

**Министерство науки и высшего образования РФ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

---

Направление подготовки/специальность: 13.04.03 Энергетическое машиностроение

Наименование образовательной программы: Газотурбинные, паротурбинные установки и двигатели

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная


**Рабочая программа дисциплины**  
**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ АВАРИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК**

<b>Блок:</b>	<b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>
<b>Часть образовательной программы:</b>	<b>Часть, формируемая участниками образовательных отношений</b>
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	<b>Б1.Ч.11</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>3 семестр - 3;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>108 часов</b>
<b>Лекции</b>	<b>3 семестр - 32 часа;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>3 семестр - 16 часов;</b>
<b>Консультации</b>	<b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>3 семестр - 59,7 часа;</b>
<b>в том числе на КП/КР</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Иная контактная работа</b>	<b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>
<b>включая:</b> <b>Коллоквиум</b> <b>Расчетно-графическая работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Зачет с оценкой</b>	<b>3 семестр - 0,3 часа;</b>

**Москва 2023**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**


Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Трухний А.Д.
	Идентификатор	R82147d5a-TrukhnyAD-4832e8f9

А.Д. Трухний


**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Митрохова О.М.
	Идентификатор	R1d0f453c-FichoriakOM-ee811867

О.М.  
Митрохова

Заведующий выпускающей  
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Грибин В.Г.
	Идентификатор	R44612ca0-GribinVG-8231e2ff

В.Г. Грибин

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** изучение методов предупреждения аварий и технологических нарушений работы энергетических установок на этапах проектирования, производства, монтажа и эксплуатации

### Задачи дисциплины

- изучение основные технологические нарушения и аварии паровых турбин и газотурбинных установок;
- получение представление о физических причинах разрушения основных компонентов паровых турбин и газотурбинных установок;
- проведение анализа обстоятельств аварий и определения возможных причин аварий паровых турбин и газотурбинных установок;
- приобретение навыков принятия и обоснования конкретных технических решений по предупреждению паровых турбин и газотурбинных установок.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-2 Способен к проектно-конструкторской деятельности в сфере энергетического машиностроения	ИД-4 <sub>ПК-2</sub> Разрабатывает предложения по повышению эффективности и надежности эксплуатации объектов профессиональной деятельности	знать: - причины возникновения и способы борьбы с абразивным износом лопаточного аппарата; - причины возникновения и способы борьбы с каплеударной эрозией лопаточного аппарата; - источники накопления длительных статических и динамических повреждений в роторах паровых турбин; - причины внезапных хрупких разрушений насадных валопроводов паровых турбин и меры борьбы с ними; - источники коррозионно-опасных сред в паротурбинных установках и их влияние на надежность рабочих лопаток паровых турбин; - основные причины аварий паровых турбин.  уметь: - определять основные характеристики эрозийного износа конструкционных материалов и пассивных способов их защиты, проводить сравнительный анализ их стойкости к каплеударному воздействию с использованием экспериментального моделирования процесса износа; - определять основные характеристики абразивного износа конструкционных материалов и пассивных способов их

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
		защиты, проводить сравнительный анализ их абразивной стойкости с использованием экспериментального моделирования процесса износа; - определять характер разрушения узлов и деталей паровых турбин с оценкой потенциальных причин повреждений; - анализировать условия и режимы работы рабочих лопаток при коррозионном воздействии; - разрабатывать меры по исключению аварий и повреждений деталей паровых турбин; - определять напряжения и деформации в рабочих лопатках при различных режимах работы.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Газотурбинные, паротурбинные установки и двигатели (далее – ОПОП), направления подготовки 13.04.03 Энергетическое машиностроение, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Базируется на уровне высшего образования (бакалавриат, специалитет).

