

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Нижегородский государственный технический университет**  
**имени Р.Е. Алексеева» (НГТУ)**

---

---

Образовательно-научный институт ядерной энергетики и технической физики  
имени академика Ф.М. Митенкова (ИЯЭиТФ)

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИЯЭиТФ

М.А. Легчанов  
25 марта 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.ОД.15 «Турбомашины»**  
**для подготовки бакалавров**

Направление подготовки: 14.03.02 "Ядерные физика и технологии"  
(код и наименование направления подготовки)

Направленность: "Ядерные реакторы и энергетические установки"  
(наименование профиля, программы магистратуры, специализации)

Форма обучения: очная  
(очная, очно-заочная, заочная)

Год начала подготовки: 2025

Выпускающая кафедра: ЯРиЭУ  
(аббревиатура кафедры)

Кафедра-разработчик: ЯРиЭУ  
(аббревиатура кафедры)

Объем дисциплины: 216/6  
(часов/з.е.)

Промежуточная аттестация: Зачет  
(экзамен, зачет с оценкой, зачет)

Разработчик(и): Аношкин Ю.И., к.т.н., доцент  
(Ф.И.О., ученая степень, ученое звание)

НИЖНИЙ НОВГОРОД, 2025 год

Рецензент: Каратушина И.В., к.т.н., доцент кафедры АТС  
(Ф.И.О., ученая степень, ученое звание)

(подпись)

10 марта 2025 г.

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 14.03.02 "Ядерные физика и технологии", утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 28.02.2018 № 143 на основании учебного плана принятого УМС НГТУ, протокол № 7 от 19.12.2024 г.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры разработчика программы  
протокол № 6 от 11.03.2025 г.

Зав. кафедрой, *д.т.н, профессор, Андреев В.В* \_\_\_\_\_  
подпись

Программа рекомендована к утверждению ученым советом ИЯЭиТФ, где реализуется данная  
программа, протокол № 1 от 19.03.2025 г.

Председатель УМС, директор ИЯЭиТФ \_\_\_\_\_ М.А. Легчанов

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ, регистрационный № 14.03.02-я-49

Начальник МО \_\_\_\_\_ Е.Г. Севрюкова

Заведующая отделом комплектования НТБ \_\_\_\_\_ Н.И. Кабанина

## СОДЕРЖАНИЕ

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....	4
3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	5
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	7
5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	10
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	14
7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	16
8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ .....	17
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....	17
10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	18
11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	20

# 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

## 1.1. Целью освоения дисциплины является:

- приобретение студентами навыков разработки компетенций связанных с процессами, происходящими в паровых турбинах.

## 1.2. Задачи освоения дисциплины:

- сформировать общее представление о конструкции и устройстве паровых и газовых турбин, о сущности процессов, происходящих в турбине;
- научить студента умению рассчитывать турбину и применять конструктивные решения по основным ее элементам.

# 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина (модуль) Б1.В.ОД.15 «Турбомашины» включена в перечень, вариативной части дисциплин (формируемой участниками образовательных отношений), направленный на углубление уровня освоения компетенций. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП.

Изучение дисциплины осуществляется на 4-м курсе в 7-м семестре. Кроме дисциплины «Турбомашины» в формировании компетенции ПКС-5 параллельно участвуют дисциплины «Физика ядерных реакторов», «Технология конструкционных материалов», «Ядерные топливные материалы», «Генерация пара», «Паровые и газовые турбины», «Экономика ядерной энергетики».

Студенты в процессе изучения дисциплины «Турбомашины» получают необходимые навыки применения закономерностей и рекомендаций по проведению конкретных расчетов паровых турбин.

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

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья РПД разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

Все это является основой для дальнейшей подготовки студента как высококвалифицированного специалиста в области ядерных энергетических установок.

### 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1. Этапы формирования компетенций

В результате освоения дисциплины «Турбомашины» у обучающегося частично формируется компетенция ПКС-5, полное формирование которой последовательно осуществляется при изучении других дисциплин и в процессе практической подготовки (таблица 1).

Таблица 1 - Формирование компетенции ПКС-5

Наименование дисциплин, формирующих компетенции совместно	Семестры, формирования дисциплины							
	1 сем.	2 сем.	3 сем.	4 сем.	5 сем.	6 сем.	7 сем.	8 сем.
Код компетенции ПКС-5						√		
Радиационная безопасность								
Принципиальные схемы судовых ядерных энергетических установок						√		
Экономика ядерной энергетики							√	
Физика ядерных реакторов						√	√	
Основы проектирования защиты ядерных энергетических установок								√
Инженерные расчеты и проектирование ядерных энергетических установок								√
Генерация пара						√	√	
Управление качеством и техническое регулирование на предприятиях атомного энергетического машиностроения								√
Ядерные топливные материалы							√	
Турбомашины							√	
Тепловые схемы ядерных энергетических установок					√			
Циркуляторы физико-энергетических установок						√		
Насосы и компрессоры						√		
Научно-исследовательская работа						√		
Преддипломная практика								√
Подготовка к процедуре защиты и защита ВКР								√
Дополнительные главы по циркуляторам физико-энергетических установок						√		

### 3.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП

Профессиональная компетенция ПКС-5 формируется с приобретением знаний, умений и навыков, сформулированных в дескрипторах достижения этих компетенций и с которыми обучающийся готов выполнять конкретные действия, прописанные в индикаторах достижения тех же компетенций (таблица 2).

