

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

411 ОТДЕЛЕНИЕ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ ОФИСА ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ  
ПРОГРАММ (М)

ОДОБРЕНО УМС ТФ НИЯУ МИФИ

Протокол № 6

от 23.12.2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
ТУРБОМАШИНЫ

Направление подготовки [1] 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника  
(специальность)

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практических подготовки/В СРС, час.	KCP, час.	Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП
7	4	144	32	16	0	51	0	Э
Итого	4	144	32	16	0	0	51	0

## АННОТАЦИЯ

В курсе «Турбомашины» представлены разделы связанные с принципами работы, техническими характеристиками, конструктивными особенностями элементов, узлов и турбинных установок в целом.

### 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 1.1. Цель дисциплины:

Цель освоения учебной дисциплины «Турбомашины» подготовка студента к выполнению проектно-конструкторской, исследовательской, эксплуатационной, монтажной, наладочной и ремонтной деятельности в области турбоустановок АЭС.

#### 1.2. Задачи освоения дисциплины:

- изучение основных режимов работы тепломеханического оборудования и их параметров;
- обоснование взаимосвязи и зависимости параметров режима работы установки и способов их регулирования;
- формирование способности у студента анализировать параметры аварийных режимов, выявлять их причины, локализовать и ликвидировать аварийные ситуации;
- формирование способности у студента работать с нормативными документами.

### 2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина «Турбомашины» относится к вариативной части обязательных дисциплин Блока 1., изучается в 7 семестре.

Для освоения данной дисциплины требуется знание ранее полученных знаний практические технологические навыки, необходимые инженеру при практической работе, специализирующемуся на эксплуатации, монтаже, ремонте и наладке турбинного оборудования атомных электростанций.

Знания, полученные при изучении дисциплины, помогут студентам при написании дипломно-го проекта, и дальнейшей практической работе по профилю.

### 3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
--------------------------------	--

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный	Код и наименование индикатора достижения профессиональной
--	---------------------------	---	---

		стандарт-ПС, анализ опыта)	компетенции
монтаж и наладка, эксплуатацию и сервисное обслуживание, ремонт и модернизацию технических средств по производству теплоты	наладочный	<p>тепловые и атомные электрические станции; системы энергообеспечения промышленных; установки, системы и комплексы высокотемпературной и низкотемпературной теплотехнологии; реакторы и парогенераторы атомных электростанций; паровые турбины, энергоблоки, тепловые насосы; установки водородной энергетики; вспомогательное теплотехническое оборудование; тепло- и массообменные аппараты различного назначения; теплотехнологическое оборудование промышленных предприятий; установки кондиционирования теплоносителей и рабочих тел; технологические жидкости, газы и пары, расплавы, твердые и сыпучие тела как теплоносители и рабочие тела энергетических и теплотехнологических установок; нормативно-техническая документация и системы стандартизации; системы диагностики и автоматизированного управления</p>	<p>ПК-5.1 [1] - способен участвовать в монтажных и наладочных работах, а также обслуживать основное технологическое оборудование тепловых и атомных станций</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 20.022</p> <p>З-ПК-5.1[1] - Знать методы проведения монтажно-наладочных работ по вводу в эксплуатацию теплотехнического оборудования; У-ПК-5.1[1] - Уметь проводить испытания и сдачу-приемку теплотехнического оборудования; В-ПК-5.1[1] - Владеть основами эксплуатации теплотехнического оборудования тепловых и атомных станций</p>

	технологическими процессами в теплоэнергетике и теплотехнике.		
монтаж и наладка, эксплуатацию и сервисное обслуживание, ремонт и модернизацию технических средств по производству теплоты	<p>тепловые и атомные электрические станции; системы энергообеспечения промышленных; установки, системы и комплексы высокотемпературной и низкотемпературной теплотехнологии; реакторы и парогенераторы атомных электростанций; паровые турбины, энергоблоки, тепловые насосы; установки водородной энергетики; вспомогательное теплотехническое оборудование; тепло- и массообменные аппараты различного назначения; теплотехнологическое оборудование промышленных предприятий; установки кондиционирования теплоносителей и рабочих тел; технологические жидкости, газы и пары, расплавы, твердые и сыпучие тела как теплоносители и рабочие тела энергетических и теплотехнологических установок; нормативно-техническая документация и системы стандартизации; системы диагностики и автоматизированного</p>	<p>ПК-10 [1] - Способен участвовать в типовых плановых испытаниях технологического оборудования, монтажных, наладочных и пусковых работах</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 20.025</p>	<p>З-ПК-10[1] - Знать: основные этапы плановых испытаний и ремонтов, основные этапы монтажных, наладочных и пусковых работ технологического оборудования; У-ПК-10[1] - Уметь: организовать и выполнять плановые испытания и текущий ремонт оборудования; самостоятельно организовать и выполнять монтаж, наладку и пуск технологического оборудования; В-ПК-10[1] - Владеть: навыками планирования и разработки испытаний и ремонтов, а также монтажа, наладки и пуска технологического оборудования</p>