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания		
				Контактная работа							СР					
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль			
КПР	ГК	ИККП	ТК													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
1	Классификация отказов паровых и газовых турбин. Оценка ущерба от аварий. Виды и причины разрушений	12	3	4	-	-	-	-	-	-	-	8	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Классификация отказов паровых и газовых турбин. Оценка ущерба от аварий. Виды и причины разрушений" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 100-105 [2], стр. 610-615 [6], стр. 423-425</p>		
1.1	Классификация отказов паровых и газовых турбин. Оценка ущерба от аварий. Виды и причины разрушений	12		4	-	-	-	-	-	-	-	8	-			
2	Каплеударная эрозия рабочих лопаток влажнопаровых ступеней.	20		4	8	-	-	-	-	-	-	-	8		-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Каплеударная эрозия рабочих лопаток влажнопаровых ступеней." <b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Каплеударная эрозия рабочих лопаток влажнопаровых ступеней." материалу. <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [4], стр. 14-51, стр. 86-110, стр. 115-147</p>
2.1	Каплеударная эрозия рабочих лопаток влажнопаровых ступеней.	20		4	8	-	-	-	-	-	-	-	8		-	

															[6], стр. 429-433
3	Усталостное разрушение рабочих лопаток	6	2	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-		<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Усталостное разрушение рабочих лопаток"
3.1	Усталостное разрушение рабочих лопаток.	6	2	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-		<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], стр. 428-445 [6], стр. 425-429
4	Коррозионная усталость рабочих лопаток паровых турбин	6	2	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-		<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Коррозионная усталость рабочих лопаток паровых турбин"
4.1	Коррозионная усталость рабочих лопаток паровых турбин	6	2	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-		<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], стр. 445-455 [6], стр. 425-429
5	Абразивный износ лопаточного аппарата первых ступеней паровых турбин	20	4	8	-	-	-	-	-	-	-	8	-		<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Абразивный износ лопаточного аппарата первых ступеней паровых турбин"
5.1	Абразивный износ лопаточного аппарата первых ступеней паровых турбин	20	4	8	-	-	-	-	-	-	-	8	-		<b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Абразивный износ лопаточного аппарата первых ступеней паровых турбин" материалу. <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [5], стр. 19-41 [6], стр. 429-433
6	Коррозионное растрескивание хвостовиков рабочих лопаток ЦНД турбин АЭС	8	3	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-		<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Коррозионное растрескивание хвостовиков рабочих лопаток ЦНД турбин АЭС"
6.1	Коррозионное	8	3	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-		<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b>

	растрескивание хвостовиков рабочих лопаток ЦНД турбин АЭС												[3], стр. 471-477 [6], стр. 162-188
7	Внезапные хрупкие разрушения валопроводов	8	3	-	-	-	-	-	-	-	5	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Внезапные хрупкие разрушения валопроводов"
7.1	Внезапные хрупкие разрушения валопроводов	8	3	-	-	-	-	-	-	-	5	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], стр. 478-483 [6], стр. 433-440
8	Авария с полным разрушением турбоагрегата К-300-23,5 Каширской ГРЭС	8	3	-	-	-	-	-	-	-	5	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Авария с полным разрушением турбоагрегата К-300-23,5 Каширской ГРЭС"
8.1	Авария с полным разрушением турбоагрегата К-300-23,5 Каширской ГРЭС	8	3	-	-	-	-	-	-	-	5	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 663-668 [6], стр. 355-372
9	Исчерпание длительной прочности роторов в процессе эксплуатации. Термическая усталость роторов	9	3	-	-	-	-	-	-	-	6	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Исчерпание длительной прочности роторов в процессе эксплуатации. Термическая усталость роторов"
9.1	Исчерпание длительной прочности роторов в процессе эксплуатации. Термическая усталость роторов	9	3	-	-	-	-	-	-	-	6	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 643-648 [6], стр. 189-215
10	Коррозионное растрескивание дисков ЦСД и ЦНД роторов теплофикационных турбин. Усталостные разрушения валов	10.7	4	-	-	-	-	-	-	-	6.7	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Коррозионное растрескивание дисков ЦСД и ЦНД роторов теплофикационных турбин. Усталостные разрушения валов турбин" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b>