**Таблица 2 - Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения**

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
		Знать	Уметь	Владеть	Текущего контроля	Промежуточной аттестации
<b>ПКС-5</b> Способен провести расчет, концептуальную и проектную проработку, технико-экономический анализ современных физических установок с учетом требований безопасности с использованием современных информационных технологий, современных систем учета и контроля ядерных материалов, методов обеспечения их защищенности	<b>ИПКС-5.1</b> Проводит расчет, концептуальную и проектную проработку, технико-экономический анализ современных физических установок с учетом требований безопасности	- методы оценки надежности, контроля и диагностики турбин; - методы построения и анализа технико-экономического обоснования выбора параметров и экологических показателей действующих и проектируемых турбин ТЭС и АЭС.	- составлять математические и физические модели для исследования процессов в паровых и газовых турбинах; - применять методы обоснованного выбора вспомогательного оборудования турбоустановок.	- основами формирования и постановки задач расчетов турбин и их схем в целом; - методами проектирования, монтажа, наладки и эксплуатации турбин ТЭС и АЭС с учетом их экологического воздействия на окружающую среду	Планы лекций с перечнями обсуждаемых вопросов (оценка по критерию 1 и 2)	Перечень контрольных вопросов

Освоение дисциплины причастно к освоению ТФ А/02.6 «Инженерно-физическое сопровождение эксплуатации активной зоны реакторной установки» (ПС 24.028 «Специалист ядерно-физической лаборатории в области атомной энергетики»), решает следующие профессиональные задачи:

- Математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований.
- Расчет и проектирование деталей и узлов приборов и установок в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования.
- Разработка проектной и рабочей технической документации, оформление законченных проектно-конструкторских работ.

## 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц (з.е.) или 216 академических часов, в том числе контактная работа обучающихся с преподавателем - 92 часа, самостоятельная работа обучающихся - 124 часа (таблица 3).

**Таблица 3 - Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ**

Вид учебной работы	Трудоемкость, ч/з.е.	
	Всего	в том числе в 7 семестре
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения	
Общая трудоемкость, ч/з.е.	216/6	216/6
1. Контактная работа:	92	92
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	85	85
Занятия лекционного типа (Л)	51	51
Занятия семинарского типа (ПЗ)	34	34
1.2. Внеаудиторная работа, в том числе:	7	7
Консультации по дисциплине	4	4
Курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)	3	3
2. Самостоятельная работа студентов, в том числе:	124	124
Проработка источников информации (повторение пройденного материала, изучение и конспектирование рекомендованной литературы)	24	22
Подготовка к практическим занятиям	34	34
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)	66	66
Подготовка к зачёту	-	-

#### 4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Тематический план освоения дисциплины по видам учебной деятельности приведен в таблице 4. Здесь указано структурное распределение объемов (в часах) разделов и тем дисциплины по видам учебной работы, аудиторных и внеаудиторных занятий, самостоятельной работы студента и периодического (текущего) контроля.

Таблица 4 - Содержание дисциплины, структурированное по темам

Планируемые (контролируемые) результаты освоения и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов и тем	Виды учебной работы, ч					Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного электронного курса (трудоемкость в часах)					
		Контактная работа													
		Лекции	Лабораторные работы	Практические работы	Консультации по дисциплине	Самостоятельная работа студентов									
ПКС-5 ИПКС-5.1	1. Введение. Основные понятия и определения.	3	-	-	-	1	п.1 табл. 11 РПД,стр. 3-6	Семинар – диалог	-	-					
	2. Конструкции и принцип действия одноступенчатой активной турбины	3	-	-	0,2	1	п.1 табл. 11 РПД,стр. 7-31	Семинар – диалог	-	-					
	3. Конструктивная схема и принцип действия турбины со ступенями скорости	3	-	-	0,2	1	п.1 табл. 11 РПД,стр. 7-31	Семинар – диалог	-	-					
	4. Конструктивная схема и принцип действия реактивных турбин.	3	-	-	0,2	1	п.1 табл. 11 РПД,стр. 7-31	Семинар – диалог	-	-					
	1.1. Практическая работа. задача №1	-	-	5	-	5	п.2 табл. 11 РПД,стр. 7-31	Работа в малых группах	-	-					
	5. Общая теория турбин.	3	-	-	0,2	1	п.1 табл. 11 РПД, стр. 13-16 п.3 табл. 9 РПД, стр. 19-43	Семинар – диалог	-	-					
	6. Расширение пара	3	-	-	0,2	1	п.1 табл. 11 РПД, стр. 35-40 п.3 табл. 9 РПД,стр. 28-62	Работа в малых группах	-	-					
	7. Течение потока в рабочих каналах.	3	-	-	0,2	1	п.1 табл. 11 РПД,стр. 41-51	Работа в малых группах	-	-					
	1.2. Практическая работа. Задача №2	-	-	5	-	5	п.2 табл. 11 РПД,стр. 35-60	Работа в малых группах	-	-					
	8. Основные потери энергии при течении потока в турбинных решетках.	3	-	-	0,2	1	п.1 табл. 11 РПД,стр. 51-60	Семинар – диалог	-	-					

