

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Забайкальский государственный университет»  
(ФГБОУ ВО «ЗабГУ»)

Энергетический факультет

Кафедра Тепловых электрических станций

УТВЕРЖДАЮ:

Декан факультета

Мирошников С.Ф.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Б1.В.ДВ.9.1. Надежность работы теплоэнергетического оборудования

на 72 часа(ов), 2 зачетных(ые) единиц(ы)

для направления подготовки (специальности) 13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника

составлена в соответствии с ФГОС ВО, утвержденным приказом  
Министерства образования и науки Российской Федерации от  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Профиль – Тепловые электрические станции (для набора 2018)

Форма обучения очная, заочная

## 1. Организационно-методический раздел

### 1.1 Цель и задачи дисциплины (модуля)

Цель изучения дисциплины:

Изучение студентами основных теоретических аспектов повреждаемости элементов теплоэнергетического оборудования, ознакомление с приоритетными направлениями повышения уровня их надежности.

Задачи изучения дисциплины:

В результате изучения дисциплины студент должен:

- знать основные понятия и определения общей теории надежности;
- уметь применять изучаемые методики и справочную литературу для расчёта характеристик надежности сложных систем;
- уметь анализировать причинно-следственную связь возникновения повреждений в элементах теплоэнергетического оборудования;
- знать способы устранения основных факторов повреждаемости оборудования;
- уметь разрабатывать и применять мероприятия по повышению надежности работы основного и вспомогательного оборудования ТЭС и АЭС.

### 1.2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОП

Для успешного освоения дисциплины студент должен иметь базовую подготовку по дисциплинам «Паровые и газовые турбины», «Тепловые и атомные электрические станции», «Котельные установки и парогенераторы» в объеме программы. Дисциплина «Надёжность работы теплоэнергетического оборудования» входит в состав модуля «Б1.В.ДВ» Дисциплина изучается на 4 курсе в 8 семестре.

### 1.3. Объем дисциплины (модуля) с указанием трудоемкости всех видов учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы), 72 часов.

#### Очная форма

Виды занятий	Распределение по семестрам	
	8 семестр	Всего часов
Общая трудоемкость		72
Аудиторные занятия, в т.ч.	36	36
лекционные (ЛК)	18	18
практические (семинарские) (ПЗ, СЗ)	18	18
лабораторные (ЛР)	0	0
Самостоятельная работа студентов (СРС)	36	36
Форма промежуточной аттестации в семестре	Зачет	0

Курсовая работа (курсовой проект) (КР, КП)		
--	--	--

### Заочная форма

Виды занятий	Распределение по семестрам		Всего часов
	10 семестр		
Общая трудоемкость			72
Аудиторные занятия, в т.ч.	18		18
лекционные (ЛК)	8		8
практические (семинарские) (ПЗ, СЗ)	10		10
лабораторные (ЛР)	0		0
Самостоятельная работа студентов (СРС)	54		54
Форма промежуточной аттестации в семестре	Зачет		0
Курсовая работа (курсовой проект) (КР, КП)			

## 2. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Индекс компетенции	Содержание компетенции
ПК-11	Готовность участвовать в типовых, плановых испытаниях и ремонтах технологического оборудования, монтажных, наладочных и пусковых работах.

Планируемые результаты обучения по дисциплине для последовательного достижения уровней сформированности компетенций

Результат обучения	
	Пороговый: 1) основные понятия и законы по разделам курса. 2) основные методы при решении задач по надёжности.