	управления технологическими процессами в теплоэнергетике и теплотехнике.		
монтаж и наладка, эксплуатацию и сервисное обслуживание, ремонт и модернизацию технических средств по производству теплоты	<p>сервисно-эксплуатационный</p> <p>тепловые и атомные электрические станции; системы энергообеспечения промышленных; установки, системы и комплексы высокотемпературной и низкотемпературной теплотехнологии; реакторы и парогенераторы атомных электростанций; паровые турбины, энергоблоки, тепловые насосы; установки водородной энергетики; вспомогательное теплотехническое оборудование; тепло- и массообменные аппараты различного назначения; теплотехнологическое оборудование промышленных предприятий; установки кондиционирования теплоносителей и рабочих тел; технологические жидкости, газы и пары, расплавы, твердые и сыпучие тела как теплоносители и рабочие тела энергетических и теплотехнологических установок; нормативно-техническая документация и системы стандартизации;</p>	<p>ПК-11 [1] - Способен участвовать в работах по оценке технического состояния и остаточного ресурса оборудования, в организации профилактических осмотров и текущего ремонта оборудования</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 20.024</p>	<p>З-ПК-11[1] - Знать: основные виды задач при оценке технического состояния технологического объекта; основную нормативную документацию; этапы организационно-технической подготовки и выполнения технической диагностики и ремонтных работ; У-ПК-11[1] - Уметь: разрабатывать мероприятия по повышению эффективности эксплуатации оборудования на основе данных о надежности оборудования; использовать методики для оценки технического состояния технологического объекта; В-ПК-11[1] - Владеть: современными средствами диагностирования для контроля и прогнозирования технического состояния оборудования и принятия решения о необходимости ремонта</p>

	системы диагностики и автоматизированного управления технологическими процессами в теплоэнергетике и теплотехнике.		
--	--	--	--

#### 4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование чувства личной ответственности за научно-технологическое развитие России, за результаты исследований и их последствия (В17)	<p>1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования чувства личной ответственности за достижение лидерства России в ведущих научно-технических секторах и фундаментальных исследованиях, обеспечивающих ее экономическое развитие и внешнюю безопасность, посредством контекстного обучения, обсуждения социальной и практической значимости результатов научных исследований и технологических разработок.</p> <p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования социальной ответственности ученого за результаты исследований и их последствия, развития исследовательских качеств посредством выполнения учебно-исследовательских заданий, ориентированных на изучение и проверку научных фактов, критический анализ публикаций в профессиональной области, вовлечения в реальные междисциплинарные научно-исследовательские проекты.</p>
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения (В18)	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования у студентов ответственности за свое профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных

		<p>траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.</p> <p>1.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик «Научно-исследовательская работа», «Проектная практика», «Научный семинар» для:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований.</li> </ul> <p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплин "История науки и инженерии", "Критическое мышление и основы научной коммуникации", "Введение в специальность", "Научно-исследовательская работа", "Научный семинар" для:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формирования способности отделять настоящие научные исследования от лженаучных посредством проведения со студентами занятий и регулярных бесед;</li> <li>- формирования критического мышления, умения рассматривать различные исследования с экспертной позиции посредством обсуждения со студентами современных исследований, исторических предпосылок появления тех или иных открытий и теорий.</li> </ul>
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование культуры ядерной безопасности (В24)	<p>1.Использование воспитательного потенциала блока профессиональных дисциплин для формирования чувства личной ответственности за соблюдение ядерной и радиационной безопасности, а также соблюдение государственных и коммерческих тайн.</p> <p>2.Использование воспитательного потенциала содержания учебных дисциплин</p>