	1.3. Практическая работа. Задача №3	-		6	-	6	п.2 табл. 11 РПД,стр. 51-60	Работа в малых группах	-	-
	9. Выбор скоростных коэффициентов сопла и рабочего канала.	3	-	-	0,2	1	п.1 табл. 11 РПД,стр. 61-65	Семинар – диалог	-	-
	1.4. Практическая работа. Задача №4	-		6	-	6	п.1 табл. 11 РПД,стр. 61-65	Работа в малых группах	-	-
	10. КПД турбины	3	-	-	0,2	1	п.1 табл. 11 РПД,стр. 97-80	Семинар – диалог	-	-
	11. Потери и утечки пара в турбине	3	-	-	0,2	2	п.1 табл. 11 РПД,стр. 81-90	Работа в малых группах	-	-
	12. Мощность и расход турбины	3	-	-	0,2	2	п.1 табл. 11 РПД, стр. 91-100	Работа в малых группах	-	-
	1.5. Практическая работа. Задача №5	-	-	6	-	6	п.2 табл. 11 РПД, стр. 81-100	Работа в малых группах	-	-
	13. Конструктивные схемы турбин	3	-	-	0,2	2	п.1 табл. 11 РПД, стр. 101-103	Семинар - диалог	-	-
	14. Режимы работы турбины	3	-	-	0,4	2	п.4 табл. 11 РПД, 1 стр. 104-109	Семинар – диалог	-	-
	1.6. Практическая работа. Задача №6	-	-	6	-	6	п.2 табл. 11 РПД, 1 стр. 101-109	Работа в малых группах	-	-
	15. Регулирование мощности турбины	3	-	-	0,4	2	п.1 табл. 11 РПД, стр. 100	Работа в малых группах	-	-
	16. Моментная характеристика ступени осевой турбины.	3	-	-	0,4	2	п.1 табл. 11 РПД, стр. 111-120	Работа в малых группах	-	-
	17. Эффективность ЯЭУ	3	-	-	0,4	2	п.3 табл. 11 РПД стр. 44-96	Работа в малых группах	-	-
	Курсовой проект (КП)	-	-	-	3	66	п.5 табл. 11 РПД, стр. 7 – 85	-	-	-
	Подготовка к зачету	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>ИТОГО:</b>		51	-	34	7	124				

## 5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Типовые контрольные вопросы и задания, необходимые для оценки знаний, умений и навыков или опыта деятельности

Таблица 5 – Перечни контрольных вопросов и заданий по темам занятий для проведения текущего контроля успеваемости

Номер темы		Перечни контрольных вопросов и заданий
цикла лекций	практических занятий	
1	-	Вопросы для обсуждения на семинаре по теме «Введение. Основные понятия и определения»: <ol style="list-style-type: none"> <li>Основные типы турбин.</li> <li>основные понятия и определения.</li> </ol>
2	-	Вопросы для обсуждения на семинаре по теме «Конструкции и принцип действия одноступенчатой активной турбины»: <ol style="list-style-type: none"> <li>Недостатки теории Эйлера. Вывод уравнения энергии потока.</li> <li>Выбор наивыгоднейшей окружной скорости.</li> <li>Турбины со ступенями давления.</li> </ol>
3	-	Вопросы для обсуждения на семинаре по теме «Конструктивная схема и принцип действия турбины со ступенями скорости»: <ol style="list-style-type: none"> <li>Входные и выходные треугольники скоростей для турбины с двумя ступенями скорости. Область применения.</li> </ol>
4	-	Вопросы для обсуждения на семинаре по теме «Конструктивная схема и принцип действия реактивных турбин»: <ol style="list-style-type: none"> <li>Степень реактивности ступени.</li> <li>Преимущества и недостатки реактивных турбин.</li> <li>Комбинированные турбины.</li> </ol>
1 - 4	1.1	Задача 1  Подобрать профиль лопатки сопловой решетки, определить коэффициент полных потерь, угол установки $\alpha$ и коэффициент скорости $\phi$ , если известны: Средний диаметр кольцевой решетки $d_1$ , высота лопаток $l$ , расчетный угол входа $\alpha_0$ , угол выхода $\alpha_{1s}$ , теоретическое число Маха на выходе из решетки $M_{1t}$ , толщина выходной кромки $\Delta_{kp}$ мм, хорда профиля $b_1$ мм.
5	-	Вопросы для обсуждения на семинаре по теме «Общая теория турбин»: <ol style="list-style-type: none"> <li>Адиабатическое и действительное течение в соплах.</li> <li>Скоростной коэффициент сопел.</li> <li>Расчет суживающегося и расширяющегося сопел.</li> <li>Расчет соплового сегмента.</li> </ol>
6	-	Перечень контрольных вопросов: <ol style="list-style-type: none"> <li>Расширение пара в косом срезе сопла.</li> <li>Определение угла отклонения потока в косом срезе сопла.</li> <li>Изменение работы пара на окружности колеса от давления за срезом сопла.</li> </ol>
7	-	Перечень контрольных вопросов:  Геометрические характеристики решеток профилей.
5 - 7	1.2	Задача 2  Определить действительную скорость пара на выходе из рабочего канала реактивной ступени $w_2$ , если располагаемый теплоперепад на ступени $H = 68$ кДж/кг, степень реактивности ступени $\rho=0,45$ , окружная скорость $u=230$ м/с, угол наклона сопла $\alpha_1=140$ . Скоростные коэффициенты принять равными $\phi=0,95$ , $\psi=0,86$ .
8	1.3	Вопросы для обсуждения на семинаре по теме «Основные потери энергии при течении потока в турбинных решетках»: <ol style="list-style-type: none"> <li>Профильные потери, на трение и потери, связанные с отрывом пограничного слоя.</li> <li>Влияние угла атаки, формы профиля, относительного шага.</li> </ol>
		Задача 3  Найти значение оптимального располагаемого теплоперепада ступени, обеспечивающего угол $\alpha_2 \approx 90^\circ$ . Степень реактивности $\rho=0,2$ , коэффициент скорости $\phi=0,97$ . Диаметр ступени $d=1050$ мм, частота вращения $n=5202$ об/мин, угол $\alpha_1=16^\circ$ .

