 1. Проектирование и эксплуатация атомных станций 2. Теплоэнергетика и теплотехника 3. Газовые, паровые турбины и двигатели внутреннего сгорания 4. Энергетическое машиностроение	<b>Код ОП</b> 1. 14.05.02/33.01 2. 13.03.01/33.01 3. 13.03.03/33.01 4. 13.03.03/33.03
<b>Направление подготовки</b> 1. Теплоэнергетика и теплотехника; 2. Энергетическое машиностроение; 3. Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 1. 13.03.01; 2. 13.03.03; 3. 14.05.02

Программа модуля составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Богатова Татьяна Феоктистовна	кандидат технических наук, доцент	Заведующий кафедрой	тепловых электрических станций
2	Черепанова Екатерина Владимировна	кандидат технических наук, доцент	Доцент	теплоэнергетики и теплотехники

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Надежность систем энергообеспечения

## 1.1. Аннотация содержания модуля

В рамках модуля «Надежность систем энергообеспечения» рассматриваются: современное вопросы надежности систем и объектов энергоснабжения, применение теории вероятности к анализу состояния теплоэнергетического оборудования, основные показатели надежности, законы распределения случайных величин, причины возникновения отказов в работе систем энергоснабжения, методы оценки и обеспечения надежности систем энергоснабжения

## 1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Надежность систем энергообеспечения	3
ИТОГО по модулю:		3

## 1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	Не предусмотрены
Постреквизиты и кореквизиты модуля	Не предусмотрены

## 1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
Надежность систем энергообеспечения	ОПК-4 - Способен разрабатывать технические объекты, системы и технологические процессы в своей профессиональной деятельности с учетом экономических,	З-1 - Объяснить основные принципы функционирования разрабатываемых технических объектов, систем, технологических процессов У-2 - Доказать научно-техническую и экономическую состоятельность и конкурентоспособность предложенных инженерных решений У-4 - Провести всесторонний анализ принятых инженерных решений для

экологических, социальных ограничений	выполнения разработки технических объектов, систем, в том числе информационных, и технологических процессов
<p>ПК-5 - Способен применять фундаментальные знания в области гидрогазодинамики, технической термодинамики и теплообмена в процессе проектирования и эксплуатации теплоэнергетических установок и систем промышленных предприятий и тепловых электрических станций</p> <p><b>(Теплоэнергетика и теплотехника)</b></p>	<p>З-2 - Объяснить термодинамические процессы и циклы преобразования энергии, протекающие в теплотехнических установках</p> <p>У-1 - Анализировать циклы тепловых машин с целью оптимизации их рабочих характеристик и максимизации КПД</p> <p>П-1 - Разрабатывать рекомендации по анализу рабочих процессов в тепловых машинах, определять параметры их работы, тепловой эффективности</p> <p>Д-1 - Правильно оценивать результаты расчетов</p>
<p>ПК-5 - Способен применять фундаментальные знания в области гидрогазодинамики, технической термодинамики и теплообмена в процессе проектирования и эксплуатации теплоэнергетических установок и систем промышленных предприятий и тепловых электрических станций</p> <p><b>(Теплоэнергетика и теплотехника)</b></p>	<p>З-2 - Объяснить термодинамические процессы и циклы преобразования энергии, протекающие в теплотехнических установках</p> <p>У-1 - Анализировать циклы тепловых машин с целью оптимизации их рабочих характеристик и максимизации КПД</p> <p>П-1 - Разрабатывать рекомендации по анализу рабочих процессов в тепловых машинах, определять параметры их работы, тепловой эффективности</p> <p>Д-1 - Правильно оценивать результаты расчетов</p>
<p>ПК-5 - Способен применять фундаментальные знания в области гидрогазодинамики, технической термодинамики и</p>	<p>З-2 - Объяснить термодинамические процессы и циклы преобразования энергии, протекающие в теплотехнических установках</p>

	<p>тепломассообмена в процессе проектирования и эксплуатации теплоэнергетических установок и систем промышленных предприятий и тепловых электрических станций</p> <p><b>(Теплоэнергетика и теплотехника)</b></p>	<p>У-1 - Анализировать циклы тепловых машин с целью оптимизации их рабочих характеристик и максимизации КПД</p> <p>П-1 - Разрабатывать рекомендации по анализу рабочих процессов в тепловых машинах, определять параметры их работы, тепловой эффективности</p> <p>Д-1 - Правильно оценивать результаты расчетов</p>
	<p>ПК-18 - Способен составлять планы проведения работ по поддержанию и восстановлению работоспособности оборудования энергоисточника и системы энергоснабжения</p> <p><b>(Энергетическое машиностроение)</b></p>	<p>З-1 - Классифицировать примеры неисправностей оборудования по степени опасности для эксплуатирующего персонала и по влиянию на эффективность и работоспособность энергоисточника и системы энергоснабжения</p> <p>У-1 - Обосновать необходимость вывода оборудования в ремонт на основе анализа его технического состояния</p> <p>У-2 - Оценить примерный объем работ и сроки их выполнения при подготовке энергоисточника и системы энергоснабжения к осенне-зимнему и весенне-летнему периодам</p> <p>П-1 - Систематизировать информацию по состоянию оборудования энергоисточника и системы энергоснабжения для составления графика проведения ремонтных работ</p> <p>П-2 - Выбирать оптимальные график проведения ремонтных работ в зависимости от типа и степени опасности неисправности</p>