	<p>«Актуальные проблемы эксплуатации АЭС», «Основы экологической безопасности в ядерной энергетике», «Системы радиационного контроля» для формирования личной ответственности за соблюдение экологической и радиационной безопасности посредством изучения основополагающих документов по культуре ядерной безопасности, разработанных МАГАТЭ и российскими регулирующими органами, норм и правил обращения с радиоактивными отходами и ядерными материалами.</p> <p>3. Использование воспитательного потенциала учебных дисциплин «Контроль и диагностика ядерных энергетических установок», «Надежность оборудования атомных реакторов и управление риском», «Безопасность ядерного топливного цикла», «Ядерные технологии и экология топливного цикла» для формирования личной ответственности за соблюдение и обеспечение кибербезопасности и информационной безопасности объектов атомной отрасли через изучение вопросов организации информационной безопасности на объектах атомной отрасли, основных принципов построения системы АСУТП ядерных объектов, методов защиты и хранения информации, принципов построения глубокоэшелонированной и гибкой системы безопасности ядерно-физических объектов.</p> <p>4. Использование воспитательного потенциала содержания блока дисциплин «Экология», «Системы радиационного контроля», «Основы экологической безопасности в ядерной энергетике» для формирования ответственной экологической позиции посредством изучения вопросов обеспечения такого уровня безопасности АЭС, при котором воздействие на окружающую среду,</p>
--	--

		обеспечивает сохранение природных систем, поддержание их целостности и жизнеобеспечивающих функций, через рассмотрение вопросов радиационного контроля при захоронении и переработки ядерных отходов, вопросов замыкания ядерного топливного цикла.
--	--	---

## 5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практ. (семинары)/ Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>7 Семестр</i>						
1	Первый раздел	1-8	16/8/0		25	КИ-8	3-ПК- 5.1, У- ПК- 5.1, В- ПК- 5.1, 3-ПК- 10, У- ПК- 10, В- ПК- 10, 3-ПК- 11, У- ПК- 11, В- ПК- 11
2	Второй раздел	9-16	16/8/0		25	КИ-16	3-ПК- 5.1,

						У- ПК- 5.1, В- ПК- 5.1, З-ПК- 10, У- ПК- 10, В- ПК- 10, З-ПК- 11, У- ПК- 11, В- ПК- 11
	<i>Итого за 7 Семестр</i>	32/16/0		50		
	<b>Контрольные мероприятия за 7 Семестр</b>			50	Э	З-ПК- 5.1, У- ПК- 5.1, В- ПК- 5.1, З-ПК- 10, У- ПК- 10, В- ПК- 10, З-ПК- 11, У- ПК- 11, В- ПК- 11

\* – сокращенное наименование формы контроля

\*\* – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозна чение	Полное наименование
КИ	Контроль по итогам
Э	Экзамен

## КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недел и	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем. , час.	Лаб., час.
	<i>7 Семестр</i>	32	16	0
<b>1-8</b>	<b>Первый раздел</b>	16	8	0
	<b>Принципиальное устройство и расчет паровой турбины</b> Истечение пара из сопел. Турбинные решетки. Преобразование энергии в турбинной ступени. Активные, реактивные ступени, степень реактивности ступени. Треугольники скоростей. Относительный лопаточный КПД турбинной ступени. Относительный внутренний КПД ступени. Двухвенечные турбинные ступени. Ступени с частичным подводом пара. Ступени большой верности. Необходимость и преимущества многоступенчатой конструкции турбины. Парораспределение паровой турбины. Превращение тепловой энергии в работу в паровой турбине. Концевые уплотнения турбины. Многоцилиндровые турбины. Уравновешивание осевых усилий в турбине.	Всего аудиторных часов 6 Онлайн 0	0 3 0	0
	<b>Конструкция деталей и узлов паровых турбин</b> Материалы. Рабочие лопатки. Валопровод турбины. Статор паровой турбины. Уплотнения. Подшипники паровых турбин. Установка турбоагрегата на фундаменте. Валоповоротное устройство паровых турбин	Всего аудиторных часов 5 Онлайн 0	2 0	0
1 - 8	<b>Введение. Место турбины и турбоустановки в энергоблоке АЭС</b> Основные определения. Принцип действия турбомашины. Классификация турбомашин. Турбина и турбоустановка в энергоблоке АЭС. Типы турбин, применяемых на АЭС с различными конфигурациями реакторных установок. Основные законы перехода тепловой энергии в работу. Классификация паровых турбин. Основные понятия о работе турбин.	Всего аудиторных часов 5 Онлайн 0	3 0	0

	Основные элементы оборудования турбинных установок ТЭС и АЭС.			
<b>9-16</b>	<b>Второй раздел</b>	16	8	0
	<b>Конструкции паровых турбин для эл. станций</b>	Всего аудиторных часов		
	Типы паровых турбин.	6	3	0
	Турбины ЛМЗ	Онлайн		
	Турбины ХТЗ	0	0	0
	Турбины привода питательных насосов.			
	<b>Основы эксплуатации паровых турбин</b>	Всего аудиторных часов		
	Стационарные и нестационарные режимы работы турбин и турбинных установок.	5	3	0
	Вибрационная надежность турбоагрегата.	Онлайн		
	Неполадки и аварии узлов и деталей первых турбин.	0	0	0
<b>9 - 16</b>	<b>Системы смазки, регулирования и защиты</b>	Всего аудиторных часов		
	Система смазки подшипников, Система гидроподъема роторов.	5	2	0
	Система регулирования и управления.	Онлайн		
	Автоматическая система защиты турбины.	0	0	0
	Конденсационная установка и эжекторы.			