Знать	<p>Стандартный:</p> <p>1) Методы повышения надёжности оборудования, области их применения, их логическую связь с задачами профессиональной деятельности.</p>
	<p>Эталонный:</p> <p>1) современные методы повышения надёжности оборудования. 2) алгоритмы решения задач, связанных с надёжностью, в конкретных ситуациях профессиональной деятельности</p>
Уметь	<p>Пороговый:</p> <p>1) формулировать изучаемые закономерности, влияющие на надёжность оборудования, процессы, используя необходимые термины, математические формулы, графики. 2) применять методы решения задач при рассмотрении соответствующих задач профессиональной направленности 3) находить и систематизировать необходимую информацию по изучаемым вопросам, работать с учебно-справочной литературой</p>
	<p>Стандартный:</p> <p>1) излагать сущность методов повышения надёжности с применением общепринятой научной терминологии 2) применять соответствующие методики решения задач в профессиональной деятельности 3) систематизировать необходимую информацию по изучаемым разделам, работать с учебно-справочной литературой и информационно-поисковыми системами</p>
	<p>Эталонный:</p> <p>1) излагать основные положения теории надёжности, используя соответствующую научную терминологию 2) применять физические и математические модели при решении нестандартных задач профессиональной направленности с использованием методов высшей математики 3) применять математические методы анализа технологических процессов в задачах связанных с надёжностью оборудования, в том числе с использованием информационных технологий и вычислительной техники 4) систематизировать и анализировать информацию по изучаемым разделам, работать с учебно-справочной литературой и информационно-поисковыми системами</p>
	<p>Пороговый:</p> <p>1) навыками решения типовых заданий с выполнением необходимых вычислений, применением правил приближенных вычислений, перевода единиц измерений физических величин 2) умениями составления и решения уравнений 3) представления и анализа соответствующей информации в графической форме 4) методами обработки экспериментальных измерений</p>

Владеть	
	<p>Стандартный:</p> <p>1) умениями составления и решения уравнений с применением методов высшей математики  2) умениями представления, систематизации, обработки соответствующей информации</p>
	<p>Эталонный:</p> <p>1) умениями составления, решения, анализа уравнений в задачах профессиональной направленности с применением методов высшей математики  2) умениями представления, систематизации, обработки соответствующей информации, в том числе с применением информационных технологий</p>

### 3. Содержание дисциплины

#### 3.1. Разделы дисциплины и виды занятий

##### Очная форма

Модуль	Номер раздела	Наименование раздела	Всего часов	Аудиторные занятия			СРС
				ЛК	ПЗ(СЗ)	ЛР	
1	1	Введение. Задачи курса, основные понятия надежности оборудования ТЭС и АЭС	8	2	2		4
	2	Анализ повреждений и отказов в работе теплоэнергетического оборудования	8	2	2		4
	3	Повреждения барабанов, коллекторов и поверхностей нагрева котлов	16	4	4		8
	4	Предупреждение аварий паровых турбин	8	2	2		4
	5	Надежность статоров, роторов, дисков и диафрагм	16	4	4		8
	6	Повреждения лопаток. Повреждения и дефекты корпусных элементов турбин	16	4	4		8
Итого			72	18	18	0	36

### Заочная форма

Модуль	Номер раздела	Наименование раздела	Всего часов	Аудиторные занятия			СРС
				ЛК	ПЗ(СЗ)	ЛР	
1	1	Введение. Задачи курса, основные понятия надежности оборудования ТЭС и АЭС	12	2	2		8
	2	Анализ повреждений и отказов в работе теплоэнергетического оборудования	12	2	2		8
	3	Повреждения барабанов, коллекторов и поверхностей нагрева котлов	12	2	2		8
	4	Предупреждение аварий паровых турбин	12	2	2		8
	5	Надежность статоров, роторов, дисков и диафрагм	12		2		10
	6	Повреждения лопаток. Повреждения и дефекты корпусных элементов турбин	12				12
Итого			72	8	10	0	54

### 3.2. Лекционные занятия

#### Очная форма

Модуль	Номер раздела	Содержание лекционных занятий
1	1	Введение. Основные понятия и определения общей теории надежности.
	2	Классификация отказов в работе оборудования. Методы обеспечения надежности. Расчет характеристик надежности сложных систем. Изменение показателей надежности в процессе эксплуатации. Оптимизация ремонта энергооборудования.
	3	Основные причины неисправностей котлов. Мероприятия по повышению надежности работы барабанов и коллекторов. Условия работы металла поверхностей нагрева. Эрозионный износ и коррозия поверхностей нагрева.  Меры борьбы с коррозией и защита от эрозионного износа. Методы очистки. Причины повреждений водогрейных котлов. Гидравлические удары, поверхностное кипение. Коррозия

4	Надежность работы паровых турбин. Основные аспекты проблемы. Влияние условий эксплуатации и режимов работы на надежность турбоагрегатов.
5	Условия работы корпуса (статора) турбины. Мероприятия по повышению надежности корпусов. Осевые усилия в турбине. Причины стеснения тепловых расширений турбины.  Условия работы валопровода. Погибы роторов. Мероприятия по повышению их надежности.
6	Вибрационная надежность турбоагрегата. Неуравновешенность ротора. Прецессия. Критические частоты вращения.  Нарушения дисков. Вибрация дисков. Зонтичные и веерные колебания. Отстройка от резонанса. Прогибы диафрагм. Условия работы рабочих лопаток. Напряжения растяжения и изгиба. Причины повреждений лопаток.