9	1.4	Вопросы для обсуждения на семинаре по теме «Выбор скоростных коэффициентов сопла и рабочего канала»: <ol style="list-style-type: none"> <li>Концевые потери, потери от вторичных токов, потери трения на торцевых поверхностях канала, потери в радиальных зазорах, выходные потери.</li> <li>Выбор скоростных коэффициентов сопла и рабочего канала.</li> </ol>
		Задача 4
		Для ступени, рассчитанной в задаче 3, найти давление газа за ступенью $p_2$ , если параметры торможения перед ступенью $p_0 = 0.425 \text{ МПа}$ и $T_0 = 1123 \text{ К}$ ; газовая постоянная $R=0,29 \text{ кДж/(кг}\cdot\text{К)}$ , удельная изобарная теплоемкость $c_p=1130 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$ .
10	-	Вопросы для обсуждения на семинаре по теме «КПД турбины»: <ol style="list-style-type: none"> <li>Окружной к.п.д. ступени осевой турбины активного типа.</li> <li>Окружной к.п.д. реактивной ступени.</li> </ol>
11	-	Перечень контрольных вопросов: <ol style="list-style-type: none"> <li>Внутренние и механические потери в турбине.</li> <li>Потери на трение и вентиляцию.</li> <li>Потери на утечку пара через наружные уплотнения.</li> </ol>
12	-	Перечень контрольных вопросов: <ol style="list-style-type: none"> <li>Процесс расширения пара в ступени турбины с учетом потерь энергии.</li> <li>Внутренний к.п.д. активной и реактивной ступени.</li> <li>Расход пара турбиной. Предельная мощность турбины.</li> </ol>
10 - 12	1.5	Задача 5
		Для ступени, рассчитанной в задачах 3 и 4, построить треугольники скоростей, определить лопаточный КПД и мощность ступени на лопатках N. Дополнительно принять: рассматриваемая ступень является первой ступенью газовой турбины, угол $\beta_2=23^\circ$ , коэффициент скорости для рабочей решетки $\psi=0,95$ , расход газа $G=42,8 \text{ кг/с}$ .
13	-	Вопросы для обсуждения на семинаре по теме «Конструктивные схемы турбин»: <ol style="list-style-type: none"> <li>Конструктивные схемы многоступенчатых турбин.</li> <li>Использование энергии пара предыдущей ступени и коэффициент возврата тепла.</li> <li>Характеристика многоступенчатой турбины.</li> </ol>
14	-	Вопросы для обсуждения на семинаре по теме «Режимы работы турбины»: <ol style="list-style-type: none"> <li>Работы турбины на переменных режимах.</li> <li>Возможные режимы работы турбины.</li> <li>Изменение параметров пара по ступеням при изменении ее мощности.</li> </ol>
13 - 14	1.6	Задача 6
		Найти высоты лопаток (сопловых и рабочих) ступени, рассчитанной в задачах 3-5, и подобрать профили для них. Принять коэффициенты расхода для решеток ступени $\mu_1=0,98$ , $\mu_2=0,95$ .
15	-	Перечень контрольных вопросов: <ol style="list-style-type: none"> <li>Способы регулирования мощности турбины.</li> <li>Регулировочная ступень.</li> <li>Регулирование внутренним и внешним обводом пара.</li> <li>Ступени уменьшенных ходов.</li> </ol>
16	-	Перечень контрольных вопросов: <ol style="list-style-type: none"> <li>Моментная характеристика ступени осевой турбины.</li> <li>Зависимость мощности от числа оборотов</li> </ol>
17	-	Перечень контрольных вопросов: <ol style="list-style-type: none"> <li>Проблемы повышения эффективности ЯЭУ.</li> <li>Достоинства и недостатки ЯЭУ с паротурбинным и газотурбинным циклом.</li> </ol>

**Таблица 6 – Перечень контрольных вопросов для проведения промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

№ п/п	Контрольные вопросы для проведения зачета
1	Типы паровых турбин.
2	Конструктивная схема и принцип действия активных турбин.
3	Конструктивная схема и принцип действия реактивных турбин.
4	Турбины со ступенями скорости.
5	Наивыгоднейшее отношение u/c.
6	Адиабатическое и действительное течение пара в соплах.
7	Форма активных и реактивных рабочих лопаток.
8	Скоростной коэффициент сопла и рабочих каналов.

Продолжение таблицы 6

№ п/п	Контрольные вопросы для проведения зачета
9	Основные потери энергии при течении пара в турбинных решетках.
10	Окружные потери и окружной К.П.Д.
11	Внутренние потери и внутренний К.П.Д.
12	Особенности расчета многоступенчатых турбин.
13	Способы регулирования мощности турбин.
14	Ступени уменьшенных ходов.
15	Моментная характеристика осевой турбины.

**5.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания**

Процедуры оценивания формируемых компетенций определяют следующие нормативные документы, разработанные в НГТУ и к которым возможен доступна сайте учебно-методического управления <https://www.nntu.ru/structure/view/podrazdeleniya/uchebno-metodicheskoe-upravlenie> по вкладке «Нормативные документы и локальные акты по обеспечению образовательного процесса НГТУ»:

1. Положение о фонде оценочных средств для проведения текущего контроля, промежуточной аттестации и государственной итоговой аттестации обучающихся по программам высшего образования (НГТУ ПВД-11.4/158-23).