	турбин													[1], стр. 638-641 [6], стр. 433-440
10.1	Коррозионное растрескивание дисков ЦСД и ЦНД роторов теплофикационных турбин. Усталостные разрушения валов турбин	10.7	4	-	-	-	-	-	-	-	6.7	-		
	Зачет с оценкой	0.3	-	-	-	-	-	-	0.3	-	-	-		
	<b>Всего за семестр</b>	<b>108.0</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	-	-	-	-	<b>0.3</b>	<b>59.7</b>	-	-		
	<b>Итого за семестр</b>	<b>108.0</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	-	-	-	-	<b>0.3</b>	<b>59.7</b>	-	-		

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация



## **3.2 Краткое содержание разделов**

### 1. Классификация отказов паровых и газовых турбин. Оценка ущерба от аварий. Виды и причины разрушений

1.1. Классификация отказов паровых и газовых турбин. Оценка ущерба от аварий. Виды и причины разрушений

Введение в дисциплину. Практическая классификация отказов паровых и газовых турбин в России и за рубежом. Разрушение замковой рабочей лопатки в турбине К-500-240 ХТЗ. Оценка ущерба от аварии при вылете замковой лопатки ЦВД турбины К-500-240 на Рефтинской ГРЭС. Виды и причины разрушений элементов оборудования.

### 2. Каплеударная эрозия рабочих лопаток влажнопаровых ступеней.

2.1. Каплеударная эрозия рабочих лопаток влажнопаровых ступеней.

Проблема каплеударной эрозии рабочих лопаток последних ступеней мощных паровых турбин (актуальность и причины возникновения, статистика износа, способы пассивной и активной борьбы с износом). Кинетика эрозионного износа (динамика разрушения, теоретические модели процесса износа, факторы, влияющие на интенсивность эрозии).

### 3. Усталостное разрушение рабочих лопаток

3.1. Усталостное разрушение рабочих лопаток.

Усталость рабочих лопаток паровых турбин: ущерб, причины и предупреждение. Усталостное разрушение рабочей лопатки первой ступени ЦНД турбины на Южно-Украинской АЭС. Усталостное разрушение рабочей лопатки последней ступени ЦНД турбины Т-250/300-240 на ТЭЦ-26 Мосэнерго (причины, следствия и практические меры предупреждения).

### 4. Коррозионная усталость рабочих лопаток паровых турбин

4.1. Коррозионная усталость рабочих лопаток паровых турбин

Коррозионная усталость рабочих лопаток паровых турбин: источники и механизмы концентрирования агрессивных сред, ее причины и предупреждение. Разрушение рабочих лопаток первой ступени промежуточного отсека (22-я ступень) турбины Т-116-12,8 ТМЗ ТЭЦ-16 Мосэнерго (причины, следствия и практические меры предупреждения).

### 5. Абразивный износ лопаточного аппарата первых ступеней паровых турбин

5.1. Абразивный износ лопаточного аппарата первых ступеней паровых турбин

Проблема абразивной эрозии лопаточного аппарата первых ступеней паровых турбин (актуальность и причины возникновения, статистика износа, способы пассивной и активной борьбы с износом). Кинетика абразивного износа (динамика разрушения, теоретические модели процесса износа, факторы, влияющие на интенсивность эрозии).

### 6. Коррозионное растрескивание хвостовиков рабочих лопаток ЦНД турбин АЭС

6.1. Коррозионное растрескивание хвостовиков рабочих лопаток ЦНД турбин АЭС

Отрыв рабочих лопаток. Излом рабочих лопаток. Коррозионное растрескивание хвостовиков рабочих лопаток ЦНД турбин АЭС (статистика повреждений, механизм повреждений, меры предупреждения).

## 7. Внезапные хрупкие разрушения валопроводов

### 7.1. Внезапные хрупкие разрушения валопроводов

Причины и последствия внезапных хрупких разрушений цельнокованых роторов. Критические дефекты и влияние эксплуатационных факторов.