### Заочная форма

Модуль	Номер раздела	Содержание лекционных занятий
1	1	Введение. Основные понятия и определения общей теории надежности.
	2	Классификация отказов в работе оборудования. Методы обеспечения надежности. Расчет характеристик надежности сложных систем. Изменение показателей надежности в процессе эксплуатации. Оптимизация ремонта энергооборудования.
	3	Основные причины неисправностей котлов. Мероприятия по повышению надежности работы барабанов и коллекторов. Условия работы металла поверхностей нагрева. Эрозионный износ и коррозия поверхностей нагрева.
	4	Надежность работы паровых турбин. Основные аспекты проблемы. Влияние условий эксплуатации и режимов работы на надежность турбоагрегатов.

### 3.3. Практические (семинарские) занятия

### Очная форма

Модуль	Номер раздела	Содержание практических(семинарских) занятий
1	1	Определение надежности тепловой части ТЭС вероятностными методами.
	2	Определение показателей надежности энергетического оборудования по статистическим данным в условиях эксплуатации.
	3	Расчёт термического расширения элементов котла. Расчет на прочность барабанов.
	4	Определение надежности тепловой части ТЭС вероятностными методами.
	5	Расчет диска рабочего колеса паровой турбины на прочность. Расчет рабочей лопатки паровой турбины на прочность.
	6	Расчёт ротора паровой турбины на изгиб. Расчёт центровки ротора.

### Заочная форма

Модуль	Номер раздела	Содержание практических(семинарских) занятий
1	1	Определение надежности тепловой части ТЭС вероятностными методами.
	2	Определение показателей надежности энергетического оборудования по статистическим данным в условиях эксплуатации.
	3	Расчёт термического расширения элементов котла.
	4	Определение надежности тепловой части ТЭС вероятностными методами.

	5	Расчет диска рабочего колеса паровой турбины на прочность.
--	---	--

### 3.4. Лабораторные занятия

### 3.5. Организация самостоятельной работы

#### Очная форма

Модуль	Номер раздела	Содержание материала выносимого на самостоятельное изучение	Виды самостоятельной работы
1	1	Введение. Задачи курса, основные понятия надежности оборудования ТЭС и АЭС	Решение задач, подготовка реферата
1	2	Анализ повреждений и отказов в работе теплоэнергетического оборудования	Решение задач, подготовка реферата
1	3	Повреждения барабанов, коллекторов	Решение задач, подготовка реферата
		Повреждения поверхностей нагрева	Решение задач, подготовка реферата
1	4	Предупреждение аварий паровых турбин	Решение задач, подготовка реферата
1	5	Повреждения роторов	Решение задач, подготовка реферата
		Повреждения диафрагм	Решение задач, подготовка реферата
1	6	Повреждения лопаток	Решение задач, подготовка реферата
		Повреждения статоров	Решение задач, подготовка реферата

#### Заочная форма

Модуль	Номер раздела	Содержание материала выносимого на самостоятельное изучение	Виды самостоятельной работы
1	1	Введение. Задачи курса, основные понятия надежности оборудования ТЭС и АЭС	Решение задач, подготовка реферата
1	2	Анализ повреждений и отказов в работе теплоэнергетического оборудования	Решение задач, подготовка реферата
1	3	Повреждения барабанов, коллекторов	Решение задач, подготовка реферата
		Повреждения поверхностей нагрева	Решение задач, подготовка реферата
1	4	Предупреждение аварий паровых турбин	Решение задач, подготовка реферата
1	5	Повреждения роторов	Решение задач, подготовка реферата
		Повреждения диафрагм	Решение задач, подготовка реферата
1	6	Повреждения лопаток	Решение задач, подготовка реферата
		Повреждения статоров	Решение задач, подготовка реферата

#### 4. Интерактивные формы образовательных технологий

Модуль	Номер раздела	Вид учебных занятий	Образовательные технологии	Количество часов
1	1	практические занятия	работа с электронными образовательными ресурсами, расчёты с использованием ЭВМ	2
1	2	практические занятия	работа с электронными образовательными ресурсами, расчёты с использованием ЭВМ	2
1	3	практические занятия	работа с электронными образовательными ресурсами, расчёты с использованием ЭВМ	4