2. Положение о текущем контроле успеваемости и проведении промежуточной аттестации обучающихся Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева (НГТУ ПВД 11.1/30-23).

В результате изучения дисциплины «Турбомашины» обучающиеся должны приобрести знания, умения и навыки, сформулированные в дескрипторах достижения профессиональной компетенции ПКС-5 и с которой они готовы выполнять конкретные действия, прописанные в индикаторах достижения тех же компетенций (таблица 2). Оценивание формируемой компетенции ПКС-5 в процессе текущего контроля знаний осуществляется по критериям и показателям, приведенным в таблице 7.

**Таблица 7 – Критерии, показатели и шкала оценивания формируемых компетенций в процессе текущего контроля знаний**

Коды компетенций	Виды и номера тем занятий	Критерии оценивания компетенций	Показатели оценивания компетенций			
			«Отлично»	«Хорошо»	«Удовлетворительно»	«Неудовлетворительно»
ПКС-5	ИПКС-5.1	<p>Семинары по темам 1 – 5, 8 – 10, 13 - 14</p> <p>Работа в малых группах по темам 6, 7, 11, 12, 15 - 17</p>	<p><b>Критерий 1</b> Полнота и убедительность ответа или доклада, в том числе и дополнений к ним</p> <p><b>Критерий 2</b> Степень понимания изученного материала</p>	<p>Студент полно, логично и без недочетов излагает в своем ответе на вопрос или докладе материал, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для отметки «5», но допускает 1–2 недочета в последовательности изложения</p> <p>Студент обнаруживает глубокое понимание излагаемого материала, может обосновать свои суждения, применить знания, полученные из рекомендованных и самостоятельно выявленных источников, но допускает 1–2 негрубые ошибки, которые сам же исправляет</p>	<p>Студент излагает материал ответа на вопрос или доклада, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для отметки «5», но допускает 1–2 недочета в последовательности изложения</p> <p>Студент обнаруживает правильное понимание излагаемого материала, может обосновать свои суждения, применить знания, полученные из рекомендованных и самостоятельно выявленных источников, но допускает 1–2 негрубые ошибки, которые сам же исправляет</p>	<p>Студент излагает материал ответа на вопрос или доклада неполно и непоследовательно, допускает ряд недочетов в изложении и несоответствий темам по плану семинара</p> <p>Студент обнаруживает поверхностное понимание излагаемого материала, имеет примитивные знания, полученные из рекомендованных и самостоятельно выявленных источников, допускает ряд негрубых ошибок, которые сам не может исправить</p>
						Студент беспорядочно и неуверенно излагает в своем ответе на вопрос или докладе материал или излагает материал, абсолютно не соответствующий темам по плану семинара, а также отказывается от выступления или доклада

соответствии с Положением о текущем контроле успеваемости и проведении промежуточной аттестации обучающихся Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева (НГТУ ПВД 11.1/30-23) по итогам текущего контроля по дисциплине в семестре преподаватель решает вопрос о возможности прохождения студентом промежуточной аттестации по дисциплине. Обучающиеся, не выполнившие минимальные требования по рабочей программе дисциплины (РПД) и имеющие до 50% пропусков занятий, получают оценку «неудовлетворительно» («не зачтено») по данной дисциплине.

Для выполнения минимальных требований по изучению дисциплины обучающиеся должны иметь только положительные оценки по текущему контролю их знаний на всех занятиях, на которых они присутствовали и выступали с докладами или сообщениями на практических семинарах, включая обязательное присутствие на коллоквиуме (при наличии).

Оценивание формируемых компетенций и по зачету в целом осуществляется по шкале оценивания, представленной в таблице 8.

**Таблица 8 – Шкала оценивания формируемых компетенций в процессе промежуточной аттестации**

Компетенции	Уровень освоения	Описание шкалы оценивания на экзамене
ПКС-5	Достаточный	По критерию 1 и 2 с показателями не ниже «Удовлетворительно» в части, касающейся ответа на контрольный вопрос
	Недостаточный	По критерию 1 и 2 с показателем «Неудовлетворительно» в части, касающейся ответа на контрольный на вопрос
ПКС-5 (итог по зачету)	Достаточный	«Удовлетворительно», если обе компетенции усвоены на достаточном уровне
	Недостаточный	«Неудовлетворительно», если хотя бы одна компетенция усвоена на недостаточном уровне

В таблице 9 представлен примерный перечень тем курсовых проектов по дисциплине

**Таблица 9 – Примерный перечень тем курсовых проектов**

№ п/п	Тема курсового проекта
1	Проект паровой турбины мощностью $Ne=46$ Мвт для ледокола.
2	Проект паровой турбины мощностью $Ne=27$ Мвт для сухогруза.
3	Проект паровой турбины мощностью $Ne=38$ Мвт для танкера.
4	Проект паровой турбины мощностью $Ne=43$ Мвт для ПАЭС.