## 8. Авария с полным разрушением турбоагрегата К-300-23,5 Каширской ГРЭС

### 8.1. Авария с полным разрушением турбоагрегата К-300-23,5 Каширской ГРЭС

Авария с полным разрушением турбоагрегата К-300-23,5 Каширской ГРЭС. Причины и ход протекания аварий. Методология выяснения причин. Разработка рекомендаций по предотвращению. Авария с разрушением генератора на Рефтинской ГРЭС.

## 9. Исчерпание длительной прочности роторов в процессе эксплуатации. Термическая усталость роторов

### 9.1. Исчерпание длительной прочности роторов в процессе эксплуатации. Термическая усталость роторов

Накопление дефектов в металле в процессе эксплуатации при высоких температурах. Исчерпание длительной прочности цельнокованых высокотемпературных роторов в процессе эксплуатации. Термическая усталость роторов. Меры предупреждения.

## 10. Коррозионное растрескивание дисков ЦСД и ЦНД роторов теплофикационных турбин. Усталостные разрушения валов турбин

### 10.1. Коррозионное растрескивание дисков ЦСД и ЦНД роторов теплофикационных турбин. Усталостные разрушения валов турбин

Коррозионное растрескивание дисков ЦСД и ЦНД роторов теплофикационных турбин. Усталостные разрушения валов турбин.

## **3.3. Темы практических занятий**

не предусмотрено

## **3.4. Темы лабораторных работ**

1. Экспериментальные исследования абразивной стойкости лопаточных материалов и защитных покрытий (8 часов);

2. Экспериментальные исследования стойкости лопаточных материалов и защитных покрытий к высокоскоростному каплеударному воздействию (8 часов).

## **3.5 Консультации**

## **3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ**

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

### 3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)										Оценочное средство (тип и наименование)	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
<b>Знать:</b>													
основные причины аварий паровых турбин	ИД-4 <sub>ПК-2</sub>	+											Коллоквиум/Коллоквиум №1 «Классификация отказов паровых и газовых турбин. Оценка ущерба от аварий. Виды и причины разрушений»
источники коррозионно-опасных сред в паротурбинных установках и их влияние на надежность рабочих лопаток паровых турбин	ИД-4 <sub>ПК-2</sub>	+			+		+						Коллоквиум/Коллоквиум №4 «Коррозионная усталость рабочих лопаток паровых турбин»  Коллоквиум/Коллоквиум №6 «Коррозионное растрескивание хвостовиков рабочих лопаток ЦНД турбин АЭС»
причины внезапных хрупких разрушений насадных валопроводов паровых турбин и меры борьбы с ними	ИД-4 <sub>ПК-2</sub>	+							+			+	Коллоквиум/Коллоквиум №10 «Коррозионное растрескивание дисков ЦСД и ЦНД роторов теплофикационных турбин. Усталостные разрушения валов турбин»
источники накопления длительных статических и динамических повреждений в роторах паровых турбин	ИД-4 <sub>ПК-2</sub>								+			+	Коллоквиум/Коллоквиум №7 «Внезапные хрупкие разрушения валопроводов»  Коллоквиум/Коллоквиум №9 «Исчерпание длительной прочности роторов в процессе эксплуатации. Термическая усталость роторов»
причины возникновения и способы борьбы с каплеударной эрозией лопаточного аппарата	ИД-4 <sub>ПК-2</sub>	+	+										Коллоквиум/Коллоквиум №2 «Каплеударная эрозия рабочих лопаток влажнопаровых ступеней»
причины возникновения и способы борьбы с абразивным износом	ИД-4 <sub>ПК-2</sub>	+				+							Коллоквиум/Коллоквиум №5 «Абразивный износ лопаточного аппарата»