1	4	практические занятия	работа с электронными образовательными ресурсами, расчёты с использованием ЭВМ	2
1	5	практические занятия	работа с электронными образовательными ресурсами, расчёты с использованием ЭВМ	4
1	6	практические занятия	работа с электронными образовательными ресурсами, расчёты с использованием ЭВМ	4

## **5. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

### [Фонд оценочных средств](#)

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

### **6.1. Основная литература**

#### **6.1.1. Печатные издания**

1. Стрельников, Алексей Сергеевич. Надежность работы основного теплоэнергетического оборудования ТЭС : учеб. пособие / Стрельников Алексей Сергеевич, Тюлюпов Юрий Федорович. - Чита : ЧитГУ, 2010. - 249 с. - ISBN 978-5-9293-0532-0 : 173-00.
2. Тепловые электрические станции : учебник / В. Д. Буров [и др.]; под ред. В.М. Лавыгина, А.С. Седлова, С.В. Цанева. - Москва : МЭИ, 2005. - 454 с. : ил. - ISBN 5-7046-1208-3 : 280-00.
3. Липов, Юрий Михайлович. Котельные установки и парогенераторы : учебник / Липов Юрий Михайлович, Третьяков Юрий Михайлович. - 2-е изд., испр. - Москва ; Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика, 2006. - 592с. - ISBN 5-93972-575-9 : 439-00.
4. Цанев, Стефан Вичев. Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электростанций : учеб. пособие / Цанев Стефан Вичев, Буров Валерий Дмитриевич, Ремезов Александр Николаевич. - 2-е изд., стер. - Москва : МЭИ, 2006. - 584 с. : ил. - ISBN 5-903072-19-4 : 1580-00.

#### **6.1.2. Издания из ЭБС**

### **6.2. Дополнительная литература**

#### **6.2.1. Печатные издания**

1. Иванова, Г.М. Теплотехнические измерения и приборы : учебник / Г. М. Иванова, Н. Д. Кузнецов, В. С. Чистяков. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : МЭИ, 2005. - 460 с. : ил. - ISBN 5-7046-1046-3 : 820-00.
2. Трухний, Алексей Данилович. Теплофикационные паровые турбины и турбоустановки : учеб. пособие / Трухний Алексей Данилович, Ломакин Борис Владимирович. - Москва : МЭИ, 2002. - 540 с. : ил. - ISBN 5-7046-0722-5 : 929-39.

#### **6.2.2. Издания из ЭБС**

3. Кудинов, А.А. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях. / А. А. Кудинов, С. К. Зиганшина; Кудинов А.А.; Зиганшина С.К. - Moscow : Машиностроение, 2011. - . - Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях. [Электронный ресурс] / Кудинов А. А., Зиганшина С. К. - М.: Машиностроение, 2011. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785942755584.html>. - ISBN 978-5-94275-558-4.

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

ЭБС «Троицкий мост»; [www.trmost.ru](http://www.trmost.ru)  
ЭБС «Лань»; [www.e.lanbook.ru](http://www.e.lanbook.ru)  
ЭБС «Лань»; [www.e.lanbook.ru](http://www.e.lanbook.ru)  
ЭБС «Юрайт»; [www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru)  
ЭБС «Юрайт»; [www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru)  
ЭБС «Консультант студента»; [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)  
ЭБС «Консультант студента»; [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)

### **7. Перечень программного обеспечения**

Программное обеспечение общего назначения: ОС Microsoft Windows, Microsoft Office, ABBYY FineReader, ESET NOD32 Smart Security Business Edition, Foxit Reader, АИБС "МегаПро".

Программное обеспечение специального назначения:

### **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

672039, г. Чита, ул. Баргузинская, 49 корпус 1, ауд. 03-115 Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Комплект специализированной учебной мебели. Доска аудиторная маркерная. Мультимедийное оборудование (переносное): ноутбук, проектор (хранится в ауд.03-116).

672039, г. Чита, ул. Баргузинская, 49 корпус 1, ауд. 03-120 Учебная аудитория для проведения курсового и дипломного проектирования, самостоятельной работы. Комплект специализированной учебной мебели. Доска аудиторная маркерная. Мультимедийное оборудование (переносное): ноутбук, проектор (хранится в ауд.03-116).