В таблице 10 представлена шкала оценивания курсовых проектов

**Таблица 10 – Шкала оценивания курсовых проектов**

Оценка	Критерии оценивания	
	Знаниевая компонента	Деятельностная компонента
Неудовлетворительно	Обучающийся не в состоянии продемонстрировать знания теоретического материала, не может защитить свои решения, допускает грубые ошибки при ответах на вопросы или не отвечает на них.	Обучающийся выполнил курсовой проект, который не соответствует выданной ему теме ИЛИ Обучающийся выполнил курсовой проект не более чем на 50% ИЛИ Обучающийся выполнил курсовой проект, но без проработки некоторых разделов, при этом допущено множество грубых ошибок
Удовлетворительно	Обучающийся усвоил только основные разделы теоретического материала и по указанию преподавателя (без инициативы и	Обучающийся выполнил курсовой проект в основном правильно, но без достаточно глубокой проработки некоторых разделов

	самостоятельности) применяет его практически. На вопросы отвечает неуверенно или допускает ошибки, умение анализировать, аргументировать свою точку зрения, делать обобщение и выводы вызывают у него затруднения.	ИЛИ Обучающийся выполнил курсовой проект в полном объеме. Проект характеризуется неплохой глубиной проработки, однако, в расчете была допущена грубая ошибка.
Хорошо	Обучающийся владеет теоретическим материалом, может применять его самостоятельно или по указанию преподавателя. На большинство вопросов дает правильные ответы, однако умение анализировать, аргументировать свою точку зрения, делать обобщения и выводы вызывают у него затруднения. Материал не всегда излагается логично, последовательно.	Обучающийся выполнил курсовой проект в полном объеме. Проект характеризуется глубиной проработки всех разделов содержательной части. Имеются недочеты в оформлении курсового проекта.
Отлично	Обучающийся свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно применяет его при решении задач, сформулированных в задании. На все вопросы дает правильные и обоснованные ответы, демонстрирует умение анализировать данные, убедительно защищает свою точку зрения. Материал излагается грамотно, логично, последовательно.	Обучающийся выполнил курсовой проект в полном объеме. Проект характеризуется глубиной проработки всех разделов содержательной части. Оформление отвечает требованиям написания курсового проекта.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1 Учебная литература, печатные и электронные издания библиотечного фонда

Библиотечный фонд укомплектован печатными и электронными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных ниже на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

**Таблица 11 – Список учебной литературы, печатных и электронных изданий**

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1.	А.Г. Костюк. Турбины тепловых и атомных электрических станций: Учебник / А.Г. Костюк [и др.]; Под ред.А.Г.Костюка, В.В.Фролова. - 2-е изд.,перераб. и доп. - М.: Изд-во МЭИ, 2001. - 488 с.	25
2.	Трояновский Б.М. Паровые и газовые турбины атомных электростанций: Учеб.пособие / Б.М. Трояновский, Г.А. Филиппов, А.Е. Булкин. - М.: Энергоатомиздат, 1985. - 256 с.	16
3.	Зайцев В.И. Судовые паровые и газовые турбины / В.И. Зайцев, Л.Л. Грицай, А.А. Моисеев. - М.: Транспорт, 1981. - 312 с.	14
4.	Топунов А.М. Теория судовых турбин : Учебник / А.М. Топунов. - Л.: Судостроение, 1985. - 472 с.	23
5.	Аношкин Ю.И. Тепловой и прочностной расчёт паровых турбин ядерных энергетических установок: Учеб.пособие/ Ю.И. Аношкин, Л.Д. Полканов; НГТУ им.Р.Е.Алексеева. - Н. Новгород: [Изд-во НГТУ], 2018. - 86 с.	31
2. Дополнительная литература		
6.	Дмитриев С.М. Атомные газотурбинные установки: Учеб.пособие / С.М. Дмитриев, С.А. Замятин; НГТУ им.Р.Е.Алексеева. - Н. Новгород: [Б.и.], 2009. - 140 с.	71

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
7.	А.Д.Трухний. Атлас конструкций деталей турбин Ч.1 Чертежи и конструкции. Учебное пособие. – М.: Изд. дом МЭИ, 2007. – 148.	10
8.	М.Е. Дейч. Атлас профилей решеток осевых турбин: Учеб.пособие для вузов / М.Е. Дейч, Г.А. Филиппов, Л.Я. Лазарев. - М.: Машиностроение, 1965. - 96 с.	5
9.	Ю.И. Ручкин. Судовые энергетические установки и их элементы. Учебное пособие. – НГТУ им. Р.Е. Алексеева. - Нижний Новгород, 2008. – 158.	25

## 6.2. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

В помощь участникам образовательного процесса (преподавателям и студентам) в НГТУ разработаны следующие учебно-методические документы:

1) Е.Г. Ивашкин, Жукова Л.П. Организация аудиторной работы в образовательных организациях высшего образования: Учебное пособие / Е.Г. Ивашкин, Л.П. Жукова; НГТУ. – Нижний Новгород, 2014. – 80 с. (в рубрике «Методические материалы по обеспечению образовательного процесса НГТУ» на сайте учебно-методического управления);

2) Ермакова Т.И., Ивашкин Е.Г. Проведение занятий с применением интерактивных форм и методов обучения: Учебное пособие / Т.И. Ермакова, Е.Г. Ивашкин; НГТУ. – Нижний Новгород, 2013. – 158 с. (в рубрике «Методические материалы по обеспечению образовательного процесса НГТУ» на сайте учебно-методического управления);

3) Жукова Л.П. Методические рекомендации по организации аудиторной работы / Утверждены УМС НГТУ 22.04.2013. - Нижний Новгород, 2013. – 63 с. (в рубрике «Методические материалы по обеспечению образовательного процесса НГТУ» на странице «Учебно-методическое управление» сайта НГТУ);

4) Ермакова Т.И. Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы студентов по дисциплине / Утверждены УМС НГТУ 22.04.2013. - Нижний Новгород, 2013. – 35 с. (в рубрике «Методические материалы по обеспечению образовательного процесса НГТУ» на странице «Учебно-методическое управление» сайта НГТУ).

Указанные материалы размещены в электронном виде на сайте учебно-методического управления в рубрике «Методические материалы по обеспечению образовательного процесса НГТУ».