лопаточного аппарата											первых ступеней паровых турбин»
<b>Уметь:</b>											
определять напряжения и деформации в рабочих лопатках при различных режимах работы	ИД-4ПК-2			+							Коллоквиум/Коллоквиум №3 «Усталостные разрушения рабочих лопаток»
разрабатывать меры по исключению аварий и повреждений деталей паровых турбин	ИД-4ПК-2								+	+	Коллоквиум/Коллоквиум №10 «Коррозионное растрескивание дисков ЦСД и ЦНД роторов теплофикационных турбин. Усталостные разрушения валов турбин» Коллоквиум/Коллоквиум №7 «Внезапные хрупкие разрушения валопроводов» Коллоквиум/Коллоквиум №8 «Авария с полным разрушением турбоагрегата К-300-23,5 Каширской ГРЭС»
анализировать условия и режимы работы рабочих лопаток при коррозионном воздействии	ИД-4ПК-2				+		+				Коллоквиум/Коллоквиум №6 «Коррозионное растрескивание хвостовиков рабочих лопаток ЦНД турбин АЭС»
определять характер разрушения узлов и деталей паровых турбин с оценкой потенциальных причин повреждений	ИД-4ПК-2		+								Коллоквиум/Коллоквиум №10 «Коррозионное растрескивание дисков ЦСД и ЦНД роторов теплофикационных турбин. Усталостные разрушения валов турбин» Коллоквиум/Коллоквиум №1 «Классификация отказов паровых и газовых турбин. Оценка ущерба от аварий. Виды и причины разрушений»
определять основные характеристики абразивного износа конструкционных материалов и пассивных способов их	ИД-4ПК-2					+					Расчетно-графическая работа/Защита лабораторной работы №2 «Проведение экспериментальных исследований

защиты, проводить сравнительный анализ их абразивной стойкости с использованием экспериментального моделирования процесса износа																										абразивной стойкости лопаточных материалов и защитных покрытий»
определять основные характеристики эрозионного износа конструкционных материалов и пассивных способов их защиты, проводить сравнительный анализ их стойкости к каплеударному воздействию с использованием экспериментального моделирования процесса износа	ИД-4ПК-2		+																							Расчетно-графическая работа/Защита лабораторной работы №1 «Проведение экспериментальных исследований стойкости лопаточных материалов и защитных покрытий к высокоскоростному каплеударному воздействию»

## **4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)**

### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

#### **3 семестр**

Форма реализации: Письменная работа

1. Защита лабораторной работы №1 «Проведение экспериментальных исследований стойкости лопаточных материалов и защитных покрытий к высокоскоростному каплеударному воздействию» (Расчетно-графическая работа)
2. Защита лабораторной работы №2 «Проведение экспериментальных исследований абразивной стойкости лопаточных материалов и защитных покрытий» (Расчетно-графическая работа)
3. Коллоквиум №1 «Классификация отказов паровых и газовых турбин. Оценка ущерба от аварий. Виды и причины разрушений» (Коллоквиум)
4. Коллоквиум №10 «Коррозионное растрескивание дисков ЦСД и ЦНД роторов теплофикационных турбин. Усталостные разрушения валов турбин» (Коллоквиум)
5. Коллоквиум №2 «Каплеударная эрозия рабочих лопаток влажнопаровых ступеней» (Коллоквиум)
6. Коллоквиум №3 «Усталостные разрушения рабочих лопаток» (Коллоквиум)
7. Коллоквиум №4 «Коррозионная усталость рабочих лопаток паровых турбин» (Коллоквиум)
8. Коллоквиум №5 «Абразивный износ лопаточного аппарата первых ступеней паровых турбин» (Коллоквиум)
9. Коллоквиум №6 «Коррозионное растрескивание хвостовиков рабочих лопаток ЦНД турбин АЭС» (Коллоквиум)
10. Коллоквиум №7 «Внезапные хрупкие разрушения валопроводов» (Коллоквиум)
11. Коллоквиум №8 «Авария с полным разрушением турбоагрегата К-300-23,5 Каширской ГРЭС» (Коллоквиум)
12. Коллоквиум №9 «Исчерпание длительной прочности роторов в процессе эксплуатации. Термическая усталость роторов» (Коллоквиум)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

*Зачет с оценкой (Семестр №3)*

Оценка определяется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ».