ПК-6 шт. (в т.ч. преподавательский), принтер - 3 шт. Доступ к сети Интернет и обеспечение доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

### **9. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины**

Для эффективного освоения материала дисциплины необходимым является выполнение следующих требований:

- обязательное посещение всех лекционных занятий, способствующее системному овладению материалом курса;
- все вопросы соответствующих разделов и тем по дисциплине необходимо фиксировать (на любых носителях информации);
- обязательное самостоятельное выполнение домашних заданий является важнейшим требованием и условием формирования целостного и системного знания по дисциплине;
- обязательность личной активности каждого студента на всех занятиях по дисциплине;
- в случаях неясности каких-либо вопросов, обсуждаемых на занятиях, необходимо задать соответствующие вопросы преподавателю, а не оставлять их непонятыми;
- в случаях пропусков занятий по уважительным причинам студентам предоставляется право подготовки и представления заданий и ответов на вопросы изученного материала, с расчетом на помощь преподавателя в его усвоении;
- в случаях пропусков без уважительной причины студент обязан самостоятельно изучить соответствующий материал;
- необходимым условием является самостоятельность и инициативность студентов при контроле набора баллов по дисциплине для успешного прохождения промежуточной аттестации.

Для эффективного освоения материала дисциплины в ходе практических занятий необходимо выполнение следующих требований:

- четко понимать цели предстоящих занятий (предварительно формулируются

преподавателем):

- владеть навыками поиска, обработки, адаптации и презентации необходимого материала;
- уметь четко формулировать и отстаивать собственный взгляд на рассматриваемые проблемные вопросы, который необходимо подкреплять адекватной аргументацией;
- уметь выделять и формулировать противоречия по рассматриваемым проблемам, понимая их источники;
- владеть навыками публичного выступления (логично, ясно и лаконично излагать свои мысли; адекватно оценивать восприятие и понимание слушателями представляемого материала; отвечать на задаваемые вопросы; приводить адекватные и убедительные аргументы в защиту своей позиции и т.д.);
- уметь критически оценивать собственные знания, умения и навыки в динамике в сравнении с таковыми у других, с целью раскрытия дополнительных возможностей их развития;
- при подготовке к занятиям обязательно изучить рекомендуемую литературу;
- оценить различные точки зрения на проблемные вопросы нескольких исследователей, а не ограничиваться рассмотрением позиции одного автора;
- при формулировке собственной точки зрения предусмотреть убедительную ее аргументацию и возможность возникновения спорных ситуаций;
- владеть навыками работы в команде (при выполнении определенных заданий, предполагающих работу в микрогруппах, при проведении ролевых игр, дискуссий и т.д.).

Порядок организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов предполагает:

- самостоятельный поиск, обработку (анализ, синтез, обобщение и систематизацию), адаптацию необходимой по дисциплине информации;
- выполнение заданий для самостоятельной работы;
- изучение и усвоение теоретического материала, представленного на лекционных занятиях и в соответствующих литературных источниках (рекомендуемая основная и дополнительная литература);
- самостоятельное изучение отдельных вопросов курса;
- подготовка к практическим и семинарским занятиям, в соответствии с рекомендациями преподавателя (выполнение конкретных заданий, соответствующие организационные действия и т.д.).

Подготовка индивидуальных сообщений (докладов) в рамках самостоятельной работы студента предполагает достаточно длительную системную работу студента, а также в случае необходимости консультативную помощь преподавателя.

Работа должна быть тщательно продумана, спланирована и разделена на соответствующие этапы, каждый из которых требует целого ряда определенных умений и навыков:

- определение и формулировка темы сообщения или доклада (либо осмысление темы, сформулированной преподавателем в соответствующих случаях);
- составление плана с использованием анализа, синтеза, обобщения и логики построения изложения материала;
- определение источников информации;
- работа с источниками научной информации (подбор, анализ, обобщение, систематизация, адаптация и т.д.);
- формулировка основных обобщений и выводов по результатам анализа изученного материала.

Разработчик/группа разработчиков: Требунских Сергей Анатольевич, доцент кафедры ТЭС

**Рассмотрена на заседании кафедры  
(протокол от 01.09.2018 г. № 1)**