## 7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина, относится к группе дисциплин, в рамках которых предполагается использование информационных технологий как вспомогательного инструмента для выполнения следующих задач:

- оформление результатов выполнения заданий на практических занятиях;
- демонстрация дидактических материалов с использованием мультимедийных технологий;
- использование электронной образовательной среды университета;
- организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты.

### 7.1. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Сайт научно-технической библиотеки (НТБ):

- главная страница НТБ: <https://www.nntu.ru/structure/view/podrazdeleniya/nauchno-tehnicheskaya-biblioteka/resursy>;
- электронная библиотека НГТУ: <https://library.nntu.ru/megapro/web>;
- библиотека электронных учебников: <http://fdp.nntu.ru/книжная-полка/>.

На странице «Ресурсы» сайта НТБ по соответствующим вкладкам возможен доступ к необходимым ресурсам на следующих страницах:

- «Электронная библиотека» по вкладке «Электронный каталог НГТУ»;
- «Книжная полка» по вкладке «Библиотека электронных учебников»;

- «Электронно-библиотечная система «Лань» <https://e.lanbook.com/>;
- «ЭБС «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА - <http://www.studentlibrary.ru/>;
- «ЮРАЙТ – образовательная платформа» - <https://biblio-online.ru/>;
- Электронно-библиотечная система TNT-EBOOK - <https://www.tnt-ebook.ru/>

Кроме того, со страницы «Ресурсы» сайта НТБ возможен доступ к информационно-аналитическим платформам с информацией о ведущих международных научных публикациях WebofScience и Scopus, а также к реферативным журналам, выбранным из баз данных Всероссийского института научной и технической информации Российской академии наук (ВИНИТИ РАН) и выписываемым НТБ.

С компьютеров специализированных аудиторий НТБ (ауд. 2201, 2210, 6162) возможен доступ к внешним ресурсам:

- профессиональным справочным системам «Кодекс», «Гарант», «КонсультантПлюс», «Техэксперт»;
- Федеральному информационному фонду стандартов ФГУП «Стандартинформ».

С компьютеров сети НГТУ возможен доступ к базам данных, журналам и коллекциям электронных книг таких зарубежных издательств, как:

- платформа НЭИКОН, включающая 10 издательств;
- Elsevier (журналы FreedomCollection);
- Springer Nature (журналы и коллекции электронных книг);
- Wiley (полнотекстовая коллекция журналов);
- Questel (база данных патентного поиска OrbitIntelligencePremium).

В свободном доступе находятся:

- научная электронная библиотека ELIBRARY.RU: <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp>;
- научная электронная библиотека «Кибер Ленинка»: <https://cyberleninka.ru/journal>;
- электронно-библиотечная система издательства «Наука»: <https://www.libnauka.ru/>
- информационная система доступа к каталогам библиотек сферы образования и науки ЭКБСОН: <http://www.vlibrary.ru/>.

## 7.2. Перечень программного обеспечения

При осуществлении образовательного процесса студентами и профессорско-преподавательским составом используется программное обеспечение, указанное в таблице 12 раздела 9 настоящей РПД.

## 8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 12 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. Информация размещена в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации»: <https://www.nntu.ru/sveden/accenv/>.

**Таблица 11 - Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ**

№ п/п	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
1.	ЭБС «Консультант студента»	Озвучка книг и увеличение шрифта
2.	ЭБС «Лань»	Специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации
3.	ЭБС «Юрайт»	Версия для слабовидящих

## 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебный процесс по данной дисциплине обеспечен современным аудиторным и лабораторным фондом. В процессе проведения аудиторных и самостоятельных занятий

преподаватели и студенты имеют возможность доступа к информационно-коммуникационной сети «Интернет», как на территории НГТУ, так и вне ее.

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине «Турбомашины» могут быть использованы материально-техническая база и программное обеспечение, представленные таблице 12.

**Таблица 12 - Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы студентов по дисциплине**

№ п/п	Номера и наименования аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1.	№ 5210 Аудитория для проведения лекционных и практических занятий	Рабочее место студента – 120 Доска меловая; Ноутбук HP Intel® Core™ i3-5005U CPU @ 2.00GHz 2.00GHz 8 Gb; Мультимедийный проектор стационарный потолочный Epson EB X500; Экран.	Программное обеспечение: Microsoft Windows 10 (подписка DreamSparkPremium, договор № 0509/KMP от 15.10.18) Dr.Web (с/н ZNFC-CR5D-5U3U-JKG от 20.05.2024); MS Office 2010 MS Open License, 60853088, Academic; Adobe Acrobat Reader DC-Russian (Прориетарное ПО); 7-zip (Свободное ПО, GNULGPL); OpenOffice.org 2.3.0 Professional, Sun Microsystems Inc. (свободное ПО); GoogleChrome, версия 49.0.2623.87 (свободное ПО)

## **10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **10.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии**

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа может быть аудиторной, внеаудиторной, а также проводиться в электронной информационно-образовательной среде университета (далее - ЭИОС). В случае проведения части контактной работы по дисциплине в ЭИОС (в соответствии с расписанием учебных занятий), трудоемкость контактной работы в ЭИОС эквивалентна аудиторной работе.

Основными элементами структуры аудиторной работы по дисциплине являются:

- виды аудиторной работы;
- формы аудиторной работы, включающие формы ее выполнения, формы представления ее результатов и формы контроля уровня освоения компетенции ПКС-5.