В диплом выставляется оценка за 3 семестр.

**Примечание:** Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. Костюк А.Г.- "Динамика и прочность турбомашин", Издательство: "МЭИ", Москва, 2020 <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383014271.html>;

2. Трухний А.Д.- "Паровые турбины и газотурбинные установки для электростанций", Издательство: "МЭИ", Москва, 2019  
<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383014004.html>;
3. Ломакин Б.В.- "Теплофикационные паровые турбины и турбоустановки", Издательство: "МЭИ", Москва, 2020  
<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383014165.html>;
4. Перельман, Р. Г. Эрозия элементов паровых турбин / Р. Г. Перельман, В. В. Пряхин . – М. : Энергоатомиздат, 1986 . – 184 с.;
5. Фаддеев, И. П. Эрозия влажнопаровых турбин / И. П. Фаддеев . – Ленинград : Машиностроение, 1974 . – 206 с.;
6. Трухний А.Д. , Изюмов М.А. , Поваров О.А. , Малышенко С. П.- "Современная теплоэнергетика" Т. 1, (5-е изд., стер.), Издательство: "Издательский дом МЭИ", Москва, 2010 - (472 с.)  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=72255](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72255).

### 5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др);
5. SmathStudio.

### 5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - [http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red)
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных ВИНТИ online - <http://www.viniti.ru/>
5. База данных журналов издательства Elsevier - <https://www.sciencedirect.com/>
6. Электронные ресурсы издательства Springer - <https://link.springer.com/>
7. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
8. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
9. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
10. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
11. Журналы American Chemical Society - <https://www.acs.org/content/acs/en.html>
12. Журналы American Institute of Physics - <https://www.scitation.org/>
13. Журналы American Physical Society - <https://journals.aps.org/about>
14. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

### 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	П-25, Учебная аудитория	стол преподавателя, стол учебный, стул, вешалка для одежды, доска интерактивная, компьютерная сеть с выходом в Интернет, кондиционер, учебно-наглядное пособие
Учебные аудитории для проведения	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер

лабораторных занятий	П-25а, Лаборатория прочности турбомашин	стол, стул, стенд информационный, стенд лабораторный
	П-32, Учебная аудитория лаборатории газодинамики	стол преподавателя, стол учебный, стул, вешалка для одежды, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, кондиционер, мел, маркер, стилус
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	П-25, Учебная аудитория	стол преподавателя, стол учебный, стул, вешалка для одежды, доска интерактивная, компьютерная сеть с выходом в Интернет, кондиционер, учебно-наглядное пособие
Помещения для самостоятельной работы	П-28, Комната для самостоятельных занятий студентов	
Помещения для консультирования	П-03а, Кабинет сотрудников	
	П-27, Переговорная	
	П-23, Кабинет сотрудников каф. ПГТ (проф. Трухний А.Д.)	кресло рабочее, рабочее место сотрудника, стеллаж для хранения книг, стул, шкаф для одежды, стол письменный, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, ноутбук, книги, учебники, пособия
	П-38, Кабинет сотрудников каф. ПГТ (доц. Медников А.Ф.)	кресло рабочее, рабочее место сотрудника, стол компьютерный, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	П-42, Кафедральная библиотека	кресло рабочее, стеллаж для хранения книг, стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, многофункциональный центр, компьютер персональный, инвентарь учебный, книги, учебники, пособия
	П-05а, Лаборатория аэродинамики	
	П-03б, Подсобное помещение	



## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Предупреждение аварий энергетических установок

(название дисциплины)