Сокращенные наименования онлайн опций:

<b>Обозначение</b>	<b>Полное наименование</b>
ЭК	Электронный курс
ПМ	Полнотекстовый материал
ПЛ	Полнотекстовые лекции
ВМ	Видео-материалы
АМ	Аудио-материалы
Прз	Презентации
Т	Тесты
ЭСМ	Электронные справочные материалы
ИС	Интерактивный сайт

## 6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

### Образовательные технологии

При реализации программы дисциплины «Турбомашины» используются различные образовательные технологии – аудиторные занятия проводятся в форме лекций с применением компьютерного проектора, комплекта настенных плакатов, макетов основного оборудования и макетов турбин К-1000-60/1500-2 и ОК-12А АЭС с ВВЭР – 1000 с разрезами (в УТП РоАЭС). Для контроля усвоения студентом модулей данного курса широко используются тестовые технологии, то есть банк вопросов в открытой и закрытой форме, ответы на которые позволяют судить об усвоении студентом данного модуля курса или всего курса в целом. Варианты используемых тестов приведены ниже. Самостоятельная работа студентов подразумевает под собой проработку лекционного материала и рекомендуемой литературы для подготовки теоретического материала, решения тестов, практических задач, и выполнения курсовой работы.

## Информационные технологии

Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем:

1. MS Office 2010 - MS DreamSpark для учебных заведений
2. Для контроля усвоения студентом разделов данного курса используются тестовый конструктор на сайте <http://training.i-exam.ru/>, то есть специальный банк вопросов, ответы на которые позволяют судить об усвоении студентом данного раздела.

## 7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационное мероприятие (КП 1)
ПК-10	З-ПК-10	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-10	Э, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-10	Э, КИ-8, КИ-16
ПК-11	З-ПК-11	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-11	Э, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-11	Э, КИ-8, КИ-16
ПК-5.1	З-ПК-5.1	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-5.1	Э, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-5.1	Э, КИ-8, КИ-16

## Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-ех балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – «отлично»	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко иочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.

85-89	4 – «хорошо»	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		C	
70-74	3 – «удовлетворительно»	D	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
65-69		E	
60-64			
Ниже 60	2 – «неудовлетворительно»	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

## **8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:**

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:**

**ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:**

Специальное программное обеспечение не требуется

**LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:**

<https://online.mephi.ru/>

<http://library.mephi.ru/>

## **9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

## **10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ**

Курс направлен на сформирование у обучающихся компетенций (части компетенций), предусмотренных образовательным стандартом. Аудиторные занятия является только частью общего материала, который должен освоить студент. Поэтому необходимо помнить, что аудиторные занятия дополняются самостоятельной работой студента. При самостоятельной работе следует использовать рекомендованную литературу, а также ресурсы сети Интернет. Для более успешного освоения материала курса целесообразно перед каждым аудиторным занятием прочитать материал из рекомендованной литературы и из интернет-источников.

## **11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ**

Курс направлен на сформирование у обучающихся компетенций (части компетенций), предусмотренных образовательным стандартом. Аудиторные занятия является только частью общего материала, который должен освоить студент. Поэтому необходимо помнить, что аудиторные занятия дополняются самостоятельной работой студента. При самостоятельной работе следует использовать рекомендованную литературу, а также ресурсы сети Интернет. Для более успешного освоения материала курса целесообразно перед каждым аудиторным занятием прочитать материал из рекомендованной литературы и из интернет-источников.

Основной объем самостоятельной работы приходится на подготовку к семинарским занятиям. Для более результативного проведения семинарских занятий целесообразно провести краткий опрос студентов перед началом занятий, обсудив материалы предыдущего занятия и тему предстоящего занятия.

Необходимо помнить, что посещение семинарских занятий соответствии с графиком учебного процесса является обязательным для студентов очной формы обучения. В случае невозможности присутствия на занятии по уважительным причинам, необходимо уточнить на кафедре даты дополнительного занятия. Итоговая оценка по промежуточной аттестации (зачету) в первую очередь зависит от того, насколько активно студент участвовал в семинарских занятиях, участвовал в обсуждении полученных результатов, а также от ответов на дополнительные вопросы

Автор(ы):

Маслов Юрий Александрович, к.т.н.