Основными видами аудиторной работы студентов по данной дисциплине являются:

- работа на лекциях;
- выполнение практических заданий;

Формами выполнения видов аудиторной работы являются:

- лекции;
- практические занятия (работа в малых группах);
- консультации.

Результаты аудиторной работы представляются в следующих основных формах:

- конспекты;
- рабочие материалы;
- доклады на семинарах, тезисы выступлений.

Уровень развития компетенции ПКС-5 в результате выполнения определенных видов работы оценивается:

- на контрольном опросе по пройденному материалу (знать);
- по результатам выполнения заданий на практических занятиях (уметь, владеть).

Функциональные свойства форм аудиторной работы определены свойствами применяемых технологий, обеспечивающих изучение и освоение объема содержания дисциплины, отнесенного к определенной форме.

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих образовательных технологий:

- на лекционных занятиях - проблемные лекции;
- на практических занятиях – работа в малых группах.

По итогам текущей успеваемости студент может быть аттестован на промежуточной аттестации в соответствии с разделом 5.2 настоящей РПД.

## **10.2. Методические указания для занятий лекционного типа**

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (Таблица 4). Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям / лабораторным работам и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

В ходе лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала.

## **10.3. Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях**

Практические (семинарские) занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы. Основной формой проведения семинаров и практических занятий является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также решение задач и разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях.

Практические (семинарские) занятия обучающихся обеспечивают:

- проверку и уточнение знаний, полученных на лекциях;
- получение умений и навыков составления докладов и сообщений, обсуждения вопросов по учебному материалу дисциплины;
- подведение итогов занятий по рейтинговой системе, согласно технологической карте дисциплины.

## **10.4. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся**

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в Разделе 6.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы (указано в таблице 11). В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и

учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

## 11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Для текущего контроля знаний студентов по дисциплине проводится комплексная оценка знаний, включающая:

- контроль по темам лекционных занятий,
- решение практических задач,
- решение индивидуальных практических заданий.

Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине: зачет

Перечень вопросов и заданий для подготовки к зачету (ПКС-5: ИПКС 5.1., ИПКС 5.2)

- 1.Типы паровых турбин.
- 2.Конструктивная схема и принцип действия активных турбин.
- 3.Конструктивная схема и принцип действия реактивных турбин.
- 4.Турбины со ступенями скорости.
- 5.Наивыгоднейшее отношение  $v/c$ .
- 6.Адиабатическое и действительное течение пара в соплах.
- 7.Форма активных и реактивных рабочих лопаток.
- 8.Скоростной коэффициент сопла и рабочих каналов.
- 9.Основные потери энергии при течении пара в турбинных решетках..
- 10.Окружные потери и окружной К.П.Д.
- 11.Внутренние потери и внутренний К.П.Д.
- 12.Особенности расчета многоступенчатых турбин.
- 13.Способы регулирования мощности турбин.
- 14.Ступени уменьшенных ходов.
- 15.Моментная характеристика осевой турбины.

## РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины «Турбомашины», реализуемую по основной образовательной программе высшего образования "Ядерные реакторы и энергетические установки" по направлению подготовки 14.03.02 "Ядерные физика и технологии" (квалификация выпускника «бакалавр»), разработанную кафедрой «Ядерные реакторы и энергетические установки» ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет»

Учебная дисциплина «Турбомашины» представляет собой курс, в ходе изучения которого у студентов формируется профессиональная компетенция ПКС-5, прописанная в учебном плане по направлению подготовки 14.03.02 "Ядерные физика и технологии". При этом указаны требования к знаниям, умениям и навыкам, полученным в ходе изучения дисциплины, по каждой из формируемых компетенций.

Цели освоения дисциплины, соотносятся с общими целями ОП ВО по направлению подготовки 14.03.02 "Ядерные физика и технологии". В рабочей программе дано описание логической и содержательно-методической взаимосвязи с другими частями ОП ВО (дисциплинами и практиками), представлены междисциплинарные связи с другими теоретическими и практико-ориентированными дисциплинами ОП ВО, к которым относятся «Физика ядерных реакторов», «Технология конструкционных материалов», «Ядерные топливные материалы», «Генерация пара», «Экономика ядерной энергетики» и др.

В процессе изучения учебной дисциплины «Турбомашины» студенты продолжают осваивать указанную профессиональную компетенцию, формирование которой начинается при изучении дисциплины «Тепловые схемы ядерных энергетических установок», а завершается на преддипломной практике.

Тематический план изучения дисциплины «Турбомашины», образовательные технологии, оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины, перечень основной и дополнительной литературы, программного обеспечения и Интернет-ресурсы, а также материально-техническое обеспечение способствуют планомерному и качественному освоению всех указанных в плане дидактических единиц. К достоинствам рабочей программы можно отнести то, что в план дисциплины включены темы, раскрывающие сущность актуальных на сегодняшний день проблем атомного машиностроения. Рецензируемая рабочая программа дисциплины «Турбомашины» представлена на официальном сайте вуза, отвечает нормативным требованиям федерального и локального уровня и полностью соответствует компетентностно-квалификационной характеристике выпускника указанной ОП ВО.

Наибольшую значимость для студентов придаст привлечение к преподаванию данной учебной дисциплины представителей АО «ОКБМ Африкантов», являющимся крупным научно-производственным центром атомного машиностроения, располагающим многопрофильным конструкторским коллективом, собственной исследовательской, экспериментальной и производственной базой.

Рецензент: Каратушина И.В., к.т.н., доцент кафедры АТС

(Ф.И.О., ученая степень, ученое звание)

\_\_\_\_\_ (подпись)

10 марта 2025 г.