#### 3 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

- КМ-1 Коллоквиум №1 «Классификация отказов паровых и газовых турбин. Оценка ущерба от аварий. Виды и причины разрушений» (Коллоквиум)
- КМ-2 Коллоквиум №2 «Каплеударная эрозия рабочих лопаток влажнопаровых ступеней» (Коллоквиум)
- КМ-3 Коллоквиум №3 «Усталостные разрушения рабочих лопаток» (Коллоквиум)
- КМ-4 Коллоквиум №4 «Коррозионная усталость рабочих лопаток паровых турбин» (Коллоквиум)
- КМ-5 Коллоквиум №5 «Абразивный износ лопаточного аппарата первых ступеней паровых турбин» (Коллоквиум)
- КМ-6 Коллоквиум №6 «Коррозионное растрескивание хвостовиков рабочих лопаток ЦНД турбин АЭС» (Коллоквиум)
- КМ-7 Коллоквиум №7 «Внезапные хрупкие разрушения валопроводов» (Коллоквиум)
- КМ-8 Коллоквиум №8 «Авария с полным разрушением турбоагрегата К-300-23,5 Каширской ГРЭС» (Коллоквиум)
- КМ-9 Коллоквиум №9 «Исчерпание длительной прочности роторов в процессе эксплуатации. Термическая усталость роторов» (Коллоквиум)
- КМ-10 Коллоквиум №10 «Коррозионное растрескивание дисков ЦСД и ЦНД роторов теплофикационных турбин. Усталостные разрушения валов турбин» (Коллоквиум)
- КМ-11 Защита лабораторной работы №1 «Проведение экспериментальных исследований стойкости лопаточных материалов и защитных покрытий к высокоскоростному каплеударному воздействию» (Расчетно-графическая работа)
- КМ-12 Защита лабораторной работы №2 «Проведение экспериментальных исследований абразивной стойкости лопаточных материалов и защитных покрытий» (Расчетно-графическая работа)

**Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	К М-1	К М-2	К М-3	К М-4	К М-5	К М-6	К М-7	К М-8	К М-9	К М-10	К М-11	К М-12
		Неделя КМ:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Классификация отказов паровых и газовых турбин. Оценка ущерба от аварий. Виды и причины разрушений													

1.1	Классификация отказов паровых и газовых турбин. Оценка ущерба от аварий. Виды и причины разрушений	+	+		+	+	+					+	
2	Каплеударная эрозия рабочих лопаток влажнопаровых ступеней.												
2.1	Каплеударная эрозия рабочих лопаток влажнопаровых ступеней.		+									+	
3	Усталостное разрушение рабочих лопаток												
3.1	Усталостное разрушение рабочих лопаток.			+									
4	Коррозионная усталость рабочих лопаток паровых турбин												
4.1	Коррозионная усталость рабочих лопаток паровых турбин				+		+						
5	Абразивный износ лопаточного аппарата первых ступеней паровых турбин												
5.1	Абразивный износ лопаточного аппарата первых ступеней паровых турбин					+							+
6	Коррозионное растрескивание хвостовиков рабочих лопаток ЦНД турбин АЭС												

6.1	Коррозионное растрескивание хвостовиков рабочих лопаток ЦНД турбин АЭС					+		+					
7	Внезапные хрупкие разрушения валопроводов												
7.1	Внезапные хрупкие разрушения валопроводов							+		+	+		
8	Авария с полным разрушением турбоагрегата К-300-23,5 Каширской ГРЭС												
8.1	Авария с полным разрушением турбоагрегата К-300-23,5 Каширской ГРЭС							+	+		+		
9	Исчерпание длительной прочности роторов в процессе эксплуатации. Термическая усталость роторов												
9.1	Исчерпание длительной прочности роторов в процессе эксплуатации. Термическая усталость роторов							+	+		+		
10	Коррозионное растрескивание дисков ЦСД и ЦНД роторов теплофикационных турбин. Усталостные разрушения валов турбин												

10.1	Коррозионное растрескивание дисков ЦСД и ЦНД роторов теплофикационных турбин. Усталостные разрушения валов турбин								+		+		+		
Вес КМ, %:		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	25	25	