### 1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной и заочной формах.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Надежность систем энергообеспечения**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Богатова Татьяна Феоктистовна	кандидат технических наук, доцент	Заведующий кафедрой	тепловых электрических станций
2	Черепанова Екатерина Владимировна	кандидат технических наук, доцент	Доцент	теплоэнергетики и теплотехники

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральский энергетический**

Протокол № 112 от 18.06.2021 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Введение	Место теории надежности в задачах проектирования и эксплуатации технических систем. Терминология и основные понятия надежности.
P2	Характеристики надежности объектов	Качественные и количественные характеристики надежности. Понятие отказа. Характеристики отказов. Специфика надежности невозстанавливаемых и восстанавливаемых объектов. Единичные и комплексные показатели надежности. Выбор показателей надежности систем энергообеспечения. Задание требований по надежности.  Определение функции работоспособности и неработоспособности системы
P3	Методы определения надежности систем	Прогнозирование и экспериментальное определение надежности. Расчет надежности систем. Методы представления функционально-структурных связей элементов системы. Аналитические и статистические методы расчета надежности систем.
P4	Надежность систем без восстановления	Последовательное соединение элементов. Нагруженный и ненагруженный резервы. Схема гибели (экспоненциальное распределение наработки до отказа).
P5	Системы с восстановлением	Общая схема марковского процесса. Схема гибели и размножения. Восстанавливаемые резервированные системы различной кратности с неидеальными параметрами контроля и

		переключения. Приближенные методы расчета систем с восстановлением. Не нагруженный резерв с профилактикой.
<b>P6</b>	Надежность механических систем	Основные понятия. Модели отказов механических систем. Применение теории выбросов случайных процессов.
<b>P7</b>	Надежность систем электроснабжения	Особенности систем электроснабжения (СЭС). Определение показателей надежности. Использование резервов мощности в СЭС. Проектные и эксплуатационные задачи надежности СЭС. Расчет надежности СЭС с учетом плановых ремонтов.
<b>P8</b>	Надежность систем теплоснабжения	Специфика систем теплоснабжения (СТС). Определение показателей надежности. Расчет надежности СТС. Эффективность и надежность теплообменных аппаратов.
<b>P9</b>	Надежность систем водоснабжения	Специфика систем водоснабжения (СВС). Определение показателей надежности. Определение емкости резервуаров радиальных систем водоснабжения. Расчет надежности СВС.
<b>P10</b>	Надежность систем газоснабжения	Специфика систем газоснабжения (СГС). Анализ надежности системы «газопровод – хранилище - потребитель газа». Определение пропускной способности газоснабжающей системы. Расчет надежности СГС.

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной профессиональной деятельности	ПК-5 - Способен применять фундаментальные знания в области гидрогазодинамики, технической термодинамики и теплообмена в процессе проектирования и эксплуатации теплоэнергетических установок и систем промышленных предприятий и тепловых электрических станций	Д-1 - Правильно оценивать результаты расчетов

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## **2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Надежность систем энергообеспечения**

#### **Электронные ресурсы (издания)**

1. Шпиганович; Обеспечение надежности систем электроснабжения на базе информационно-аналитического анализа их функционирования : автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук. ; Липецк; 2015 <http://dlib.rsl.ru/rsl01006000000/rsl01006644000/rsl01006644438/rsl01006644438.pdf> (Электронное издание)

#### **Печатные издания**

1. Китушин, В. Г.; Надежность энергетических систем : Учеб. пособие для вузов.; Высш.шк., Москва; 1984 (4 экз.)
2. Обоскалов, В. П.; Надежность обеспечения баланса мощности электроэнергетических систем : Моногр.; ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2002 (8 экз.)
3. , Бродов, Ю. М., Аронсон, К. Э., Рябчиков, А. Ю., Ниренштейн, М. А.; Справочник по теплообменным аппаратам паротурбинных установок; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2006 (5 экз.)
4. Бродов, Ю. М.; Повышение эффективности и надежности теплообменных аппаратов паротурбинных установок : Учеб. пособие.; Б. и., Москва; 1996 (6 экз.)
5. , Аронсон, К. Э., Блинков, С. Н., Брезгин, В. И., Бродов, Ю. М., Купцов, В. К.; Теплообменники энергетических установок : Учебник для студентов вузов, обучающихся по направлениям 552700, 651200 - "Энергомашиностроение" и специальности 101400 - "Газотурбинные, паротурбинные установки и двигатели".; Сократ, Екатеринбург; 2003 (19 экз.)

#### **Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы**

<http://study.urfu.ru> - информационно-образовательный портал

<http://lib.urfu.ru> - зональная научная библиотека

#### **Материалы для лиц с ОВЗ**

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

#### **Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

<http://www.cntd.ru/>

Библиотека нормативно-технической литературы Режим доступа: <http://www.tehlit.ru>

<https://www.rst.gov.ru/portal/gost/home/activity/NDT>

### 3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### Надежность систем энергообеспечения

#### Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES  Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES  Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES  Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM

		<p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	<p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p>
5	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	<p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p>